

Com calor e água até ao pescoço:

Nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climáticas



Com calor e água até ao pescoço:

Nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climáticas

Catálogo na fonte fornecida pela Biblioteca Felipe Herrera do Banco Interamericano de Desenvolvimento

Talbot-Wright, Hipólito.

Com calor e água até ao pescoço: nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climáticas / Hipólito Talbot-Wright, Adrien Vogt-Schilb.

p. cm. — (Monografia do BID ; 1136)

Inclui referências bibliográficas.

1. Climate change mitigation-Latin America. 2. Climate change mitigation-Caribbean Area. 3. Climatic changes-Social aspects-Latin America. 4. Climatic changes-Social aspects-Caribbean Area. 5. Climatic changes-Economic aspects-Latin America. 6. Climatic changes-Economic aspects-Caribbean Area. I. Vogt-Schilb, Adrien. II. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Divisão de Mudança Climática. III. Título. IV. Série.

IDB-MG-1136

CÓDIGOS JEL

G28, G32, H23, H84, I15, I38, O13, O44, Q25, Q18, Q28, Q48, Q54, Q56, Q58, R48, R58

PALABRAS CLAVE

resiliência, preparação, gestão de riscos, sustentabilidade, finanças climáticas, política climática, eventos climáticos extremos

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desenvolvimento. Esta obra está licenciada sob uma licença Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Os termos e condições indicados no link URL devem ser atendidos e o respectivo reconhecimento deve ser concedido ao BID.

Além da seção 8 da licença acima, qualquer mediação relacionada a disputas decorrentes de tal licença deve ser conduzida de acordo com as Regras de Mediação da OMPI. Qualquer controvérsia relacionada ao uso das obras do BID que não possa ser resolvida amigavelmente deverá ser submetida à arbitragem de acordo com as regras da Comissão das Nações Unidas sobre Direito Comercial Internacional (UNCITRAL). O uso do nome do BID para qualquer finalidade que não seja atribuição e o uso do logotipo do BID estarão sujeitos a um contrato de licença por escrito separado entre o BID e o usuário e não está autorizado como parte desta licença.

Observe que o link da URL inclui termos e condições que são parte integrante desta licença.

As opiniões expressas nesta publicação são de responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente a posição do Banco Interamericano de Desenvolvimento, de sua Diretoria Executiva, ou dos países que eles representam.



Banco Interamericano de Desenvolvimento

1300 New York Avenue, N.W.

Washington, D.C. 20577

www.iadb.org

Agradecimentos

Este documento foi escrito por Hipólito Talbot-Wright e Adrien Vogt-Schilb, da divisão de Mudanças Climáticas e Sustentabilidade. Trata-se de um esforço colaborativo de todo o Banco. Cada capítulo tem os seguintes autores adicionais:

- CAPÍTULO 1** Valentina Saavedra, mudança climática e sustentabilidade.
- CAPÍTULO 2** Marion Le Pommellec, meio ambiente, desenvolvimento rural e gerenciamento de riscos de desastres.
- CAPÍTULO 3** María Pérez-Urdiales, água e saneamento.
- CAPÍTULO 4** Michelle Hallack, energia.
- CAPÍTULO 5** Agustina Calatayud e Seonhwa Lee, transporte.
- CAPÍTULO 6** Nora Libertun de Duren, habitação e desenvolvimento urbano.
- CAPÍTULO 7** Mariana Alfonso, mudança climática e sustentabilidade, e Ignacio Astorga, saúde.
- CAPÍTULO 8** Alexandre Bagolle, proteção social.
- CAPÍTULO 9** Marco Buttazzoni, divisão de gerenciamento fiscal, e Giovanni Frisari, conectividade, mercados e finanças.

Somos gratos aos muitos colegas do BID que fizeram comentários e sugestões construtivas em vários estágios do projeto, incluindo Roberto Aiello, Pablo Angelelli, Juan Barreneche, Maria Julia Bocco,

Maria Soledad Bos, Sofía del Castillo, Eduardo Cavallo, Juan Pablo Chauvin, René Cortés, Juan José Durante, Arturo Galindo, Esperanza González, Alfred Grunwaldt, Diego Herrera, Bridget Hoffmann, José Luis Irigoyen, Estefanía Jiménez, Sergio Lacambra, Benoit Lefèvre, Rudy Loo-Kung, Raúl Muñoz, Claudio Osorio, Andrew Powell, Cezar Ramos Santos, Ana Ríos, Manuel Rodríguez, Joan Prats, Niels van Eybergen, Alex Vasa, Graham Watkins e Hongrui Zhang.

Também somos gratos pelas ideias e sugestões de Illan Noy (Victoria University of Wellington), Sussan Roth e Arghya Sinha Roy (Banco Asiático de Desenvolvimento), Andrés Píca-Téllez (SSG), um revisor anônimo e Marc Estevadeordal.

Edição em inglês de Rita Fulano e Steven Ambrus. Tradução para o português de Katia Queiroz, Juliana Almeida, e Flávia Speyer.

Todas as outras decisões editoriais e erros são de responsabilidade dos autores.

Design de Sergio Moreno, ilustrações de Daniela Hernández [@danielailustra](#).

Esse projeto foi financiado pelo programa de Trabalho Econômico e Setorial do BID (RG-E1798).

Cita sugerida: Talbot-Wright, Hipólito, Vogt-Schilb, Adrien, 2023. Com calor e água até ao pescoço: nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climática. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Prólogo



Este ano é o mais quente já registrado, com temperaturas subindo mais de 1,4°C acima das médias pré-industriais pela primeira vez. As ondas de calor, as secas, os incêndios florestais, os furacões, as inundações, os deslizamentos de terra

e as epidemias, para citar apenas alguns desastres, estão cobrando um preço muito alto. Somente na América Latina e no Caribe, perdemos milhares de vidas e sofremos retrocessos significativos no crescimento econômico e na saúde fiscal. Os mais afetados são os países mais pobres, as famílias mais pobres e os já marginalizados.

As reduções de emissões de gases de efeito estufa devem ocorrer o mais rápido possível: o clima só se estabilizará quando atingirmos emissões líquidas zero. A transição para uma economia neutra em carbono, longe de ser um sacrifício, criará o crescimento econômico e a prosperidade tão necessários. Mas os impactos climáticos já estão aqui e continuarão a piorar por décadas, independentemente de nossas ações. A adaptação é essencial.

A boa notícia é que as evidências mostram que podemos nos adaptar. Durante séculos, os assentamentos humanos prosperaram em uma variedade de climas. O desafio para os governos é que eles precisam promover mudanças estruturais em apenas algumas décadas e perseguir um alvo em movimento. Afinal de contas, é impossível prever como o aquecimento global afetará o clima local.

Este livro tem o objetivo de facilitar a elaboração de políticas de adaptação. Ele fornece ferramentas que permitem que os governos coordenem melhor suas ações, de modo que cada órgão tenha clareza sobre como a mudança climática afeta seu mandato, quais são as soluções em cada setor e o que o governo pode fazer para se adaptar, seja diretamente ou por meio da capacitação dos esforços do setor privado. O livro enfatiza que a adaptação exige a ação de todos, desde famílias e empresas até todos os segmentos e níveis de governo.

Muitas soluções estão prontamente disponíveis. Como mostramos neste livro, uma delas é reduzir a exposição

das comunidades, ou realocando-as para longe do perigo ou construindo barreiras de proteção - seja com tijolos e argamassa ou aproveitando o poder das soluções baseadas na natureza, como parques urbanos e áreas úmidas.

A adaptação não significa a eliminação de todos os riscos. Nenhuma quantidade de investimento pode eliminar o risco de um desastre natural. Em vez disso, adaptação significa criar resiliência. Precisamos preparar planos de evacuação e de continuidade dos negócios. Precisamos estocar medicamentos essenciais e materiais de reconstrução. Precisamos garantir diversas fontes de água e energia. Precisamos de redundância no transporte e nas telecomunicações para garantir o fornecimento de serviços essenciais de infraestrutura. Investir em sistemas de alerta antecipado é a maneira mais econômica de salvar vidas, permitindo que os governos se antecipem aos desastres, informem as pessoas e as ajudem a agir.

Ao mesmo tempo em que infligem interrupções econômicas e sociais generalizadas, as mudanças climáticas afetarão desproporcionalmente as comunidades marginalizadas. Portanto, uma adaptação eficaz exige a melhoria da inclusão financeira. Isso também requer programas de proteção social mais robustos que possam responder aos choques climáticos. É fundamental direcionar explicitamente o apoio às famílias mais vulneráveis. Por exemplo, os assentamentos informais se beneficiariam imensamente de um melhor projeto de moradia e de materiais mais resistentes. Entretanto, os códigos de construção geralmente não são aplicados nesses locais. Os governos devem abordar esses desafios, elaborando planos em consulta com todas as partes interessadas e insistindo para que atendam às necessidades até mesmo dos mais desfavorecidos.

As soluções dependerão do contexto local. Cada país e cada município tem prioridades e estratégias de desenvolvimento compatíveis com seus compromissos externos. Os planos de adaptação devem partir de uma análise de risco e vulnerabilidade e se concentrar no nível territorial. Nossa esperança neste livro é ajudar a elaborar esses planos com base em conhecimentos atualizados e estratégicos.

Graham Watkins

Chefe da Divisão de Mudanças Climáticas
Banco Interamericano de Desenvolvimento

Autores

Hipólito Talbot-Wright

CONSULTOR, MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
hipolitot@iadb.org

Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SÊNIOR, MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
avogtschilb@iadb.org

RESUMO EXECUTIVO

Com calor e com água até ao pescoço: nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climáticas

Enquanto escrevemos estas linhas, 2023 está a caminho de se tornar o ano mais quente já registrado, atingindo 1,4°C acima das médias pré-industriais pela primeira vez. Um forte El Niño este ano se somou ao impacto do aquecimento global de início lento para nos dar uma prévia de como será o futuro. Incêndios florestais queimaram 363.000 hectares no Chile, causando quase US\$ 3 bilhões em perdas e danos em apenas 72 horas. Fortes chuvas destruíram 50.000 casas no Peru, enquanto uma onda de calor exacerbou a epidemia de dengue, infectando 150.000 pessoas e matando 400. Deslizamentos de terra provocados por chuvas torrenciais no Haiti prejudicaram uma em cada cinco comunidades, matando 48 pessoas e resultando na perda de 3.000 cabeças de gado e 30.000 hectares de terras agrícolas, além de aumentar os casos de cólera.

Não há dúvida de que a adaptação é uma prioridade, e este livro mostra como isso pode ser feito. O livro começa com uma observação: embora existam soluções técnicas disponíveis, o conhecimento está disperso em relatórios técnicos que se concentram, cada um, em uma questão diferente, como a adaptação do setor de energia às tempestades de inverno ou a atualização das práticas agrícolas em face de temperaturas mais altas e secas. As publicações que apresentam uma visão geral sobre adaptação tendem a oferecer uma estrutura conceitual ou exemplos de iniciativas dispersas. Nosso objetivo aqui é explicar de forma sistemática, mas simples, por que a mudança climática é um problema, quais soluções podem ser implementadas e o que os governos podem fazer para ajudar. Tentamos escrever de uma forma acessível que agradasse a um amplo público de formuladores de políticas, analistas e cidadãos preocupados com as mudanças climáticas.

O livro está organizado em nove capítulos. Seis deles se concentram em um sistema específico: alimentos e biodiversidade (que estão ligados porque frequentemente competem pela terra), água, energia, transporte, ciudades e saúde. Cada capítulo explica como a mudança climática é uma ameaça, lista soluções de adaptação e sugere intervenções governamentais que podem permitir a transição para uma economia resiliente ao clima. Três outros capítulos apresentam questões a serem consideradas em todos os setores: gestão de riscos de desastres e técnicas de apoio à tomada de decisões em condições de incerteza, implicações sociais das mudanças climáticas e aspectos fiscais e financeiros da política de adaptação. Priorizamos exemplos da América Latina e do Caribe, mas esperamos que o livro, e cada capítulo individualmente, seja de interesse para um público global.

Os riscos climáticos ameaçam vidas e a prosperidade

As temperaturas globais continuarão aumentando enquanto os países emitirem gases de efeito estufa na atmosfera. As projeções atuais de emissões pintam um quadro sombrio, com temperaturas projetadas para aumentar mais de 2°C ou até 2,5°C até o final do século se os países não agirem de forma mais decisiva para alcançar uma economia neutra em carbono até 2050.

Um filme em câmera lenta com uma trilha sonora em ritmo acelerado

O aquecimento do clima traz mudanças graduais e choques violentos. As mudanças graduais incluem impactos que se acumulam ao longo do tempo, como o aumento da temperatura e do nível do mar, mudanças nos padrões de precipitação, acidificação dos oceanos, derretimento das geleiras, migração de espécies e perda de biodiversidade. Os choques violentos incluem eventos climáticos extremos, como enchentes, tempestades, secas e ondas de calor, e outros desastres, como pandemias, invasões de pragas, incêndios florestais e deslizamentos de terra.

A mudança climática pode exacerbar os perigos existentes ou levá-los a novas áreas. Por exemplo, as mudanças na precipitação e no derretimento das geleiras podem trazer insegurança hídrica e maior risco de seca para locais que costumavam ter água em abundância. Algumas áreas costeiras que já estão preparadas para inundações podem sofrer com mais frequência e enfrentar tempestades mais fortes.

Uma maneira útil de analisar os riscos trazidos pelas mudanças climáticas é decompô-los em perigo, exposição e vulnerabilidade ([Capítulo 1](#)). O perigo é a ameaça climática, a exposição é a condição de estar localizado em áreas ameaçadas e a vulnerabilidade determina a gravidade do impacto dos elementos expostos. Por exemplo, a elevação dos mares é um perigo, as cidades costeiras estão expostas e a qualidade da infraestrutura determina a vulnerabilidade.

As previsões são difíceis, especialmente sobre o futuro

As mudanças climáticas também trazem incertezas profundas, uma situação gerada quando os tomadores de decisão e as partes interessadas não sabem ou não concordam com a probabilidade de diferentes cenários. Em nosso caso, a incerteza profunda surge porque os impactos locais das mudanças climáticas são desconhecidos ([Capítulo 1](#)). A mesma dinâmica atmosférica que torna impossível prever o tempo com uma semana de antecedência em sua cidade natal torna impossível prever a quantidade de chuva esperada em Valparaíso em 2040, a duração da estação de cultivo de feijão na Colômbia em 2045 ou a incidência de ondas de calor na Cidade do México em 2050.

O registro histórico não é mais uma boa imagem do perigo atual e futuro. Na maioria dos lugares, os modelos climáticos não conseguem nem mesmo concordar se choverá mais ou menos em 30 anos. Só saberemos com certeza após o fato. Além disso, a mudança climática em si não é o único fator incerto. As tendências tecnológicas, sociais e econômicas são igualmente incertas e desempenham um papel fundamental na formação da exposição e da vulnerabilidade aos impactos climáticos. Portanto, a adaptação deve considerar muitos futuros climáticos possíveis e dar prioridade a opções flexíveis e de baixo risco que funcionem em todos eles.

Perdas econômicas e sociais

A mudança climática causa perdas econômicas ao destruir ativos, interromper a prestação de serviços e reduzir a produtividade. Por exemplo, o clima desfavorável e a migração de espécies destroem os ecossistemas e diminuem a produtividade da agricultura. Na América do Sul, a duração média da estação de crescimento dos principais alimentos básicos, como trigo e milho, já diminuiu de 1,6% a 2,5% ([Capítulo 2](#)). O aumento do nível do mar engolirá destinos turísticos, como hotéis e praias. No Caribe, o fluxo de turistas cai em um terço após os furacões ([Capítulo 2](#)).

Eventos climáticos extremos interrompem ou diminuem a produtividade de serviços essenciais de infraestrutura. Em Lima, Peru, as fortes chuvas e os subsequentes deslizamentos de terra em 2017 encheram os rios de lama, forçando o fechamento da principal estação de tratamento de água e cortando o fornecimento de água para a cidade ([Capítulo 3](#)). Em toda a América Latina e no Caribe, as secas ameaçam secar os reservatórios das usinas hidrelétricas e forçam os operadores a desligar as usinas de gás natural que não podem ser resfriadas. Os incêndios florestais cortam as linhas de energia, enquanto as ondas de calor aumentam a demanda por ar condicionado ([Capítulo 4](#)).

Quando a infraestrutura é danificada, o maior problema é a perda de serviço. Na República Dominicana, furacões, enchentes de rios, terremotos e tsunamis causam cerca de US\$ 1 milhão em danos à rede todos os anos, mas as perdas para os usuários, medidas pela avaliação do tempo perdido com as interrupções, são quase três vezes maiores ([Capítulo 5](#)). Uma preocupação importante surge quando o clima obstrui o acesso à infraestrutura essencial, como os portos usados para exportar mercadorias ou importar materiais de reconstrução.

A maior parte dos impactos da mudança climática será sentida nas cidades ([Capítulo 6](#)). A maioria das pessoas na América Latina e no Caribe vive em cidades, e é nelas que se concentra a riqueza da região. A rápida fuga rural que a maioria dos países da região experimentou significa que a população urbana saltou de 50% da população total em 1960 para 81% em 2020. Infelizmente, grande parte dessa migração rural foi absorvida por assentamentos informais,

localizados em colinas íngremes, margens de rios ou áreas costeiras propensas a deslizamentos de terra e inundações; contendo casas mal projetadas e construídas com materiais de baixa qualidade que não resistem a furacões; e com pouco acesso a serviços públicos, como coleta de lixo e combate a incêndios, expondo os habitantes ao perigo de incêndios.

A mudança climática também tem impactos na saúde ([Capítulo 7](#)). Em uma América do Sul envelhecida e em aquecimento, as mortes relacionadas ao calor aumentaram 160% entre 2000 e 2021. O estresse térmico também reduz a produtividade e já causou uma epidemia de doença renal na América Central. A quebra de safra e as secas trazem desnutrição e doenças. Entre 2030 e 2050, 95.000 crianças poderão morrer anualmente de desnutrição induzida pelas mudanças climáticas. A migração de insetos também é um problema: a adequação climática da dengue na América do Sul aumentou 35% entre 1951 e 2021.

Por fim, as mudanças climáticas exacerbam a desigualdade e a pobreza ([Capítulo 8](#)). As famílias pobres tendem a ter moradias mais frágeis, vivem em áreas mais arriscadas e, quando não têm acesso a contas bancárias, colocam a maior parte de suas economias em ativos como gado, que são vulneráveis aos impactos climáticos. Quando o furacão Mitch atingiu Honduras, o quinto mais pobre das famílias perdeu 18% de seus ativos, em comparação com apenas 3% do quintil mais alto. As famílias mais pobres também têm menos capacidade de lidar com as perdas; tendo poucos gastos de luxo para cortar, elas podem ser forçadas a abandonar o sistema educacional, adiar o tratamento de saúde ou reduzir a ingestão de alimentos.

O mesmo, mas diferente: soluções comuns de adaptação

É necessária uma ação imediata para evitar consequências devastadoras e garantir que todos, independentemente do status socioeconômico, possam se adaptar e prosperar em um mundo em transformação. Embora cada setor econômico e local seja diferente, nossa análise revela tipos de soluções comuns a serem consideradas.

Identificação de perigos e redução da exposição

A primeira solução comum é reduzir a exposição aos impactos da mudança climática, pois algumas áreas serão mais afetadas do que outras. Por exemplo, regiões costeiras de baixa altitude ou áreas próximas a rios e lagos são mais propensas a inundações do que áreas localizadas longe desses locais. Adaptação significa evitar essas áreas expostas ou mudar-se para outras mais seguras.

A identificação de riscos é um pré-requisito essencial. Embora os impactos climáticos não possam ser previstos com certeza, as simulações numéricas e as deliberações com as partes interessadas locais são fundamentais para prever quais áreas podem ser expostas aos elementos.

Proteção de áreas valiosas

Retirar-se de áreas de risco nem sempre é possível ou desejável. As áreas expostas podem ter ativos significativos ou ser de interesse cultural, e a realocação por meio de migração em massa traz outros desafios. Portanto, é fundamental proteger as áreas expostas. A construção de infraestrutura cinza é uma maneira de fazer isso, por exemplo, usando diques e quebra-mares. As soluções baseadas na natureza, também conhecidas como infraestrutura verde, costumam ser alternativas econômicas: os manguezais podem quebrar as ondas, os parques podem oferecer amortecedores contra enchentes e deslizamentos de terra e as árvores urbanas reduzem substancialmente as temperaturas durante as ondas de calor - tudo isso ao mesmo tempo em que oferecem comodidades culturais e promovem a biodiversidade. As soluções cinza e verde funcionam

melhor juntas: em Assunção, no Paraguai, os pântanos restaurados e a infraestrutura de drenagem aprimorada protegem 1.500 residências contra inundações ([Capítulo 6](#)).

Pergunte ao engenheiro: reforçando estruturas e melhorando a eficiência

A realocação e a proteção não eliminam o risco. Projetar estruturas mais fortes e inteligentes é fundamental para reduzir os danos quando os impactos se materializam. Por exemplo, as estradas podem ser construídas de acordo com padrões mais elevados, usar materiais mais robustos, incluir mais bueiros e apresentar uma inclinação que as proteja contra os riscos de chuvas crescentes e deslizamentos de terra ([Capítulo 5](#)). No setor de alimentos, as soluções técnicas para preservar a produtividade incluem a mudança para culturas resistentes ao calor, a melhoria dos sistemas de irrigação e a construção de reservatórios ([Capítulo 2](#)).

Melhorar a eficiência também é fundamental. As opções de projeto que usam menos água, terra ou energia moderam o estresse sobre esses recursos decorrente das mudanças climáticas. Por exemplo, casas mais bem isoladas precisam de menos energia para resfriamento durante as ondas de calor, aumentando a chance de o sistema de energia conseguir lidar com isso ([Capítulo 6](#)). No sistema alimentar, a redução do desperdício e da perda, que atualmente afeta até 30% da produção de alimentos em todo o mundo, é uma forma de obter eficiência.

Diversificação, redundância e descentralização

A adaptação é mais eficaz no nível do sistema. Os principais conceitos aqui são diversificação, descentralização e redundância. Diversificação significa estabelecer fontes alternativas de bens e serviços, como obter água de um portfólio de soluções que inclui reservatórios, águas subterrâneas, usinas de dessalinização, áreas úmidas restauradas ou mantidas e água cinza reciclada ([Capítulo 3](#)). Da mesma forma, as fazendas que produzem vários alimentos e

aproveitam as propriedades repelentes de algumas plantas são menos vulneráveis à devastação por pragas do que as monoculturas. Na Colômbia, Nicarágua e Honduras, a suplementação de culturas tradicionais, como soja, trigo e milho, com mandioca e inhame melhoraria a segurança alimentar ([Capítulo 2](#)).

Descentralização significa distribuir geograficamente a infraestrutura e os serviços essenciais, reduzindo as falhas de ponto único no processo. Por exemplo, painéis solares e moinhos de vento espalhados por um território têm menos probabilidade de serem inundados ao mesmo tempo do que uma única usina de carvão ([Capítulo 4](#)). Com redundâncias, várias partes do sistema servem a propósitos semelhantes e fornecem soluções de backup, por exemplo, quando várias rotas e meios de transporte estão disponíveis para conectar bairros residenciais a empregos, centros de saúde e recreação ([Capítulo 5](#)).

Construindo resiliência

Nem todos os riscos são evitáveis. A adaptação também significa preparar-se para os desastres e desenvolver a resiliência, que é a capacidade de lidar e se recuperar de eventos adversos antes que

os perigos ocorram ([Capítulo 1](#)). Com planos de monitoramento, alerta antecipado e resposta em vigor, as famílias, as empresas e as autoridades podem mover objetos de valor e estoques para longe das áreas de inundação. Elas podem reforçar janelas e portas antes de um furacão, preparar rotas alternativas para adquirir insumos ou fornecer produtos ou evacuar antes da aproximação de um incêndio florestal. A vigilância das tendências climáticas também permite que os profissionais de saúde identifiquem e respondam a novos riscos à saúde e que os agricultores escolham as melhores culturas para plantar ([Capítulo 7](#)).

A preparação para a reconstrução é fundamental. Economizar por meio de instituições financeiras e contratar seguros permite que as famílias e as empresas financiem os reparos após o desastre ([Capítulo 9](#)). Manter estoques de peças essenciais, medicamentos e materiais de reconstrução é importante em alguns setores. E fornecer proteção social às famílias, como transferências de dinheiro e acesso a serviços de saúde e saneamento, significa que elas terão uma rede de segurança se forem afetadas pelos impactos da mudança climática ([Capítulo 8](#)).

O papel da política governamental

Para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, os governos precisam usar uma série de instrumentos de política. De fato, embora muitas adaptações técnicas possam ser implementadas diretamente por um governo, muitas outras exigem o envolvimento do setor privado de acordo com a política governamental.

Zoneamento e padrões

O zoneamento desempenha um papel fundamental na redução da exposição aos impactos da mudança climática. Em Barbados, os edifícios não podem ser construídos a menos de 30 metros da marca d'água alta, evitando, assim, zonas expostas à erosão e a inundações ([Capítulo 6](#)). O zoneamento também serve para proteger a natureza, salvaguardar funções ecológicas críticas e promover soluções baseadas

na natureza ([Capítulo 2](#)). Um exemplo disso é a obrigatoriedade de espaço para restaurar manguezais em áreas costeiras tropicais, o que reduz os riscos de inundação para novos empreendimentos. Em Medellín, o governo plantou parques urbanos nas encostas das montanhas para evitar assentamentos informais, reduzir o risco de deslizamento de terra e proporcionar recreação local

Os padrões podem ser usados para exigir o uso de adaptações essenciais. Os códigos de construção geralmente estabelecem padrões para resistir a ventos, temperaturas ou chuvas extremas. As normas de energia determinam a construção de reforços ao redor das usinas de energia para resistir a eventos de inundação ([Capítulo 4](#)). A aplicação de auditorias regulares pode ajudar a garantir a manutenção adequada ([Capítulo 5](#)). As regulamentações do local de trabalho são fundamentais para acomodar as

condições de trabalho, por exemplo, proibindo o trabalho ao ar livre durante as horas de pico de calor ou tornando obrigatório o uso de roupas especiais, protetor solar e acesso à água potável ([Capítulo 7](#)).

A cenoura e o bastão: instrumentos econômicos

Os governos também têm instrumentos econômicos à sua disposição para promover a adaptação. Esses instrumentos incluem subsídios, impostos, tarifas e subvenções. Por exemplo, as tarifas de água podem ser projetadas para promover a conservação da água e a recuperação de custos para as empresas de serviços públicos ([Capítulo 3](#)). Os subsídios governamentais podem fornecer financiamento direto para permitir que as concessionárias de energia reforcem a rede ou invistam em baterias para evitar apagões quando ocorrem eventos climáticos extremos ([Capítulo 4](#)). Os impostos sobre o congestionamento nos centros urbanos podem ser usados para promover cidades densas e mais adaptáveis ([Capítulo 5](#)).

A reforma dos subsídios agrícolas e energéticos também é essencial. Os governos gastam quase US\$ 540 bilhões por ano em todo o mundo para apoiar a agricultura, e 87% desse apoio foi considerado ineficiente e injusto. Além disso, esse apoio gera riscos à saúde relacionados ao impacto da agricultura no meio ambiente e ao impacto de dietas não saudáveis no bem-estar das pessoas ([Capítulo 2](#)). Em 2020, a América Latina e o Caribe gastaram US\$ 60 bilhões, ou 1,3% do PIB, em subsídios aos combustíveis fósseis. Além de seu impacto como incentivos, esses subsídios oneram as finanças públicas; reformá-los e, ao mesmo tempo, proteger as famílias pobres e as empresas vulneráveis deve ser uma prioridade ([Capítulo 9](#)).

O valor dos dados e do desenvolvimento de capacidades

A coleta e a publicação de dados e previsões em tempo real são fundamentais para ajudar os tomadores de decisão a se prepararem para eventos climáticos extremos. Os sistemas de alerta antecipado que fornecem instruções diretas e eficientes à população (como mensagens de texto instruindo as pessoas a deixarem urgentemente uma zona de inundação repentina) estão entre as formas mais eficazes de salvar vidas. Os governos devem investir na tecnologia e nas habilidades necessárias para fornecer esse serviço essencial. As previsões meteorológicas de longo prazo também são importantes, por exemplo, para ajudar os agricultores a ajustar suas colheitas sazonais se houver previsão de seca.

Os governos também devem realizar e publicar avaliações de impacto e vulnerabilidade às mudanças climáticas que prevejam como as mudanças climáticas afetarão as atividades econômicas ou o meio ambiente localmente. Além disso, precisam estabelecer programas de educação e treinamento específicos por setor e localidade para desenvolver a capacidade de adaptação de suas agências, governos subnacionais e setor privado.

Os órgãos governamentais e o setor privado precisam lidar com uma grande incerteza em suas tomadas de decisão. Para isso, eles podem explorar diferentes cenários, procurar opções sem arrependimento que funcionem bem em várias condições e gerar planos que permitam ajustar o curso à medida que novas informações forem disponibilizadas ([Capítulo 1](#)). O treinamento de tomadores de decisão, funcionários públicos e acadêmicos para o uso dessas ferramentas é uma parte importante da combinação de políticas de adaptação do governo.

Reunindo as partes interessadas

As mudanças climáticas se manifestam de forma diferente em cada área geográfica e afetam todos os setores econômicos ao mesmo tempo, com implicações sociais e financeiras. Portanto, as estratégias de adaptação devem ser criadas reunindo as perspectivas de todas as partes interessadas afetadas em nível territorial.

A abordagem territorial

A fragmentação institucional é um desafio significativo na elaboração de políticas de adaptação. A ação coordenada é complexa porque a experiência, as responsabilidades e o poder de decisão são distribuídos entre vários agentes públicos e privados e entre agências que se reportam a mais de um ministério. Por exemplo, a resposta do governo a uma seca severa pode depender de políticas hídricas, agrícolas, de saúde e ambientais.

Os planos de adaptação podem promover a coordenação entre os atores e esclarecer a responsabilidade sobre quem deve agir em relação a quê. Os principais instrumentos de planejamento para adaptação são as leis de estrutura de mudança climática e os planos nacionais de adaptação. No Chile, a Lei-Quadro de Mudanças Climáticas delega a responsabilidade de agir em face das mudanças climáticas aos ministérios, exigindo que eles desenvolvam planos de adaptação para seus respectivos setores. Os planos de adaptação devem diagnosticar o risco, identificar soluções e atribuir responsabilidade a órgãos governamentais específicos para agir e promovê-las. Os governos devem se esforçar para simplificar o planejamento de adaptação em outros instrumentos de planejamento, como planos de desenvolvimento setorial e as contribuições determinadas nacionalmente que eles comunicam à ONU na estrutura do Acordo de Paris.

Os governos também devem considerar as mudanças climáticas em nível territorial. Uma abordagem territorial garante que as realidades locais sejam consideradas e que as políticas setoriais sejam adaptadas às necessidades específicas do território. Isso significa capacitar os governos e as administrações locais para que definam suas próprias necessidades e políticas de adaptação. É fundamental promover

a participação pública e a consulta às comunidades locais e envolver todas as partes interessadas no processo de tomada de decisões para garantir que os grupos marginalizados e vulneráveis tenham voz.

O dinheiro fala: adaptação das finanças para financiar a adaptação

Políticas fiscais bem elaboradas também têm um papel importante a desempenhar na adaptação ([Capítulo 9](#)). As intervenções governamentais dependem da alocação de recursos orçamentários para financiar a infraestrutura pública e oferecer incentivos financeiros, como subsídios ou reduções de impostos. Ao mesmo tempo, os saldos fiscais são, por si só, vulneráveis às mudanças climáticas. Os desastres naturais e os esforços de socorro custam dinheiro. Na região, a ocorrência de pelo menos um evento extremo por ano pode aumentar o déficit fiscal em 0,8% a 0,9% do PIB. A maioria dos fundos públicos virá do orçamento geral, mas os governos também podem usar crédito contingente, títulos verdes e reformas fiscais ambientais para gerenciar o risco climático e financiar a adaptação.

O sistema financeiro também é vulnerável ao risco de os impactos das mudanças climáticas criarem ativos irrecuperáveis - por exemplo, se o nível do mar subir o suficiente para engolir um resort caro ([Capítulo 9](#)). Grandes ativos irrecuperáveis podem levar a perdas em cascata que são transmitidas e amplificadas em todo o sistema financeiro. Fornecer avaliações definitivas da preparação climática do sistema é um desafio devido à opacidade da exposição ao risco das instituições financeiras, às complexas conexões dentro do sistema financeiro, às dificuldades de prever os impactos climáticos e as reações do mercado e à disponibilidade limitada de dados. Os governos devem exigir avaliações dos riscos relacionados ao clima. Eles devem exigir divulgações financeiras relacionadas ao clima e impor práticas de precaução para reduzir os riscos.

Adaptação por meio de uma lente social

As famílias mais pobres geralmente são as mais afetadas por eventos climáticos extremos ([Capítulo 8](#)). Os governos devem identificar as famílias em risco

e estabelecer formas de apoiá-las com programas de proteção social sensíveis a choques. Os esforços de recuperação devem se concentrar em reconstruir melhor as comunidades. Isso significa reconstruir casas em locais mais seguros, reforçar estruturas e investir em medidas como isolamento térmico e ventilação para aumentar a resistência das comunidades a futuros desafios relacionados ao clima.

A inclusão financeira reduz a necessidade de ajuda e investimento do governo. Contas bancárias e ativos financeiros ajudam a manter as economias fora de perigo quando ocorre um desastre. Seguros, poupança e empréstimos ajudam as famílias a se recuperarem de desastres. No entanto, o acesso a instrumentos financeiros geralmente é limitado. Os governos podem promover a inclusão financeira para desenvolver a resiliência. Isso inclui a remoção de barreiras, como a distância até as agências bancárias ou os requisitos mínimos para acesso a contas bancárias e seguros. Por exemplo, a implementação de um seguro indexado ao clima, que faz pagamentos com base em variáveis facilmente observáveis, como a precipitação,

pode levar a cobertura de transferência de risco a fazendas menores e mais pobres, reduzindo os custos de administração (capítulo 9).

Por fim, a boa governança deve garantir que ninguém seja deixado para trás. Os governos devem prestar atenção em como os benefícios e as perdas da política de adaptação são distribuídos por toda a sociedade, evitando desigualdades no acesso à proteção, socorro e serviços básicos. Os regulamentos de zoneamento e o deslocamento de assentamentos informais podem afetar negativamente o acesso à saúde e à educação dos habitantes dos assentamentos, independentemente do risco. Ao mesmo tempo, a mudança climática provocará mais migração, pois as pessoas abandonam as áreas danificadas pelos impactos climáticos e se mudam para outras com melhores oportunidades, geralmente dentro das mesmas fronteiras nacionais. A melhor maneira de garantir que a política climática seja equitativa é dar voz a todas as partes interessadas, inclusive aos segmentos pobres e marginalizados da sociedade.

Índice

RESUMO EXECUTIVO / I

CAPÍTULO 1. Tomada de decisões para um futuro imprevisível / 1

Tomada de decisões para um futuro imprevisível / 3

O que será, será: riscos climáticos e tomada de decisões / 4

Compreender o perigo, a exposição, a vulnerabilidade, a resiliência e a capacidade de adaptação / 4

Gerenciamento de riscos de desastres para melhorar a vida / 4

Incorporação da incerteza na tomada de decisões / 5

Uma resposta melhor para um grande problema / 8

Transparência e responsabilidade / 8

Solidariedade em tempos de crise / 9

Financiamento de riscos de desastres / 9

Referências bibliográficas / 10

CAPÍTULO 2. Replantando a biodiversidade e repensando a nutrição / 11

Um ataque à biodiversidade e à segurança alimentar / 14

Mordendo a mão que nos alimenta / 14

Ameaças aos ecossistemas terrestres e aquáticos / 15

Rendimentos mais baixos, problemas maiores / 15

Uma vida melhor com a natureza: opções de adaptação / 17

Protegendo a terra e os oceanos / 17

Aumentar a resistência a eventos climáticos extremos / 19

Força e diversidade / 19

Melhores dietas e menos desperdício / 20

Política de alimentos e conservação da biodiversidade: um casamento entre política de alimentos e conservação da biodiversidade / 21

Um banquete regulatório / 21

Semeando as sementes da mudança: informação e comunicação / 22

Despesas que valem a pena / 22

Referências / 24

CAPÍTULO 3. Aproveitando a onda de adaptação nos setores de água e saneamento / 29

Efeitos das mudanças climáticas na segurança hídrica / 32

Uma ameaça à disponibilidade de água / 32

O impacto na qualidade da água / 33

Um dilúvio de opções de adaptação / 33

Mais eficiência, menos estresse / 33

Reutilizar e reciclar / 34

A diversificação é fundamental / 34

A natureza fornece / 34

Como as intervenções do governo podem reverter essa tendência / 36

Alusão à boa governança / 36

Fazer com que as informações fluam / 36

Informar a tomada de decisões com melhores dados e melhores métodos / 37

Criar e aplicar regulamentos / 37

Instrumentos econômicos / 38

Referências bibliográficas / 39

CAPÍTULO 4. Impulsionando a adaptação no setor elétrico / 43

Mudança do clima: uma ameaça à infraestrutura e à segurança energética / 46

Geração de energia vulnerável em várias frentes / 46

As redes de energia sentem o calor / 46

Demanda: em alta / 47

Opções de adaptação: como ajudar o setor de energia a lidar com o futuro / 49

Encontrando força nos números e na diversidade / 49

Soluções criativas para proteger a infraestrutura / 50

O poder da preparação / 50

Intervenções governamentais para impulsionar a adaptação / 52

Referências / 54

CAPÍTULO 5. Impulsionando a adaptação no setor de transportes / 55

À beira da colisão: mudanças climáticas e sistemas de transporte / 58

Vulnerabilidade da infraestrutura / 58

Uma ameaça econômica e social / 58

Opções de adaptação: manter os países em movimento / 59

Proteger a infraestrutura crítica / 59

Foco na manutenção / 60

Resiliência sob estresse / 60

Sistemas de suporte a decisões / 60

Estar preparado / 61

O governo retoma o controle / 62

Traçando o caminho para a adaptação / 62

Incentivar o investimento / 63

Acesso à informação / 64

Referências / 65

CAPÍTULO 6. Cidades Resilientes / 67

As mudanças climáticas ameaçam as cidades / 70

Problemas em casa / 70

Risco de incêndios urbanos / 70

A vulnerabilidade dos ativos urbanos / 71

Adicionando combustível ao fogo: informalidade e crescimento rápido / 71

Construindo cidades melhores / 72

A localização é importante / 72

Pinte-o de cinza / 72

Ou de verde / 72

Cidades legais / 73

Soluções de design / 74

O papel do governo / 75

Planejamento urbano / 75

Conhecimento é poder / 75

O valor da regulamentação / 76

Superando a informalidade e a desigualdade / 76

Financiamento para cidades / 77

Referências / 78

CAPÍTULO 7. Verificando o bem-estar: Mudança climática e o setor de saúde / 81

Mudança climática: uma ameaça à saúde humana e aos sistemas de saúde / 84

Aumento da ocorrência de doenças / 84

Um risco para a alimentação / 85

Quando a natureza é desastrosa para a saúde / 85

Prejuízos ao sistema de saúde / 85

Adaptações para fortalecer o sistema de saúde / 86

Planejamento preventivo: diagnóstico, da prevenção e do tratamento / 86

Garantir a capacidade estrutural / 86

Compartilhamento de conhecimento e melhoria da comunicação / 87

Intervenções governamentais: imprescindíveis para a adaptação / 88

Uma postura preventiva / 88

Uma abordagem de equipe para a governança / 89

Política regulatória / 89

Política fiscal e seguro saúde / 90

Referências / 91

CAPÍTULO 8. Verificação do bem-estar: o risco econômico e ambiental para os pobres / 93

Os desastres nunca chegam sozinhos para os mais pobres / 96

Vulnerabilidade dos ativos / 96

Vivendo no limite da pobreza / 97

Emprego e salários / 97

Baixa renda = Baixa resiliência / 98

Uma lição difícil: impacto de longo prazo na educação e na saúde / 98

É necessário um colchão financeiro maior / 99

Migração: uma bênção ou uma maldição? / 99

Sincronização da adaptação e do desenvolvimento / 100

Reduzir a exposição / 100

Fortalecimento da saúde e da educação / 101

Adaptação da proteção social para enfrentar com sucesso as mudanças climáticas / 101

Referências / 103

CAPÍTULO 9. Adaptação do financiamento público e privado para o financiamento da adaptação / 107

As mudanças climáticas acarretam riscos físicos e transitórios / 110

Política fiscal para gerenciar o risco climático / 110

Financiamento dos custos de eventos climáticos extremos / 110

Financiamento da adaptação / 112

São oferecidas recompensas?

Títulos verdes e títulos vinculados à sustentabilidade / 113

Promoção de um setor financeiro resiliente / 114

Surpresas e reações em cadeia / 114

Diagnóstico de risco financeiro / 115

Avaliar, gerenciar e divulgar os riscos / 115

Uma tempestade está se formando: necessidades de treinamento, planejamento e coordenação / 117

Classificação das atividades econômicas e dos gastos públicos / 117

Planejamento e coordenação de políticas climáticas / 117

Referências / 119

CAPÍTULO 1.

Tomada de decisões para um futuro imprevisível



Autores

Hipólito Talbot-Wright

ASSESSOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
hipolitot@iadb.org

Valentina Saavedra Gómez

ESPECIALISTA EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
valentinasa@iadb.org

Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SÊNIOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
avogtschilb@iadb.org

Ilustrações de Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Saavedra Gómez, V., Vogt-Schilb, A., 2023. Tomada de decisões para um futuro imprevisível, em: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Com calor e água até ao pescoço: nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climática. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Tomada de decisões para um futuro imprevisível

A mudança climática causa fenômenos de início lento, como o aumento da temperatura e do nível do mar, e eventos climáticos extremos, como enchentes, secas e furacões. O gerenciamento de riscos de desastres é uma ferramenta vital para a adaptação às mudanças climáticas. Ele envolve a identificação de possíveis eventos climáticos extremos (perigos), a limitação da população e dos ativos afetados quando ocorrem desastres naturais (exposição), a redução das consequências imediatas para as pessoas e as empresas afetadas (vulnerabilidade) e a melhoria da capacidade de enfrentamento e recuperação (resiliência). No entanto, as abordagens de gerenciamento de riscos devem levar em conta a incerteza profunda, ou seja, quando os dados são escassos ou quando os especialistas discordam sobre os possíveis riscos e resultados. De fato, a mudança climática leva a mudanças incertas na frequência, intensidade e distribuição geográfica de eventos climáticos extremos. O registro histórico não é mais uma base sólida para a previsão de riscos. A ferramenta “Decision Making Under Deep Uncertainty” (DMDU) leva em conta vários cenários, procura opções suficientemente boas, “sem arrependimentos”, que funcionem bem em todos os futuros possíveis, e cria flexibilidade no processo de planejamento para que os tomadores de decisão possam adaptar o curso de ação à medida que as informações se tornam disponíveis. As abordagens de gerenciamento de risco de desastres e DMDU podem ser usadas para adaptação a eventos climáticos extremos incertos e de início lento. Os governos devem realizar avaliações de risco e vulnerabilidade; elaborar estratégias de gerenciamento de risco que definam responsabilidades claras entre os ministérios, os níveis subnacionais do governo e o setor privado; proibir áreas e atividades de alto risco; e estabelecer padrões de infraestrutura e planos de continuidade. Eles também devem promover o acesso a sistemas de alerta antecipado e planejar formas ex ante de fornecer assistência direta após grandes desastres, especialmente para famílias pobres. Por fim, devem promover a inclusão financeira e o seguro, alocar grandes orçamentos para a preparação para desastres e estabelecer regras orçamentárias especiais para a canalização de fundos de ajuda.

O que será, será: riscos climáticos e tomada de decisões

Os riscos climáticos decorrem de dois tipos de eventos: eventos climáticos extremos, como enchentes e furacões, e eventos de início lento, como o aumento do nível do mar e a diminuição das chuvas anuais. Para reduzir o impacto das mudanças climáticas sobre a vida e a prosperidade, os países precisam se adaptar aos dois tipos de eventos.

Compreender o perigo, a exposição, a vulnerabilidade, a resiliência e a capacidade de adaptação

Uma boa lente para analisar os riscos das mudanças climáticas e como se adaptar é identificar os perigos, a exposição e a vulnerabilidade (Hallegatte et al., 2017). Os *perigos* são eventos climáticos extremos, como tempestades, inundações e secas, bem como eventos de início lento, como o aumento das temperaturas e do nível do mar.

Exposição é a presença de populações, ecossistemas e ativos econômicos em áreas afetadas por uma ou mais ameaças. A mudança climática expõe as comunidades a perigos aos quais elas não estavam expostas anteriormente. Por exemplo, à medida que o nível do mar sobe, as áreas mais para o interior ficam expostas a inundações, principalmente em regiões costeiras de baixa altitude, como deltas de rios.

A exposição, por si só, não implica o risco de um perigo. O grau em que as ameaças afetam as populações, os ecossistemas e os sistemas humanos depende do grau de vulnerabilidade a elas. Por exemplo, uma onda de calor afetará mais uma residência em um bairro sem árvores, longe de corpos d'água, sem boa ventilação e com isolamento inadequado do que uma residência cercada por árvores, perto de água e com boa ventilação, isolamento e acesso a ar condicionado.

Há dois elementos fundamentais para reduzir os efeitos duradouros dos perigos onde há exposição e vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas: a *resiliência* e a *capacidade de adaptação*. A resiliência é a capacidade de enfrentar e se recuperar de eventos adversos. A capacidade de adaptação

é a capacidade de reduzir a exposição e a vulnerabilidade aos perigos. Uma família resiliente tem acesso a poupança e seguro para reparar ou reconstruir seus bens após um evento climático extremo. A mesma família é resiliente se tiver as informações e os recursos financeiros necessários para se afastar da área exposta.

As famílias pobres e excluídas geralmente são as mais expostas, as mais vulneráveis e as menos resilientes. Elas também têm a menor capacidade de se adaptar aos impactos das mudanças climáticas (Hallegatte et al., 2017). Os mais pobres geralmente não têm os meios para evitar a exposição a eventos, por exemplo, mudando-se de planícies aluviais baixas. Eles geralmente residem em estruturas mais fracas, como moradias autoconstruídas em assentamentos informais.¹ Além disso, muitas vezes não têm acesso a medidas de gerenciamento de risco, como esquemas de seguro. Após eventos climáticos extremos, as perdas de ativos das famílias mais pobres representam uma pequena fração do dano geral, mas uma proporção maior do total de seus ativos. Além disso, os efeitos menores sobre os ativos, quando medidos em termos de valor financeiro, muitas vezes têm um grande impacto sobre o bem-estar dos pobres, que são forçados a reduzir a educação, a nutrição e a assistência médica.²

Gerenciamento de riscos de desastres para melhorar a vida

O gerenciamento de risco de desastres é uma ferramenta para governos, empresas e indivíduos identificarem os riscos de eventos climáticos extremos e reduzi-los a níveis aceitáveis. Uma estratégia de gestão de risco de desastres tem como objetivo identificar perigos e desenvolver ferramentas de preparação para emergências, estratégias de resposta e alívio e planos de recuperação pós-desastre. Os formuladores de políticas também podem usar os princípios de gestão de risco de desastres para planejar uma resposta a eventos de início lento, como o aumento do nível do mar e a desertificação (Hallegatte et al., 2017; UNDRR, 2021).

¹ Consulte o [Capítulo 6. Cidades Resilientes](#)

² Consulte o [Capítulo 7. Verificando o bem-estar: Mudança climática e o setor de saúde.](#)

A redução do risco é obtida por meio da redução da exposição (por exemplo, afastando as pessoas da costa ou restaurando os manguezais para fornecer proteção contra inundações e aumento do nível do mar) ou limitando a vulnerabilidade (por exemplo, reforçando os edifícios). Os riscos que não são cobertos pela redução da exposição ou da vulnerabilidade são chamados de riscos residuais. Como o risco residual não pode ser evitado, o gerenciamento do risco de desastres também deve desenvolver a resiliência. Os instrumentos financeiros são uma maneira fundamental de fazer isso: eles ajudam a mitigar os impactos dos riscos inevitáveis. Os seguros distribuem parte do custo de eventos climáticos extremos entre os proprietários, em vez de deixar que os diretamente afetados paguem a conta. Da mesma forma, os subsídios públicos transferem parte dos custos das mudanças climáticas para um amplo grupo de contribuintes (IPCC, 2022). Para minimizar o risco residual, é essencial elaborar planos de resposta a emergências com antecedência, por exemplo, para estabelecer rotinas de evacuação, resgate ou reabilitação.

Os sistemas de alerta antecipado são um meio fundamental de reduzir os riscos, salvar vidas e proteger propriedades (IPCC, 2022). Os avisos dão às famílias e às empresas tempo para se prepararem para eventos climáticos extremos: evacuar, afastar objetos de valor de áreas propensas a inundações ou reforçar portas e janelas. Ter tempo suficiente para preparar uma casa antes de um furacão, por exemplo, reduz os danos em até 50% (Williams, 2002). Emitir avisos 48 horas antes de uma inundação também reduz os danos (Carsell, Pingel e Ford, 2004). Uma pesquisa do BID chamada *Riskmonitor* revelou que pelo menos 16 países da América Latina e do Caribe usam sistemas de alerta antecipado (Lacambra et al., 2014; BID, 2023). Um exemplo típico é a Lei de Gerenciamento de Emergências de Barbados, que em 2017 estabeleceu um Sistema Nacional de Alerta que permite que o governo emita anúncios de emergência diretamente ao público usando telefones celulares e fixos, fax, SMS, televisão ou anúncios por e-mail.

As mudanças climáticas e o gerenciamento de riscos têm implicações para o bem-estar. Os efeitos da mudança climática sobre os ativos não são os mesmos que sobre o bem-estar (Hallegatte et al., 2017). Uma abordagem de adaptação que busca reduzir o impacto da mudança climática sobre os ativos corre o risco de excluir os pobres. Uma abordagem alternativa é tentar reduzir o risco de bem-estar em vez do risco de ativos. Por exemplo, uma cidade

pode decidir gastar dinheiro em um muro caro para proteger um bairro pobre em vez de um bairro rico, mesmo que o valor financeiro dos ativos protegidos seja menor na área pobre. Mas ela pode decidir fazer isso porque a destruição da propriedade dos pobres teria um impacto maior sobre o bem-estar deles.

Incorporação da incerteza na tomada de decisões

A abordagem tradicional do gerenciamento de riscos baseia-se na identificação de perigos, sua probabilidade e possíveis consequências e na ponderação dos benefícios e custos das medidas para reduzir esses riscos ou suas consequências. Por exemplo, muitos países usam registros históricos para determinar a probabilidade de uma área ser inundada, geralmente expressa como um período de retorno. Se o período de retorno de uma inundação de um metro for de 100 anos, isso significa que há 1% de chance de ocorrer uma inundação de um metro ou mais nessa área a cada ano. Os países podem então definir um padrão de segurança. Eles podem, por exemplo, proibir o desenvolvimento em áreas onde se espera que ocorram inundações pelo menos a cada 20 anos e exigir que as estruturas sejam capazes de resistir a eventos de uma determinada intensidade. Oito países da região têm uma regulamentação que define níveis de risco aceitáveis para pelo menos dois desastres naturais (Lacambra et al., 2014; BID, 2023). Por exemplo, o Código de Construção das Bahamas estabelece que as instalações devem atender aos padrões definidos pela Sociedade Americana de Engenheiros Civis, e os edifícios localizados em áreas costeiras devem atender a padrões mais altos do que aqueles localizados mais para o interior.

A mudança climática, entretanto, induz mudanças na frequência, intensidade, área de influência e duração dos perigos (IPCC, 2022). O registro histórico não fornece mais uma boa imagem do perigo futuro. Nas Bahamas, os furacões de categoria 5, como o Dorian, que em 2019 deixou 70.000 pessoas desabrigadas e causou mais de US\$ 5 bilhões em danos, costumavam ocorrer uma vez a cada 50 a 100 anos. Com as mudanças climáticas, eles agora podem ocorrer uma vez a cada 25 anos (BID, 2020). A avaliação de riscos futuros agora exige o uso de modelos de simulação.

Para complicar a situação, os riscos induzidos pelas mudanças climáticas são *profundamente incertos*. A *incerteza profunda* refere-se a situações, geralmente

associadas a sistemas complexos e horizontes de longo prazo, em que a escassez de dados e a discordância entre os especialistas impossibilitam a quantificação precisa dos possíveis riscos e resultados (Marchau et al., 2019). Uma das principais incertezas é a magnitude da mudança climática global. Sabemos que a mudança climática vai piorar, mas não em quanto ou com que rapidez. Dependendo da disposição dos países em todo o mundo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa para atingir emissões líquidas zero até 2050 (Fazekas et al., 2022) e da eficácia de seus esforços e da resposta do complexo sistema climático, o aquecimento global em 2081-2100 provavelmente ficará entre 1,4 °C e 2,7 °C (IPCC, 2023). Isso afetará diretamente os eventos climáticos extremos e de início lento. Por exemplo, sabemos que os níveis do mar estarão mais altos em 2050, mas não sabemos exatamente quanto: eles podem subir de 15 a 30 cm acima do nível atual.

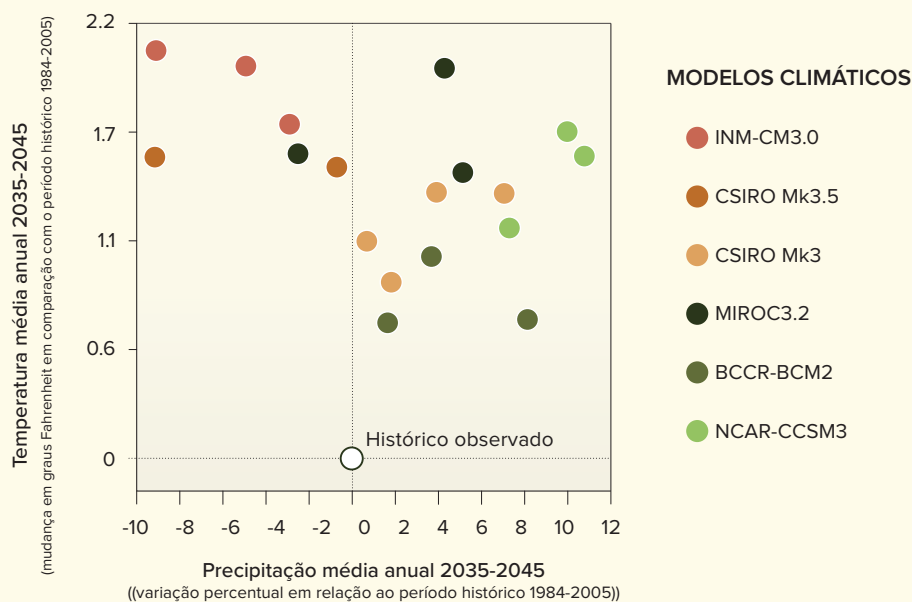
A segunda incerteza diz respeito a como os climas locais são afetados pelo aquecimento global. As equações que regem o comportamento da atmosfera são notoriamente *caóticas*: diz-se que uma borboleta batendo as asas na Europa muda a trajetória de um furacão dias depois no Caribe (“Butterfly Effect”, 2023). Isso significa que nenhum modelo pode

prever com precisão como a temperatura, a precipitação ou a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos mudarão em uma determinada área. Muitas vezes, não podemos nem mesmo prever a direção das mudanças, como a precipitação média anual (Hallegatte et al., 2012).

A Figura 1.1 ilustra os efeitos profundamente incertos das mudanças climáticas. Ela mostra simulações de mudanças de temperatura e precipitação em Maryland (EUA) em 2045, com base em seis modelos climáticos diferentes calibrados com três caminhos diferentes de emissão de gases de efeito estufa (Fischbach et al., 2015). As temperaturas poderiam aumentar um pouco menos de 1 °C ou um pouco mais de 2 °C, enquanto a precipitação poderia diminuir em mais de 8% ou aumentar em mais de 10%. Embora possa ser tentador escolher o “melhor modelo”, ou seja, aquele que melhor reproduz o clima de Maryland quando calibrado com dados históricos, seria um erro fazer isso, pois quando se trata de modelagem climática, os resultados passados não garantem resultados futuros (Hallegatte et al., 2012).

Nessas condições, a chamada ferramenta “Decision Making Under Deep Uncertainty” (DMDU, por suas siglas em inglês) ajuda os tomadores de decisão a projetar planos sólidos gerando muitos cenários

FIGURA 1.1:
Simulações de mudanças de temperatura e precipitação em Maryland para 2045 em três cenários climáticos e seis modelos climáticos.



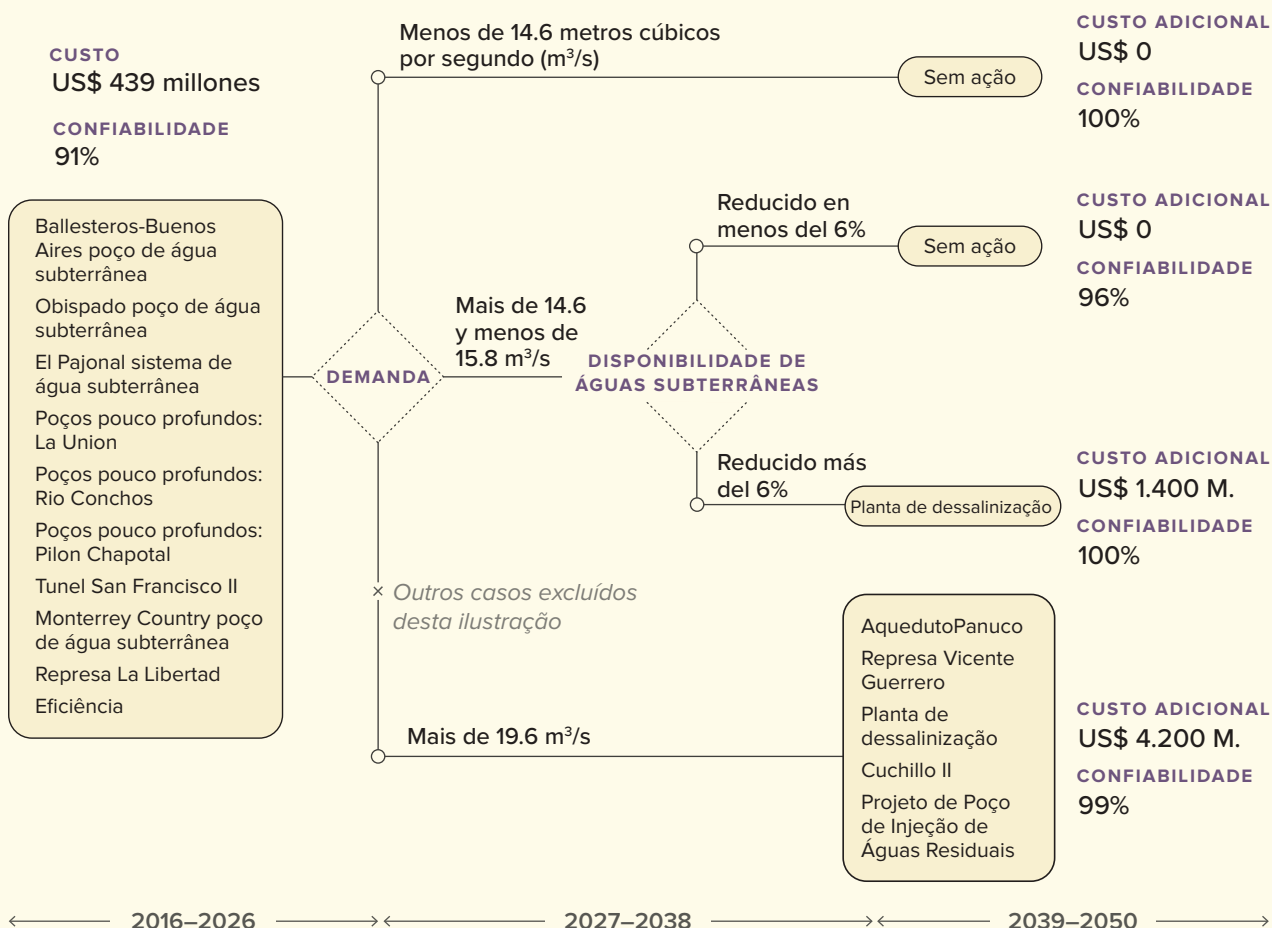
Fonte: adaptado de Fischbach et al. (2015).

diferentes, comparando abordagens, usando margens de segurança, encontrando opções de “baixo arrependimento” ou “sem arrependimento”, enfatizando estratégias reversíveis e desenvolvendo planos contingentes que podem ser ajustados ao longo do tempo conforme a chegada de novas informações (Hallegatte, 2009; Marchau et al., 2019).

Após analisar as implicações de vários cenários de precipitação e demanda de água, um estudo da DMDU revelou que, antes de 2026, a cidade mexicana de Monterrey deve investir em medidas de economia de água, um reservatório e vários projetos de águas subterrâneas (Molina-Pérez et al., 2019). Essas opções “sem arrependimentos” são úteis em praticamente todos os cenários e garantem a segurança hídrica em 91% dos cenários analisados por menos de US\$ 500 milhões. O estudo também

propõe um plano de contingência para garantir a disponibilidade de água suficiente caso um dos 9% dos cenários restantes se mostre verdadeiro (Figura 1.2). Se a demanda de água exceder um determinado limite (cerca de 15 metros cúbicos por segundo), a próxima etapa a ser tomada depende do estado dos níveis de água subterrânea: em níveis altos, os poços existentes seriam suficientes e nenhuma medida adicional seria necessária. Porém, em níveis baixos, seria necessária uma usina de dessalinização até 2039, com um custo adicional de US\$ 1,5 bilhão. Para níveis de demanda ainda mais altos (cerca de 19 metros cúbicos por segundo), o investimento na usina de dessalinização faz sentido, independentemente dos níveis de água subterrânea, e represas e aquedutos adicionais também seriam necessários, elevando o custo para mais de US\$ 4 bilhões.

FIGURA 1.2
Investimentos “sem arrependimentos” e um plano de contingência para garantir a segurança hídrica em Monterrey, México



Fonte: Extrato simplificado, adaptado de Molina-Pérez et al. (2019).

A tomada de decisões eficazes sobre mudanças climáticas, além do conhecimento científico e técnico, exige o envolvimento das partes interessadas e a consideração de valores sociais e éticos (Kalra et al., 2014). Ao incorporar as preocupações e o conhecimento de um público mais amplo, o envolvimento das partes interessadas no processo de tomada de decisões pode ajudar a (i) garantir que diversas perspectivas e preocupações sejam levadas em conta, o que é particularmente importante para os povos indígenas e as comunidades locais mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas; (ii) criar confiança e legitimidade em torno do processo, o que contribui para uma implementação mais eficaz; e (iii) promover a inovação e a criatividade.

O estudo de Monterrey mencionado acima ajudou a criar consenso entre as partes interessadas locais (Molina-Pérez et al., 2019). Inicialmente, eles

acharam difícil trabalhar juntos porque discordavam sobre quais projetos priorizar: enquanto alguns preferiam a conservação, outros preferiam grandes infraestruturas. A análise começou reunindo as partes interessadas para que chegassem a um acordo sobre os objetivos (confiabilidade e custo) e mostrou como os projetos de conservação e desenvolvimento de infraestrutura poderiam funcionar como um portfólio para atingir esses objetivos. Por exemplo, como a conservação é sempre útil, ela deve ser incentivada. Mas ela não é suficiente para garantir a segurança hídrica. Por outro lado, investimentos maiores seriam muito eficazes, mas são caros, e projetos menores são apropriados na maioria dos cenários. Investimentos maiores podem ser adiados com segurança até que (e se) mais informações estabeleçam que eles são indispensáveis.

Uma resposta melhor para um grande problema

As mudanças climáticas representam enormes desafios e os governos devem estar à altura deles. A promoção de uma estrutura de governança alinhada aos riscos das mudanças climáticas é o primeiro passo para melhorar a tomada de decisões e aumentar a resiliência.

Uma ação fundamental é a elaboração de estratégias de gerenciamento de risco de desastres. As Nações Unidas adotaram uma Estrutura para a Redução do Risco de Desastres em Sendai (UNDRR, 2015). A estrutura delineia sete metas para 2030: por um lado, visa reduzir o número de vítimas de desastres, a porcentagem de pessoas afetadas por desastres, os custos dos desastres como uma fração do PIB, os danos à infraestrutura crítica e a interrupção dos serviços básicos. Além disso, o documento pede que os países desenvolvam estratégias nacionais e locais de gerenciamento de risco de desastres, cooperem internacionalmente e promovam sistemas de alerta antecipado disponíveis e acessíveis. Todos os países da região adotaram a estrutura e relatam seu progresso regularmente.

As estratégias de gestão de risco devem definir metas alcançáveis, incentivar avaliações de perigo

e vulnerabilidade, levar em conta como a mudança climática pode afetar perigos futuros e integrar considerações de gestão de risco de desastres no planejamento do uso da terra, desenvolvimento de infraestrutura e estruturas políticas. Por exemplo, o plano de gerenciamento de risco da Colômbia visa reduzir o número de fatalidades para 3,5 por 100.000 habitantes e ter menos de 6.215 pessoas afetadas por 100.000 habitantes até 2030 (UNGRD, 2022). Ele se refere aos planos de desenvolvimento territorial existentes como um instrumento para proibir a construção em áreas de risco e enfatiza a importância de levar em conta as mudanças climáticas ao avaliar o risco de desastres.

Transparência e responsabilidade

Os governos devem definir claramente as responsabilidades e o escopo da proteção para responder efetivamente aos riscos das mudanças climáticas e orientar a tomada de decisões privadas (Hallegatte et al., 2020). As intervenções para definir responsabilidades claras incluem leis e mandatos, zoneamento do uso da terra e códigos de construção. Na Holanda, o governo é legalmente obrigado a fornecer um

determinado nível de proteção contra inundações para a população, permitindo que indivíduos e empresas tomem decisões informadas sobre onde viver e investir e em quais medidas adicionais de gerenciamento de inundações eles podem precisar investir.

Os governos devem criar organizações, comissões interministeriais ou grupos de trabalho para facilitar a resposta rápida e a ação coordenada contra desastres (Lacambra et al., 2014). Eles também podem ajudar as empresas a desenvolver planos de continuidade de negócios. As autoridades nacionais devem monitorar, auditar e avaliar os processos de gestão de risco de desastres ex post e ex ante, com o objetivo de melhorá-los e atualizá-los continuamente quando houver mais informações sobre o risco ou a eficácia das medidas de mitigação. Elas também podem estabelecer uma abordagem territorial para o gerenciamento de riscos de desastres a fim de lidar com riscos localizados usando o planejamento territorial, a tomada de decisões descentralizada e a participação dos cidadãos.

Por fim, grande parte da gestão do risco de desastres precisará ser feita nos níveis setoriais e subnacionais. Para reduzir a exposição e a vulnerabilidade, os governos devem, por exemplo, estabelecer incentivos para práticas agrícolas sensíveis ao risco; construir diques, restaurar mangues ou usar regulamentos de zoneamento para afastar o desenvolvimento urbano das zonas de inundação; ou estabelecer padrões de segurança e boas práticas no setor de geração de energia. Os Capítulos 2 a 7 detalham o que significa o gerenciamento de riscos e a adaptação às mudanças climáticas para diferentes setores do governo e da economia.

Solidariedade em tempos de crise

Nenhuma preparação pode reduzir o risco a zero, e eventos grandes, mas pouco frequentes, sempre ocorrerão. Quanto maior e mais destrutivo for o evento climático extremo, menos famílias e empresas terão riqueza suficiente e acesso a instrumentos financeiros para se recuperar. Espera-se que os governos ajudem em caso de força maior.

Após os desastres, os governos podem ajudar as empresas a se recuperarem fornecendo apoio direto, por exemplo, substituindo equipamentos caros caso tenham sido destruídos (Hallegatte et al., 2020). Eles devem ajudar especialmente as famílias mais pobres e mais vulneráveis. A elaboração de programas de proteção social que respondam a choques é uma das opções mais econômicas para alcançar esse objetivo (Hallegatte et al., 2017; Costella et al., 2023). O Capítulo 8 explora a questão da redução do risco de desastres e da adaptação sob a ótica da inclusão e da redução da pobreza.

O apoio durante desastres deve estar sempre alinhado com os objetivos de adaptação de longo prazo e promover a migração e atividades econômicas alternativas quando essas forem as melhores opções. Por exemplo, o apoio a famílias afetadas por enchentes deve incentivar a realocação para áreas menos expostas, sempre que possível, para evitar que as famílias afetadas fiquem presas em áreas propensas a enchentes (Hallegatte et al., 2020).

Financiamento de riscos de desastres

Por fim, os instrumentos financeiros são ferramentas importantes para melhorar a resiliência e a capacidade de adaptação das empresas e das famílias. Os governos devem promover o acesso à poupança, ao crédito e ao seguro (Hallegatte et al., 2020). Eles podem promover a inclusão de famílias pobres e vulneráveis nos mercados financeiros subsidiando ou atuando como garantidores de mercados de seguros ou de elegibilidade de crédito.

A preparação para desastres também exige que os governos tenham recursos imediatos para agir (Lacambra et al., 2014). Eles precisam estabelecer grandes margens orçamentárias, decidir sobre linhas de crédito contingentes e contratar seguros com instituições financeiras internacionais para financiar socorro e reparos. Também precisam elaborar regras especiais que lhes permitam alocar e gastar rapidamente os recursos imediatamente após a ocorrência de desastres. O Capítulo 9 discute o financiamento de riscos em mais detalhes.

Referências bibliográficas

- Carsell, K. M., N. D. Pingel e D. T. Ford. 2004. "Quantifying the Benefit of a Flood Warning System (Quantificação do Benefício de um Sistema de Alerta de Inundação). *Natural Hazards Review* 5: 131-40.
- Costella, C., Diez, A., Beazley, R., Alfonso, M., 2023. Shock-responsive social protection and climate shocks in Latin America and the Caribbean: Lessons from COVID-19 (Proteção social sensível a choques e choques climáticos na América Latina e no Caribe: lições da COVID-19). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Butterfly Effect (2023, 1º de julho). Na *Wikipedia*. Link permanente: https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_mariposa
- Fischbach, J.R., Lempert, R.J., Molina-Perez, E., Tariq, A.A., Finucane, M.L., Hoss, F., 2015. Managing Water Quality in the Face of Uncertainty: A Robust Decision Making Demonstration for EPA's National Water Program. RAND Corporation.
- Groves, D., Miro, M., Syme, J., Becerra-Ornelas, A. U., Molina-Perez, E., Gómez, V. S., & Vogt-Schilb, A. (2021). Water infrastructure planning for the uncertain future in Latin America: a cost- and time-efficient approach to robust infrastructure decisions, with a case study in Mendoza, Argentina. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Hallegatte, S., 2009. Strategies to adapt to an uncertain climate change (Estratégias de adaptação a uma mudança climática incerta). *Global environmental change*, 19(2), pp.240-247.
- Hallegatte, S., Shah, A., Brown, C., Lempert, R., & Gill, S. (2012). Investment decision making under deep uncertainty - application to climate change (Tomada de decisão de investimento sob profunda incerteza - aplicação à mudança climática). Documento de trabalho de pesquisa de políticas do Banco Mundial, (6193).
- Hallegatte, Stephane; Vogt-Schilb, Adrien; Bangalore, Mook; Rozenberg, Julie. 2017. Unbreakable : Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters [Inquebrável: Construindo a Resiliência dos Pobres diante de Desastres Naturais]. Mudanças climáticas e desenvolvimento. Banco Mundial.
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2020. Adaptation Principles: A Guide for Designing Strategies for Climate Change Adaptation and Resilience (Princípios de adaptação: um guia para a elaboração de estratégias de adaptação e resiliência às mudanças climáticas). Banco Mundial.
- BID, 2020. Disaster Risk Profile for The Bahamas (Perfil de risco de desastres para as Bahamas). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- BID, 2023. BID 2023. Riskmonitor. <https://riskmonitor.iadb.org/es/home> Acessado em junho de 2023. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability (Mudanças Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade). Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press.
- IPCC, 2023: Summary for Policymakers (Resumo para formuladores de políticas). Em: *Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas]. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas [Equipe Principal de Redação, H. Lee e J. Romero (eds.)].
- Kalra, N., Gill, S., Hallegatte, S., Brown, C., Fozzard, A., Lempert, R., Shah, A., 2014. Agreeing on robust decisions: new processes for decision making under deep uncertainty (Concordando com decisões robustas: novos processos para tomada de decisões sob profunda incerteza). Banco Mundial.
- Lacambra, Sergio; Suarez, Ginés; Hori, Tsuneki; Rogers, Cassandra; Salazar, Lina; Esquivel, Maricarmen; Narváez, Lizardo; Cardona, Omar Darío; Durán, Rolando; Torres, Ana María; Sanahuja, Haris; Osorio, Claudio; Calvo, Jorge; Romero, Gilberto; Visconti, Ernesto. 2014. iGOPP: Índice de Governança e Políticas Públicas na Gestão de Risco de Desastres. Documento técnico principal. Nota técnica nº DB-TN-720. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Marchau, V. A., Walker, W. E., Bloemen, P. J., & Popper, S. W. (2019). Decision making under deep uncertainty: from theory to practice (p. 405). Springer Nature.
- Molina-Perez, Edmundo, et al. Developing a Robust Water Strategy for Monterrey, Mexico: Diversification and adaptation for coping with climate, economic, and technological uncertainties (Desenvolvendo uma estratégia robusta de água para Monterrey, México: diversificação e adaptação para lidar com incertezas climáticas, econômicas e tecnológicas). Rand, 2019.
- UNDRR, 2015. Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030. Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres.
- UNGRD, 2022. Plano nacional de gerenciamento de risco de desastres: uma estratégia de desenvolvimento 2015-2030. Primeira atualização. Unidade Nacional de Gestão de Risco de Desastres. Governo da Colômbia.
- Williams, B. A. (2002). Fran, Floyd and mitigation policy (Política de Fran, Floyd e mitigação).

CAPÍTULO 2.

Replantando a biodiversidade e repensando a nutrição



Autores

Hipólito Talbot-Wright

ASSESSOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
hipolito@iadb.org

Marion Le Pommellec

ESPECIALISTA SÊNIOR, DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL
RURAL E GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
marionlp@iadb.org

Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SÊNIOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
avogtschilb@iadb.org

Ilustrações de Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Le Pommellec, M., Vogt-Schilb, A., 2023. Replantando a biodiversidade e repensando a nutrição, en: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Com calor e água até ao pescoço: nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climática. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Replantando a biodiversidade e repensando a nutrição

A biodiversidade é de fundamental importância tanto para a saúde humana quanto para a saúde do nosso planeta. Ela fornece serviços ecossistêmicos gratuitos, como alimentos, polinização, reciclagem de nutrientes, formação do solo, controle de pragas, proteção contra a erosão e fluxos constantes de água limpa. A perda desses serviços dificulta o cultivo de plantas para alimentos e materiais, a criação de gado e a criação ou captura de peixes. A produção de alimentos é a principal causa da perda de biodiversidade. Mas a mudança climática cria um perigo adicional: ela afeta tanto os ecossistemas quanto a produção de alimentos. Mudanças nos padrões climáticos, ondas de calor, secas e outros eventos climáticos extremos destroem os ecossistemas, causam danos às plantações e à pecuária e interrompem as linhas de suprimento e a cadeia de frio. Os resultados são rendas mais baixas para os agricultores e ameaças à segurança alimentar. Adaptação significa melhorar a eficiência do uso do solo e dos oceanos, expandir os esforços de conservação e restauração, mudar as dietas e ajustar as práticas agrícolas, inclusive diversificando a produção, melhorando o gerenciamento da água e promovendo variedades resistentes à seca de determinadas culturas. Os governos precisam gerenciar a terra e a água de forma mais integrada, considerando os objetivos de produção, conservação e recreação em conjunto. O planejamento do uso da terra, o zoneamento e a titulação da terra são instrumentos fundamentais, assim como o estabelecimento de áreas protegidas com planos de gestão sólidos e financiamento sustentável. A promoção do acesso a seguros reduz a vulnerabilidade dos agricultores a eventos climáticos extremos. As regulamentações que proíbem práticas insustentáveis, como a pesca de arrasto, ajudam a proteger os recursos naturais. As reformas dos subsídios agrícolas podem incentivar a escolha de culturas e práticas agrícolas que poluem menos e deixam mais espaço para os recursos naturais. Por fim, o financiamento público para pesquisa e desenvolvimento, capacitação e campanhas de comunicação ajudam os atores locais a implementar as adaptações necessárias.

Um ataque à biodiversidade e à segurança alimentar

A terra, os oceanos e o ar puro são essenciais para a produção de alimentos e a conservação da biodiversidade. Metade da atividade econômica mundial depende dos ecossistemas terrestres e marinhos que fornecem alimentos, água, ar puro e materiais necessários para a vida diária. Três quartos das plantações de alimentos do mundo dependem, pelo menos em parte, da polinização. Além disso, o volume da produção agrícola que depende da polinização animal aumentou 300% nos últimos 50 anos (IPBES, 2016). O solo abriga dezenas de milhares de espécies subterrâneas de invertebrados, bactérias e fungos necessários para filtrar a água, reciclar nutrientes que permitem o crescimento das plantas e regular as doenças do solo. Eles também criam húmus e sequestram carbono (Gunstone et al., 2021).

A América Latina e o Caribe são uma superpotência em biodiversidade. Ela representa 16% da superfície da Terra, mas abriga 40% da biodiversidade mundial. Possui metade das florestas tropicais do mundo, é a maior reserva de água doce do mundo e abriga 12% dos manguezais do mundo (UNEP-WCMC, IUCN e NGS, 2018).

Mordendo a mão que nos alimenta

No entanto, a atividade humana ameaça a capacidade da natureza de continuar fornecendo esses serviços ecossistêmicos. A América Latina e o Caribe estão na vanguarda da atual sexta extinção em massa. Em 50 anos, perdeu 94% de sua população de vertebrados e abriga o maior número de mamíferos, plantas, peixes e aves ameaçados do mundo (BID, 2019a, WWF, 2020).

O sistema alimentar é o principal fator de perda de biodiversidade. A agricultura é a principal ameaça para mais de 85% das 28.000 espécies ameaçadas de extinção do mundo (Benton et al., 2021). Os principais fatores de perda de habitat têm sido a conversão de ecossistemas naturais em terras agrícolas e, mais importante, o desmatamento para a produção de gado (IPBES, 2019). Na América Latina e no Caribe, a carne bovina é responsável por quase dois terços do desmatamento, embora contribua com

apenas 12% do consumo de proteína da região (Dumas et al., 2022).

A fragmentação do habitat enfraquece ainda mais os ecossistemas. A fragmentação e a perda de habitat impedem que as espécies migrem para condições mais adequadas ou se regenerem após perdas causadas por incêndios florestais, secas ou outros eventos climáticos extremos (Parmesan et al., 2022). Nas últimas duas décadas, a Amazônia sofreu uma das mais graves fragmentações florestais do mundo (Ma et al., 2023). Os manguezais ameaçados pela elevação do nível do mar estão particularmente em risco, pois as terras adjacentes são frequentemente ocupadas por atividades como a agricultura, o que complica o reassentamento.

A monocultura pode ser um problema. Historicamente, 6.000 espécies de plantas foram cultivadas para alimentação. Porém, atualmente, apenas nove delas respondem por 66% da produção agrícola total do planeta (FAO, 2019). Na América Latina e no Caribe, 75% das calorias consumidas pela população da região vêm de apenas 12 culturas e cinco animais. A agricultura, sem o escudo natural proporcionado pela diversidade genética, é menos resistente a perigos como doenças, pragas, condições meteorológicas extremas e mudanças climáticas.

O uso maciço de pesticidas para a produção de alimentos também cria sérios problemas tanto para a natureza quanto para as pessoas (UNEP, 2022). A América Central usa uma média de 5,5 quilos de pesticidas por hectare de cultivo, em comparação com uma média global de apenas 1,8 kg/ha. Costa Rica e Belize estão entre os maiores consumidores, com 34 e 11 kg/ha, respectivamente. Os pesticidas são os principais responsáveis pelo desaparecimento em massa de pássaros e insetos (Sánchez-Bayo e Wyckhuys, 2019; Rigal et al., 2023). Eles também se acumulam no solo, matam a vida terrestre, contaminam a água e causam doenças crônicas e agudas, envenenando acidentalmente 12 milhões de pessoas por ano na América Latina e no Caribe (Boedeker et al., 2020; Pathak et al., 2022).

O uso da água para agricultura, energia, indústria e consumo humano aumenta ainda mais a pressão sobre os ecossistemas. O aumento da demanda por água para consumo humano reduz a quantidade restante para preservar os fluxos ecológicos (IPCC, 2019). Atualmente, mais de 70% de todas as retiradas de água doce são para a agricultura e a pecuária. A carne bovina é o maior consumidor de água, respondendo por 21% do consumo médio somente no Brasil (Da Silva et al., 2016). Ao mesmo tempo, a mudança climática está aumentando a variabilidade do ciclo da água e causando eventos climáticos extremos, como a seca.¹

A pesca excessiva aumenta a pressão sobre os ecossistemas marinhos. Em 2019, 35% dos estoques globais de peixes estavam abaixo dos níveis biologicamente sustentáveis (FAO, 2022). No sudeste do Pacífico, 67% dos estoques de peixes são pescados de forma insustentável, em parte devido à sobre-pesca por frotas não regionais ao redor ou mesmo dentro das zonas econômicas exclusivas dos países costeiros da região (Kadie, 2018). Por exemplo, no Chile, cerca de 60% das pescarias são sobre-pescadas e 28% delas são classificadas como esgotadas (Subpesca, 2023).

Ameaças aos ecossistemas terrestres e aquáticos

As mudanças climáticas colocam ainda mais em risco os ecossistemas. Eventos climáticos extremos, como ondas de calor, secas e incêndios florestais, podem levar à mortalidade em massa. As mudanças no clima e nas chuvas afetam a floração e o surgimento de insetos. As plantas e os animais estão cada vez mais expostos a surtos de pragas, o que os expõe a novos riscos e à mortalidade. Como as mudanças climáticas continuam a afetar os ecossistemas, algumas de suas funções, como a polinização, também são afetadas.

O aumento do nível do mar ameaça os ecossistemas costeiros, incluindo mangues e pântanos salgados. Eles são habitats ricos em peixes, moluscos, répteis, anfíbios, aves e mamíferos. Eles fornecem serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação da água, incluindo o controle de enchentes e a purificação da água (Leal & Spalding 2022). À medida que os oceanos aquecem, eles perdem oxigênio,

tornam-se mais ácidos e aumentam de nível. Entre os ecossistemas oceânicos mais vulneráveis estão os recifes de coral. Seus esqueletos enfraquecem com a acidificação do oceano e descoram durante as ondas de calor. A elevação do nível do mar aumenta a sedimentação e os sufoca.

Condições mais quentes aumentam a mortalidade das árvores e tornam os incêndios florestais mais frequentes e extensos. Na floresta amazônica, um aumento de temperatura de 1,2°C pode aumentar a mortalidade das árvores em quase 40% (Parmesan et al., 2022). No Chile, o verão de 2016-2017 foi o mais quente em quase 40 anos e trouxe incêndios florestais que afetaram 14 vezes mais terras do que a média dos anos anteriores (Bowman et al., 2019). Os incêndios florestais podem aumentar a mortalidade de árvores em sete vezes ou mais em comparação com áreas não queimadas, e o aumento da mortalidade persiste por até uma década após o incêndio (Silva et al., 2018).

O derretimento das geleiras e as mudanças nos padrões de precipitação tornam as regiões árticas e montanhosas os ecossistemas mais expostos (Parmesan et al., 2022). No Peru, as geleiras da Cordillera Blanca perderam até 64% de sua massa desde 1970 (Taylor et al., 2022). O derretimento aumenta o escoamento em curto prazo. Mas, a longo prazo, os riachos alimentados por geleiras na Cordilheira Blanca diminuirão em até 30% (Baraer et al., 2012).

Esses processos reduzem a adequação do habitat natural para muitas espécies e, portanto, afetam sua abundância, distribuição e atividade sazonal. Nos Andes tropicais, as espécies precisam se deslocar meio quilômetro por ano em direção ao polo para acompanhar o ritmo das mudanças climáticas. Muitas áreas protegidas têm apenas algumas dezenas de quilômetros de largura e são cercadas por terras agrícolas ou plantações, prendendo as espécies em áreas estreitas (Fuentes-Castillo et al., 2020).

Rendimentos mais baixos, problemas maiores

Assim como o clima afeta os animais e as plantas selvagens, ele também afeta a produção agrícola, a pecuária, a pesca cultivada e capturada, as fibras e a madeira.² Na América do Sul, a duração média da

¹ Consulte o Capítulo 3. Aproveitando a onda de adaptação nos setores de água e saneamento.

² Em geral, espera-se que a produtividade agrícola diminua como resultado das mudanças climáticas, embora o efeito direto de temperaturas mais quentes e concentrações mais altas de dióxido de carbono no ar possa aumentar a produtividade de algumas espécies em algumas regiões, especialmente para culturas irrigadas (Bezner Kerr et al., 2022; Prager et al., 2022). O efeito líquido das mudanças climáticas depende de muitos outros fatores, que serão discutidos a seguir.

estação de crescimento do trigo de primavera, trigo de inverno, milho, soja e arroz já diminuiu em 2,5%, 2,2%, 1,6%, 1,3% e 0,4%, respectivamente, em comparação com o período de referência de 1981-2010. Isso resultou em efeitos proporcionais nos rendimentos (Hartinger et al., 2023). As projeções climáticas indicam que, em média, os rendimentos agrícolas e a produção na região podem continuar a diminuir em 7,5 e 5,2 pontos percentuais, respectivamente, em 2050 (Prager et al., 2022). O preço médio de commodities como soja, milho, feijão, arroz e trigo poderia aumentar em 15%.

O aumento das temperaturas também afeta a produtividade dos trabalhadores agrícolas: 2,5 milhões de empregos equivalentes em tempo integral poderiam ser perdidos na América Latina e no Caribe em 2030 devido às ondas de calor, a maioria deles no setor agrícola (Saget et al., 2020). De acordo com uma projeção climática para 2050, os efeitos combinados das mudanças climáticas sobre os rendimentos e a produtividade dos agricultores poderiam custar cerca de 0,5% do PIB da produção agrícola de um país típico da região (Banerjee et al., 2021).

O aumento das temperaturas desloca as áreas adequadas para o cultivo para o polo e para altitudes mais elevadas, com implicações para a produção de alimentos, fibras e madeira. Na Nicarágua, a altitude ideal para o cultivo de café aumentará em 400 metros para 1.200-1.600 metros acima do nível do mar até 2050 (Laderach et al., 2009). Em El Salvador, 30% das atuais áreas de produção de café não serão mais adequadas para o café arábica até 2050 (Fernandez-Kolb, 2019). Algumas áreas serão inundadas pelo oceano, outras se tornarão desertos. Até 30% das áreas exploradas do mundo não serão mais

adequadas para a produção de alimentos ou materiais até 2030 (Bezner Kerr et al., 2022).³

Ondas de calor, secas, chuvas excessivas, inundações e atraso no início da estação chuvosa levam à quebra de safra e à perda de alimentos (alimentos colhidos que estragam antes de serem vendidos ao consumidor final) (Bezner Kerr et al., 2022). A mudança climática aumenta o risco de quebras simultâneas de safra em várias regiões importantes de produção agrícola (Hasegawa et al., 2022). Falhas simultâneas em várias das principais regiões produtoras de culturas podem reduzir a produção global em até 20%.

Os impactos sobre os alimentos também têm um impacto sobre a pobreza e a fome (Hartinger et al., 2023). Quase metade das famílias rurais da América Latina e do Caribe é pobre e sua renda geralmente depende da agricultura, da pesca ou da silvicultura (BID, 2021). A desnutrição afetou 6,5% da população rural e urbana da região em 2022, incluindo quase 20% da população total na Bolívia, Honduras, Nicarágua e Venezuela, e até 45% no Haiti (FAO, 2023).

A alimentação não é a única atividade econômica que depende da natureza. A elevação do nível do mar e a degradação ambiental terão um impacto no setor de turismo, afetando paisagens, praias, recifes de coral e locais de observação da vida selvagem. O Caribe é particularmente vulnerável nesse aspecto, com as receitas do turismo internacional representando 33% de suas receitas de exportação e até 80% nas Bahamas (WDI, 2023). Por exemplo, após furacões, as chegadas de turistas caem 30%. Embora a maior parte dessa redução seja decorrente da destruição da infraestrutura de transporte e hospitalidade, o capital natural também é afetado (Rozenberg et al., 2021).

³ Embora outras regiões possam se tornar mais adequadas para a produção de alimentos, elas tendem a estar longe de assentamentos humanos, como no norte do Canadá ou na Sibéria, e tendem a estar em latitudes mais altas, onde não há muita terra na América do Sul.

Uma vida melhor com a natureza: opções de adaptação

Protegendo a terra e os oceanos

A proteção de áreas terrestres e oceânicas é fundamental para melhorar a capacidade dos ecossistemas de resistir aos impactos climáticos. Na 15ª Conferência das Nações Unidas sobre Biodiversidade, os países concordaram em proteger 30% da terra, das águas interiores, das áreas costeiras e dos oceanos do mundo até 2030. Essas são metas ambiciosas: apenas 17% das áreas terrestres e 10% das áreas marinhas estavam sob proteção em 2022 (Convenção sobre Diversidade Biológica, 2022). As áreas protegidas na América Latina e no Caribe cobrem 19% e 24% dos oceanos e da terra, respectivamente, embora muitas ainda careçam de financiamento e planos de gestão (Álvarez Malvido et al., 2021). A manutenção dos ecossistemas e da cobertura florestal existentes por meio da criação de áreas protegidas e do redirecionamento do crescimento das cidades e das terras agrícolas para longe dos ecossistemas nativos é um primeiro passo. A reabilitação de terras degradadas é a segunda etapa e é obtida por meio da restauração de dunas, pântanos, margens de rios, pastagens e florestas.

Também é importante criar corredores que conectem áreas protegidas e permitam a dispersão e a migração de espécies (Costello et al., 2022). No Equador, a recém-criada “Reserva Marina Hermandad” protege 60.000 quilômetros e estabelece um corredor transnacional entre a saída da Reserva Marinha de Galápagos e a fronteira marítima da Costa Rica (BID, 2023). As rodovias e estradas são um fator fundamental na fragmentação, pois as plantas e os animais ficam isolados uns dos outros. Na Costa Rica, os metrô de vida selvagem permitem que várias espécies nativas, como jaguatiricas, tatus e tacuacines, cruzem a rodovia através do Refúgio Nacional de Vida Selvagem Hacienda Baru, reduzindo significativamente a mortalidade por colisão (Villalobos-Hoffman et al., 2022). Em Quintana Roo, México,

metrô e bueiros ajudam as onças-pintadas e 12 outras espécies a atravessar a rodovia com segurança por meio de duas Unidades de Conservação de Onças-Pintadas (González-Gallina et al., 2018).

É essencial evitar práticas com um impacto ambiental particularmente negativo e promover práticas mais sustentáveis em todas as atividades econômicas. Isso significa, por exemplo, proibir o arrasto e a dragagem e controlar a pesca excessiva para permitir a recuperação dos ecossistemas marinhos (FAO, 2022). Adaptações em menor escala também podem ajudar. No Peru, a implementação da regra de usar redes hexagonais em vez de quadradas reduz bastante a captura acessória insustentável na pesca de anchova (BID, 2019b). Em terra, as práticas ambientais em atividades agrícolas e industriais, como o controle do uso de pesticidas, contribuem para reduzir a poluição. Em contrapartida, as culturas de biocombustíveis correm o risco de piorar a degradação do ecossistema e a segurança alimentar (a energia solar e eólica são fontes de energia muito melhores) (consulte o Quadro 2.1). Da mesma forma, o impacto do desmatamento de florestas para lenha (para aquecimento e cozimento) e materiais de construção deve ser cuidadosamente avaliado (Peng et al., 2023). A terra é limitada; a prioridade deve ser usá-la para a produção de alimentos e a conservação da biodiversidade (Searchinger et al., 2023).

As soluções baseadas na natureza para adaptação às mudanças climáticas em diferentes setores econômicos também ajudam a restaurar os ecossistemas. Por exemplo, o aumento da cobertura de árvores urbanas promove a biodiversidade e reduz a vulnerabilidade às ondas de calor. A restauração de manguezais ao longo dos litorais também apoia a biodiversidade e oferece proteção contra inundações (Hallegatte et al., 2016; IPCC, 2019; Parmesan et al., 2022).

QUADRO 2.1:

O perigo dos biocombustíveis

Os biocombustíveis são frequentemente propostos como uma forma de reduzir as emissões de gases de efeito estufa do setor de transportes. Mas uma análise rigorosa de seu desempenho econômico e ambiental mostra que os biocombustíveis pioram a segurança alimentar e destroem os ecossistemas.

De fato, embora existam muitas tecnologias de biocombustível, as únicas comercialmente maduras até o momento são o bioetanol produzido a partir da fermentação de culturas de açúcar ou amido, o biodiesel de culturas oleaginosas e óleos residuais e o biometano de resíduos (Jaramillo et al, 2021). A maior parte do biocombustível usado no transporte vem de culturas específicas, como cana-de-açúcar, milho e soja (IEA, 2022). Os biocombustíveis baseados em resíduos usam óleo de cozinha ou gorduras animais como matéria-prima, mas representaram apenas 8% dos biocombustíveis em 2021 devido à disponibilidade limitada de tecnologia e matéria-prima (IEA, 2022).

Os biocombustíveis não são mais baratos do que os combustíveis fósseis nem estão menos sujeitos a variações de preço no mercado internacional. O biodiesel e o bioetanol produzidos nos Estados Unidos e no Brasil custaram 80 centavos de dólar e 60 centavos de dólar por litro, respectivamente, em 2017, em comparação com 40-60 centavos de dólar para o diesel e 50-60 centavos de dólar para a gasolina (IEA, 2017). Após a pandemia da COVID-19 e a invasão russa na Ucrânia, os choques nos preços agrícolas fizeram com que os preços dos biocombustíveis aumentassem de 70 a 150%, enquanto o petróleo bruto aumentou apenas 40% (IEA, 2021). No entanto, países como o Brasil, o Canadá, a Índia e a Indonésia subsidiam ou obrigam o uso de biocombustíveis (IEA, 2022). Na União Europeia, a mistura obrigatória de biocombustíveis custa aos contribuintes 17 bilhões de euros por ano (Marahrens, 2022).

Os analistas geralmente consideram que os biocombustíveis são neutros em termos de carbono, presumindo erroneamente que as emissões da combustão são compensadas pelo carbono sequestrado pelas plantas durante o crescimento. No entanto, a queima de biocombustíveis gera emissões de metano e carbono negro da combustão imperfeita, com um impacto muito maior sobre o aquecimento global do que o dióxido de carbono

sequestrado pelo cultivo de biomassa. As plantações de biocombustíveis também emitem óxido nitroso dos fertilizantes sintéticos. O desmatamento de terras para as plantações de biocombustíveis leva ao desmatamento.

Levando em conta o desmatamento e o uso de fertilizantes, os biocombustíveis produzem de 35 a 230% mais emissões do que o diesel e a gasolina (Searchinger et al., 2018). Mais importante ainda, mesmo que não sejam cultivados em terras recentemente desmatadas de vegetação nativa, os cultivos de biocombustíveis substituem os cultivos de alimentos. Como resultado, eles aumentam os preços dos alimentos, promovem a expansão agrícola e causam desmatamento em outros lugares. A questão não é onde os biocombustíveis são cultivados, mas quanta terra eles usam.

Em contrapartida, o uso da terra para instalar painéis solares e carregar veículos elétricos gera 91% menos emissões do que o uso de combustíveis fósseis (Searchinger et al, 2018). Os painéis solares e a infraestrutura de transmissão têm um impacto insignificante sobre o uso da terra e o desmatamento. Os veículos elétricos, ao contrário dos biocombustíveis, também não emitem poluição atmosférica local por combustão. Além disso, as baterias estão se tornando rapidamente mais baratas e capazes de sustentar faixas mais longas, enquanto o custo dos biocombustíveis permanece decepcionantemente alto (Witcover e Williams, 2020). Isso contribuiu para que a participação de mercado dos veículos elétricos atingisse 14% dos novos veículos rodoviários vendidos no mundo todo em 2022, em comparação com apenas 9% em 2021 (IEA, 2022).

A eletricidade produzida a partir da energia eólica ou solar é, portanto, o combustível preferido para descarbonizar o transporte rodoviário de curta e média distância. As novas tecnologias propostas poderiam usar matérias-primas não alimentícias para produzir biocombustíveis ou combustíveis sintéticos para o transporte de longa distância no futuro, incluindo os chamados combustíveis de aviação sustentáveis, mas exigem pesquisa e desenvolvimento consideráveis para atingir seu ponto de maturidade (NREL 2022).

Aumentar a resistência a eventos climáticos extremos

A intervenção mais óbvia para reduzir a vulnerabilidade da produção de alimentos à seca e à variabilidade das chuvas é aumentar a eficiência do gerenciamento da água. Em um exemplo extremo, a produtividade do feijão de sequeiro poderia diminuir em mais de 30% na Bolívia sob a influência das mudanças climáticas, enquanto a produtividade do feijão irrigado diminuiria em menos de 5% (Prager et al., 2022). É importante observar que construir represas e melhorar a irrigação tradicional não é suficiente se as mudanças climáticas reduzirem o total de chuvas, aumentarem a demanda por outros usos da água ou se os solos estiverem muito degradados para reter água. Os investimentos só devem ser feitos depois de considerar todos os usos da água, as fontes e as técnicas verdes e cinzas para melhorar a saúde do solo e a eficiência da água (BID, 2019a).⁴ As tecnologias para melhorar o gerenciamento da água incluem irrigação por gotejamento, cultivo em terraços e coleta de água da chuva (Sova et al., 2018).

Os serviços de saúde agrícola podem aumentar a resistência a pragas e doenças de animais e plantas. As opções para melhorar esses serviços incluem a implementação de medidas de vigilância sanitária e fitossanitária e, em caso de falhas na prevenção (e outras medidas, como a diversificação dos sistemas agrícolas), o uso de medidas de controle que minimizem os impactos no ecossistema (FAO, 2021).

O fortalecimento da infraestrutura de transporte também aumenta a resiliência do sistema alimentar em caso de quebra de safra (Hallegatte et al., 2016). As redundâncias na rede de transporte ajudam a evitar interrupções e garantem a entrega pontual de alimentos ou, em caso de grandes perdas de alimentos, o rápido redirecionamento das rotas de abastecimento para compensar.⁵

Força e diversidade

Para criar um sistema alimentar sustentável e, ao mesmo tempo, preservar os ecossistemas, uma estratégia fundamental é aumentar o rendimento da agricultura, medido em termos de produção de alimentos ou valor agregado criado por unidade de terra. Para uma determinada demanda de alimentos, rendimentos mais altos significam mais terra

disponível para os ecossistemas (Searchinger et al., 2019). Uma etapa é adaptar as culturas às mudanças climáticas locais, um processo que envolve a realocação ou o deslocamento das culturas (IPCC, 2019). Na Colômbia, Nicarágua e Honduras, a complementação de culturas tradicionais como soja, trigo e milho com mandioca e inhame poderia melhorar a segurança alimentar em face das mudanças climáticas (Prager et al., 2022).

O aumento da diversidade na fazenda é bom para a natureza e para a produtividade (Snapp et al., 2021; Dittmer et al., 2023; Ewer et al., 2023). Os sistemas de produção mista, como o cultivo duplo ou agroflorestal, a rotação de culturas e o uso de cercas vivas, podem aumentar a produtividade da terra, melhorar a eficiência hídrica, sequestrar carbono e abrigar uma biodiversidade mais rica e abundante do que os sistemas mais simples (Estrada-Carmona et al., 2022). A diversidade de plantas também ajuda a regular as pragas das culturas, como fungos patogênicos, ervas daninhas e insetos nocivos, reduzindo ou eliminando os pesticidas (IPCC, 2019; INRAE, 2022). Grandes blocos de habitats naturais, cercados por sistemas agrícolas diversificados, tanto em escala de campo quanto de paisagem, também demonstram dar melhor suporte à biodiversidade, aos serviços ecossistêmicos e à produtividade das culturas (Kremen e Geladi, 2023).

Os princípios da agroecologia também podem ajudar a combater a desertificação e aumentar a resiliência aos efeitos das mudanças climáticas. Seu objetivo é promover a biodiversidade, a diversidade global e os solos saudáveis nas fazendas, além de enfatizar a cocriação e o compartilhamento de conhecimento com os agricultores locais (Leippert et al., 2020). A agrossilvicultura, por exemplo, é a prática de combinar árvores com outras culturas. É comumente usada na região para o café e o cacau. As técnicas de controle de erosão - por exemplo, a adaptação de variedades de culturas ao solo e aos tipos de solo e a seleção de culturas com raízes profundas que ajudam a reduzir a decomposição e o deslizamento do solo - também contribuem para minimizar a perda de rendimento (IPCC, 2019; Bioversity International, 2017).

Os sistemas silvipastoris, no caso do gado, podem promover a produção resiliente de alimentos e a conservação da biodiversidade (Peri et al, 2016; Chará et

⁴ Consulte o Capítulo 3. Aproveitando a onda de adaptação nos setores de água e saneamento.

⁵ Consulte o Capítulo 5. Impulsionando a adaptação no setor de transportes.

al, 2019). Esse sistema consiste no plantio de árvores e arbustos em terras de pastagem ou na integração de gramíneas em florestas ou pomares existentes. As árvores e os arbustos estabilizam a disponibilidade de forragem ao longo do ano. Elas fazem isso diretamente, produzindo ração para o gado, e indiretamente, promovendo a retenção do solo e da água, o que, por sua vez, favorece a produção de forragem. Na Colômbia, no México e na Argentina, a conversão para sistemas silvipastoris aumentou a produção de forragem e melhorou a produção de carne e laticínios, ao mesmo tempo em que contribuiu para a conservação das florestas, a restauração de áreas degradadas e o aumento da biodiversidade (Chará et al., 2019). Uma fazenda de amostra na Colômbia registrou aumentos de 300% em aves, 60% em formigas e 100% em besouros de esterco. Os sistemas silvipastoris também fornecem sombra que limita o estresse térmico para o gado, aumentando a produtividade. Outras opções para aumentar a resiliência do gado incluem o fornecimento de rações industriais que incluem suplementos alimentares, a aplicação de pastoreio rotativo para permitir a recuperação suficiente do pasto e o uso de variedades de forragem melhoradas (Sova et al., 2018).

Melhores dietas e menos desperdício

Mudar o que as pessoas comem é essencial para reduzir a pressão sobre os ecossistemas e adaptar-se às mudanças climáticas. Na América Latina e no Caribe, os padrões de consumo de carne bovina são heterogêneos. Os países do Cone Sul são os campeões mundiais em consumo de carne bovina, três vezes mais do que os europeus e 50% mais do

que os norte-americanos (Dumas et al., 2022). Mas o excesso de uma coisa saborosa⁶ às vezes pode ser demais: somente em 2018, o consumo excessivo de carne vermelha causou a morte de 66.000 pessoas na Argentina, no Brasil e na Colômbia (Romanello et al., 2021). Enquanto isso, na América Central e no Caribe, muitas famílias continuam a sofrer com níveis inadequados de ingestão de proteína animal (BID, 2019a).

As dietas que dependem menos da carne bovina e dos laticínios podem ser mais saudáveis, reduzir drasticamente a pressão sobre o uso da terra e da água e incentivar a diversificação do sistema alimentar. Dumas et al. (2022) observam que o consumo regional de carne bovina poderia ser reduzido pela metade até 2050, melhorando os resultados nutricionais em todos os países. Em seu cenário, o consumo de carne bovina aumenta nos países mais pobres da região, especialmente na América Central e no Caribe, mas diminui de 45 a 85% entre os maiores consumidores da América do Sul. O resultado é que o desmatamento na região é interrompido e a produção de alimentos abre espaço para o reflorestamento maciço.

Por fim, a redução do desperdício e das perdas de alimentos aumenta a eficiência do sistema alimentar. Até 30% dos alimentos produzidos no mundo são perdidos antes de chegarem aos mercados ou são desperdiçados pelos consumidores finais (IPCC, 2019). Algumas opções para reduzir a perda e o desperdício de alimentos incluem melhores técnicas de colheita, armazenamento na fazenda, investimentos na cadeia de frio, infraestrutura de transporte, embalagem, varejo e educação (IPCC, 2019).

6 Dois dos autores confessam que gostam de comer churrasco.

Política de alimentos e conservação da biodiversidade: um casamento entre política de alimentos e conservação da biodiversidade

A produção de alimentos e a conservação dos recursos naturais estão intimamente ligadas. Para promover ambos os objetivos, os governos precisam reduzir a fragmentação institucional e distribuir melhor as responsabilidades e decisões entre os agentes públicos e privados. Envolver as partes interessadas, inclusive as comunidades locais e indígenas, nas decisões e nos processos de planejamento relacionados à biodiversidade e à produção de alimentos melhora o desenvolvimento e a implementação (IPCC, 2019).

Um banquete regulatório

As regulamentações de zoneamento podem promover a conservação e ajudar a lidar com os efeitos das mudanças climáticas, como o aumento do nível do mar (Hallegatte et al., 2016; IPCC, 2019). Em Belize, qualquer intervenção em manguezais requer autorização prévia do Departamento Florestal e o pagamento de uma taxa (WWF, 2021). Essa recente regulamentação visa a apoiar a conservação dos 742 quilômetros quadrados de manguezais do país, que estão ameaçados pelo desenvolvimento, principalmente em terras de propriedade estrangeira usadas para turismo. Da mesma forma, parte da solução para tornar a aquicultura mais sustentável é evitar áreas ecologicamente vulneráveis, adaptar a composição das espécies às condições locais ou realocar as espécies para condições adequadas (FAO, 2022).

As políticas de titulação de terras podem promover a adaptação e a sustentabilidade. Em 1994, a Guatemala emitiu uma concessão de 25 anos para empresas florestais de propriedade da comunidade dentro da Reserva da Biosfera Maya. A concessão concedeu direitos de manejo sustentável e colheita de madeira sob a supervisão de ONGs, doadores e agências governamentais. O modelo de propriedade proporcionou a mais de dez mil agricultores uma renda

combinada de cerca de US\$ 5 milhões entre 2006 e 2007. Também aumentou a diversidade de pássaros, animais e insetos e reduziu os incêndios florestais, a extração ilegal de madeira e a caça (WRI, 2008).

O desenvolvimento urbano também pode ser integrado ao ecossistema local, minimizando sua destruição e reduzindo a poluição por meio de uma melhor gestão de resíduos (Parmesan et al., 2022). Na década de 1960, a cidade de Curitiba, no Brasil, implementou um “Plano Diretor Urbano” que buscava orientar o desenvolvimento da cidade ao longo de um padrão radial linear, que protegia os espaços verdes entre as cidades (WRI, 2011).

A política governamental também deve ter como objetivo aumentar a diversidade genética dos alimentos. Uma maneira de fazer isso é reformar as regras de crédito e seguro, que geralmente favorecem algumas espécies (Bioversity International, 2017). Também é importante reformar os direitos de propriedade que limitam o uso, o armazenamento, a troca e a duplicação de sementes (Prieler, 2022). As regras atuais muitas vezes são contrárias às práticas ancestrais e ao direito internacional, como o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura e a Declaração das Nações Unidas sobre os Direitos dos Camponeses.

Os governos também podem aumentar a variedade de alimentos e reduzir o desperdício promovendo mudanças na dieta, estabelecendo diretrizes de saúde pública e simplificando as compras públicas (IPCC, 2019). As diretrizes governamentais de alimentação e saúde que incentivam a produção tradicional de alimentos podem aumentar o pool genético de fontes de alimentos (Bioversity International, 2017). A educação nutricional é uma estratégia eficaz para influenciar as dietas. As ações de compras públicas, como a alteração dos cardápios de alimentos das escolas públicas, também podem promover mudanças na dieta e diversidade alimentar.

Semeando as sementes da mudança: informação e comunicação

Os governos devem melhorar a divulgação de informações sobre mudanças climáticas, eventos climáticos extremos e práticas recomendadas. Melhorar a qualidade, a quantidade e o acesso às informações (incluindo sistemas de alerta antecipado) pode fazer uma diferença significativa. Isso pode ajudar os tomadores de decisão a ajustar suas atividades, especialmente aquelas relacionadas à agricultura e à proteção da biodiversidade, para levar em conta as mudanças climáticas, como a diminuição da precipitação ou os riscos de pragas e eventos climáticos extremos (IPCC, 2019, WFP, 2021).

As medidas de informação comprovadas incluem a expansão do uso e da precisão dos serviços e previsões climáticas e o aumento da disponibilidade de conhecimento sobre os recursos terrestres e hídricos. Elas também incluem a expansão do monitoramento da biodiversidade e o estabelecimento de sistemas de alerta precoce para pragas e desastres naturais (IPCC, 2019). Mesmo soluções de baixo orçamento podem ter um impacto significativo. Em El Salvador, um sistema de alerta antecipado de baixo custo chamado “Green Station” divulga informações meteorológicas e climáticas por meio de rádio e podcast (WFP, 2021).

Os tomadores de decisão também se beneficiam das informações sobre a viabilidade e a disponibilidade futuras das fontes de alimentos, das alternativas de substituição e das adaptações específicas da região que podem ser implementadas (Prager et al., 2022). Os governos podem financiar estudos para ajudar os atores locais a implementar as adaptações necessárias, já que a falta de informações específicas da região costuma ser um obstáculo. Os estudos relevantes incluem avaliações de impacto e pesquisas sobre mudanças climáticas em seus respectivos países, possíveis adaptações e melhorias tecnológicas para atividades locais.

O monitoramento governamental dos estoques de peixes nos oceanos e mares permite que os governos antecipem o impacto das mudanças climáticas e estabeleçam cotas de pesca de acordo (FAO, 2022). No Peru, o governo instalou recentemente equipamentos de informática e desenvolveu modelos que permitem levar em conta as mudanças climáticas ao

atualizar as cotas de pesca e desenvolver planos de adaptação (BID, 2019b). Idealmente, as cotas devem ser definidas após a análise de vários cenários de condições oceânicas futuras, avaliando como as mudanças climáticas, a pesca e outras atividades humanas podem afetar os estoques marinhos.⁷

O desenvolvimento da capacidade também é necessário para promover sistemas agrícolas mais resilientes e positivos para a natureza. Mais diversidade na agricultura significa mais complexidade, inclusive em pesquisa e desenvolvimento, conhecimento do agricultor e desenvolvimento de habilidades. O conhecimento ecológico dos agricultores está correlacionado com o desempenho ecológico da produção agrícola (Wyckhuys et al., 2019). Novas abordagens para serviços de consultoria rural (Davis et al., 2021), como Living Labs (MACS, 2019) e Farmers Field Schools (Berg et al., 2023), estão sendo testadas.

Despesas que valem a pena

As mudanças climáticas tornam a agricultura um investimento mais arriscado. Esquemas de seguro aprimorados combinados com políticas de redução de riscos são fundamentais para reduzir o impacto das secas e outras condições climáticas desfavoráveis sobre os meios de subsistência dos agricultores, por um lado, e melhorar a segurança alimentar, por outro (Hansen et al., 2019).⁸ Também é importante aumentar o acesso ao crédito. Embora o acesso ao crédito aumente a produtividade e reduza os riscos, os agricultores da região têm acesso limitado ao crédito devido aos riscos e ciclos inerentes à agricultura, à escassez de ativos físicos que possam ser usados como garantia e à dificuldade de obter informações confiáveis sobre a capacidade de pagamento dos tomadores de empréstimos (BID, 2019a). Os governos também podem proteger as famílias pobres das consequências desses eventos, fornecendo-lhes redes de segurança social, como transferências de dinheiro indexadas aos preços dos alimentos (Hallegatte et al., 2016).⁹

Os governos podem pagar aos agricultores para que conservem os ecossistemas em vez de produzir alimentos ou fibras. A Costa Rica criou um *programa de pagamento por serviços ambientais* que compensa os proprietários de terras pela conservação das florestas. O pagamento é financiado principalmente por

⁷ Veja *Tomada de decisão sob profunda incerteza* no Capítulo 1.

⁸ Capítulo 9. *Adaptação do financiamento público e privado para o financiamento da adaptação*

⁹ Capítulo 8. *Verificação do bem-estar: o risco econômico e ambiental para os pobres.*

meio de um imposto sobre combustíveis e faz parte de uma lei mais ampla que proíbe o desmatamento. Juntas, essas políticas foram fundamentais para ajudar a Costa Rica a aumentar a cobertura florestal para 52% de seu território até 2021, em comparação com apenas 25% em 1987.

De forma mais ampla, os governos devem alocar fundos públicos para a conservação da biodiversidade. Globalmente, os projetos de conservação recebem apenas US\$ 77-87 bilhões por ano, quando se estima que sejam necessários US\$ 200-300 bilhões para preservar e restaurar os ecossistemas (Deutz et al. 2020). Novos instrumentos financeiros para a conservação da biodiversidade estão sendo testados na região. Em Barbados, o governo recentemente trocou uma dívida antiga por uma nova dívida mais barata, obtida após a promessa de redirecionar as economias para financiar sua nova área marinha protegida. O acordo, negociado pela The Nature Conservancy e pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento, permitiu que o governo dedicasse US\$ 50 milhões à proteção da biodiversidade (BID, 2022). Da mesma forma, o Equador concluiu recentemente a maior troca de dívida por natureza da história,

permitindo que dedicasse US\$ 323 milhões à conservação das reservas de Galápagos e La Marina Hermandad (BID, 2023).

Por fim, a reforma dos subsídios agrícolas é fundamental. O atual apoio interno à agricultura, que distorce a produção e o comércio, tem um impacto negativo sobre o clima e o meio ambiente (Ash e Cox, 2022). Os governos de todo o mundo gastam cerca de US\$ 540 bilhões anualmente para apoiar os produtores agrícolas, principalmente nos setores de carne bovina e laticínios. Porém, 87% desses subsídios foram considerados ineficazes e injustos, além de gerar riscos relacionados à poluição e à promoção de dietas não saudáveis (FAO, PNUD e PNUMA, 2021). Redirecionar os subsídios para incentivar a diversidade e as práticas favoráveis à natureza, como a agrossilvicultura e a silvopastorícia, melhoraria a segurança alimentar e a renda rural. Milhões de hectares de ecossistemas também seriam protegidos ou restaurados (Ding et al, 2021). O redirecionamento de cerca de US\$ 70 bilhões por ano produziria um benefício líquido de mais de US\$ 2 trilhões em 20 anos (Gautam et al, 2022).

Referências

- Abrams, L., (2018), Unlocking the potential of enhanced rainfed agriculture. Relatório nº 39 do Stockholm International Water Institute.
- Álvarez Malvido, M., Lázaro, C., De Lamo, X., Juffe-Bignoli, D., Cao, R., Bueno, P., Sofrony, C., Maretti, C. e Guerra, F. (Editores) (2021). Relatório Planeta Protegido 2020: América Latina e Caribe. PNUMA-WCMC, WCPA-IUCN, WWF, CONANP e Projeto IAPA.
- Ash, K & A. Cox, 2022. Desktop analysis of agricultural subsidies and environmental impacts (Análise de subsídios agrícolas e impactos ambientais). Documento de trabalho 10 do Instituto de Comércio Internacional.
- Baraer, M., Mark, B. G., McKENZIE, J. M., Condom, T., Bury, J., Huh, K. I., ... & Rathay, S. (2012). Glacier recession and water resources in Peru's Cordillera Blanca (Recessão de geleiras e recursos hídricos na Cordilheira Branca do Peru). *Journal of Glaciology*, 58(207), 134-150.
- Banerjee, Onil, et al. 2021. Impactos das mudanças climáticas na agricultura da América Latina e do Caribe: uma aplicação da Plataforma de Modelagem Econômica e Ambiental Integrada (IEEM). Documento de trabalho do BID 1289.
- Biodiversity International. 2017. Integração da agrobiodiversidade em sistemas alimentares sustentáveis: Fundamentos científicos para um índice de agrobiodiversidade. Biodiversity International.
- Benton, T. G., Bieg, C., Harwatt, H., Pudasaini, R., & Wellesley, L. (2021). Impactos do sistema alimentar na perda de biodiversidade. Três alavancas para a transformação do sistema alimentar em apoio à natureza. Chatham House, Londres.
- Berg, H. van den, Phillips, S. & Morales-Abubakar, A.L.C. 2023. Monitoring, evaluation and learning in farmer field school programmes - A framework and toolkit (Monitoramento, avaliação e aprendizado em programas de escolas de campo para agricultores - Uma estrutura e um kit de ferramentas). Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação.
- Bezner Kerr, R., T. Hasegawa, R. Lasco, I. Bhatt, D. Deryng, A. Farrell, H. Gurney-Smith, H. Ju, S. Lluch-Cota, F. Meza, G. Nelson, H. Neufeldt e P. Thornton, 2022: Food, Fibre, and Other Ecosystem Products. Em: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability (Mudanças Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade)*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). Cambridge University Press, Cambridge
- Boedeker, W., Watts, M., Clausing, P. e Marquez, E., 2020. A distribuição global do envenenamento agudo não intencional por pesticidas: estimativas baseadas em uma revisão sistemática. *BMC public health*, 20(1), pp.1-19.
- Bowman, D. M., Moreira-Muñoz, A., Kolden, C. A., Chávez, R. O., Muñoz, A. A., Salinas, F., ... & Johnston, F. H. (2019). Fatores humano-ambientais e impactos dos incêndios chilenos de 2017, globalmente extremos. *Ambio*, 48, 350-362.
- Chará J., Reyes E., Peri P., Otte J., Arce E., Schneider F. 2019. Silvopastoral Systems and their Contribution to Improved Resource Use and Sustainable Development Goals: Evidence from Latin America (Sistemas silvopastoris e sua contribuição para o melhor uso dos recursos e os objetivos de desenvolvimento sustentável: evidências da América Latina). FAO, CIPAV e Agri Benchmark.
- Convenção sobre Diversidade Biológica (2022). Acordo histórico alcançado na Conferência da ONU sobre Biodiversidade para deter e reverter a perda de biodiversidade até 2030.
- Costello, M.J., M.M. Vale, W. Kiessling, S. Maharaj, J. Price e G.H. Talukdar, 2022: Cross-Chapter Paper 1: Biodiversity Hotspots. Em: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability (Mudanças Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade)*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA, pp. 2123-2161, doi:10.1017/9781009325844.018.
- Da Silva, V.D.P.R., De Oliveira, S.D., Hoekstra, A.Y., Dantas Neto, J., Campos, J.H.B., Braga, C.C., De Araújo, L.E., Aleixo, D.D.O., De Brito, J.I.B., De Souza, M.D. e De Holanda, R.M., 2016. Pegada hídrica e comércio virtual de água no Brasil. *Água*, 8(11), p.517.
- Davis, K.E., Makhija, S. e Spielman, D.J., 2021. Extensão agrícola e serviços de consultoria rural: o que aprendemos e o que vem a seguir? Instituto Internacional de Pesquisa em Política Alimentar.
- Deutz, A., Heal, G. M., Niu, R., Swanson, E., Townshend, T., Zhu, L., Delmar, A., Meghji, A., Sethi, S. A., e Tobinde la Puente, J. (2020). Financing Nature: Closing the global biodiversity financing gap (Financiamento da natureza: preenchendo a lacuna de financiamento da biodiversidade global). The Paulson Institute, The Nature Conservancy e Cornell Atkinson Center for Sustainability.
- Ding, H., Markandya, A., Feltran-Barbieri, R., Calmon, M., Cervera, M., Duraisami, M., Singh, R., Warman, J. e Anderson, W., 2021. Repurposing agricultural subsidies to restore degraded farmland and grow rural prosperity (Reaproveitamento de subsídios agrícolas para restaurar terras agrícolas degradadas e aumentar a prosperidade rural).

- Dittmer, K.M., Rose, S., Snapp, S.S., Kebede, Y., Brickman, S., Shelton, S., Egler, C., Stier, M. e Wollenberg, E., 2023. Agroecology can promote climate change adaptation outcomes without compromising yield in smallholder systems (A agroecologia pode promover resultados de adaptação às mudanças climáticas sem comprometer a produção em sistemas de pequenos agricultores). *Environmental Management*, pp.1-10.
- Dumas, P., Wirsenius, S., Searchinger, T., Andrieu, N., Vogt-Schilb, A., 2022. Options for agriculture and land use change to achieve zero net emissions in Latin America and the Caribbean (Opções para agricultura e mudança no uso da terra para alcançar emissões líquidas zero na América Latina e no Caribe). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Estrada-Carmona, N., Sánchez, A.C., Remans, R. e Jones, S.K., 2022. Paisagens agrícolas complexas abrigam mais biodiversidade do que as simples: A global meta-analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(38), p.e2203385119.
- Ewer, Theodora, Talia Smith, Seth Cook, Sarah Jones, Fabrice Declerck, Helen Ding (2023). Alinhando práticas agrícolas regenerativas com resultados para atender às pessoas, à natureza e ao clima. *The Food and Land Use Coalition (Coalizão de Alimentos e Uso da Terra)*.
- FAO. 2019. *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*, J. Bélanger & D. Pilling (eds.). FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments.
- FAO. 2021. *Saúde vegetal e mudanças climáticas. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação*.
- FAO, PNUD e PNUMA. 2021. *A multi-billion-dollar opportunity - Repurposing agricultural support to transform food systems (Uma oportunidade multibilionária - Reorientando o apoio agrícola para transformar os sistemas alimentares)*. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, Programas das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente.
- FAO. 2022. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation (Rumo à transformação azul)*. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação.
- FAO. 2023. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2023*. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
- Fernandez-Kolb P, Castro-Llanos F, Martínez-Valle A, Siles P, Läderach P, Lundy M, Bunn C. 2019. *Café sustentável adaptado ao clima em El Salvador*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Fuentes-Castillo, T., Hernández, H. J., & Pliscoff, P. (2020). Hotspots e vulnerabilidade de ecorregiões impulsionados pela velocidade das mudanças climáticas no sul da América do Sul. *Regional Environmental Change*, 20, 1-15.
- Gautam, Madhur; Laborde, David; Mamun, Abdullah; Martin, Will; Pineiro, Valeria; Vos, Rob. 2022. *Repurposing Agricultural Policies and Support: Options to Transform Agriculture and Food Systems to Better Serve the Health of People, Economies, and the Planet [Reorientação de Políticas e Apoio Agrícola: Opções para Transformar a Agricultura e os Sistemas Alimentares para Melhor Atender à Saúde das Pessoas, das Economias e do Planeta]*. Banco Mundial.
- González-Gallina, A., Hidalgo-Mihart, M. G., & Castelazo-Calva, V. (2018). Conservation implications for jaguars and other neotropical mammals using highway underpasses (Implicações de conservação para onças-pintadas e outros mamíferos neotropicais que usam passagens subterrâneas de rodovias). *PLoS One*, 13(11), e0206614.
- Gunstone, T., Cornelisse, T., Klein, K., Dubey, A., & Donley, N. (2021). Pesticides and soil invertebrates: A hazard assessment (Pesticidas e invertebrados do solo: uma avaliação de risco). *Frontiers in Environmental Science*, 122.
- Hallegette, Stephane; Bangalore, Mook; Bonzanigo, Laura; Fay, Marianne; Kane, Tamaro; Narloch, Ulf; Rozenberg, Julie; Treguer, David; Vogt-Schilb, Adrien. 2016. *Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty [Ondas de Choque: Gerenciando os Impactos da Mudança Climática na Pobreza]*. Banco Mundial.
- Hansen, J., Hellin, J., Rosenstock, T., Fisher, E., Cairns, J., Stirling, C., Lamanna, C., van Etten, J., Rose, A. e Campbell, B., 2019. Climate risk management and rural poverty reduction (Gerenciamento de riscos climáticos e redução da pobreza rural). *Agricultural Systems*, 172, pp.28-46.
- Hartinger, S.M., Yglesias-González, M., Blanco-Villafuerte, L., Palmeiro-Silva, Y.K., Lescano, A.G., Stewart-Ibarra, A., Rojas-Rueda, D., Melo, O., Takahashi, B., Buss, D. e Callaghan, M., 2023. O relatório da América do Sul de 2022 do The Lancet Countdown sobre saúde e mudança climática: confie na ciência. Agora que sabemos, precisamos agir. *The Lancet Regional Health-Americas*, 20.
- Hasegawa, T., Wakatsuki, H. e Nelson, G.C., 2022. Evidência e projeção de falha de vários cestos de pão causada por mudanças climáticas. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 58, p.101217.
- BID. 2019a. *Documento de estrutura do setor agrícola*. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- BID, 2019b. *Progresso do Peru na adaptação às mudanças climáticas no setor pesqueiro e no ecossistema marinho-costeiro*. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- BID, 2021. *Social Protection and Poverty Sector Framework Document*. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- BID, 2022. *Barbados fortalece o financiamento climático em sua agenda com o apoio do BID e da Nature Conservancy*. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Comunicado à imprensa.

- BID, 2023. Equador conclui a maior conversão de dívida em natureza do mundo com o apoio do BID e da DFC. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Comunicado à imprensa.
- IEA. (2017). Comparação de custos de produção de biocombustíveis e combustíveis fósseis para transporte. Agência Internacional de Energia
- IEA (2022), Biofuels. Agência Internacional de Energia iea.org/reports/biofuels
- INRAE, 2022. Proteger as culturas aumentando a diversidade de plantas em áreas agrícolas. Relatório resumido da avaliação científica coletiva. Instituto Nacional de Pesquisa para a Agricultura, a Alimentação e o Meio Ambiente.
- IPBES. 2016. Relatório de avaliação da Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos sobre polinizadores, polinização e produção de alimentos. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca e H. T. Ngo (eds). Secretaria da Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos.
- IPBES. 2019. Relatório de avaliação global sobre biodiversidade e serviços ecosistêmicos da Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz e H. T. Ngo (editores). Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos).
- IPCC, 2019: Resumo para formuladores de políticas. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)].
- Jaramillo, P., S. Kahn Ribeiro, P. Newman, S. Dhar, O.E. Diemuodeke, T. Kajino, D.S. Lee, S.B. Nugroho, X. Ou, A. Hammer Strømman, J. Whitehead, (2022). Transport. Em IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribuição do Grupo de Trabalho III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.
- Kadie, T. (2018). The Price of a Fish: Illegal Fishing and the Consequences for Latin America [O preço do peixe: pesca ilegal e as consequências para a América Latina]. Berkeley Political Review, maio.
- Kremen, C. e Geladi, I., 2023. Land-Sparing and Sharing: Identifying Areas of Consensus, Remaining Debate and Alternatives (Compartilhamento e divisão de terras: identificação de áreas de consenso, debates remanescentes e alternativas). Em Reference Module in Life Sciences.
- Laderach, P., Jarvis, A., & Ramirez, J. (2009). The Impact of Climate Change in Coffee-Growing Regions: The Case of 10 Municipalities in Nicaragua (O impacto das mudanças climáticas nas regiões cafeeiras: o caso de 10 municípios na Nicarágua).
- Leal, M., e Spalding, M., (editores), 2022 The State of the World's Mangroves 2022. Global Mangrove Alliance.
- Leippert, F., Darmaun, M., Bernoux, M. e Mphesha, M. 2020. The potential of agroecology to build climate-resilient livelihoods and food systems (O potencial da agroecologia para criar meios de subsistência e sistemas alimentares resistentes ao clima). Roma. FAO e Biovision.
- Ma, J., Li, J., Wu, W., & Liu, J. (2023). Global forest fragmentation change from 2000 to 2020 (Mudança na fragmentação florestal global de 2000 a 2020). Nature Communications, 14(1), 3752.
- MACS, 2019. Grupo de Trabalho Internacional de Laboratórios Vivos de Agroecossistemas. Laboratórios Vivos de Agroecossistemas: Relatório Executivo. Reunião do G20 de cientistas-chefes da agricultura.
- Marahrens, M. (2022). Bilhões desperdiçados em biocombustíveis. Transporte e Meio Ambiente
- NREL. 2022. *A Roadmap Toward a Sustainable Aviation Ecosystem* (Roteiro para um ecossistema de aviação sustentável). Laboratório Nacional de Energia Renovável.
- Pathak, V.M., Verma, V.K., Rawat, B.S., Kaur, B., Babu, N., Sharma, A., Dewali, S., Yadav, M., Kumari, R., Singh, S. e Mohapatra, A., 2022. Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review. *Frontiers in Microbiology*.
- Parmesan, C., M.D. Morecroft, Y. Trisurat, R. Adrian, G.Z. Anshari, A. Arneth, Q. Gao, P. Gonzalez, R. Harris, J. Price, N. Stevens e G.H. Talukdar, 2022: Terrestrial and Freshwater Ecosystems and their Services. Em: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability (Mudanças Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade). Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA, pp. 197-377, doi:10.1017/9781009325844.004.
- Peng, L., Searchinger, T.D., Zions, J. e Waite, R., 2023. The carbon costs of global wood harvests (Os custos de carbono das colheitas globais de madeira). *Nature*.
- Peri, P.L., Dube, F. e Varella, A. eds., 2016. Silvopastoral systems in southern South America (pp. 117-168). Berlin/Heidelberg, Alemanha: Springer International Publishing.
- Prager SD; Rios AR; Schiek B; Almeida JS; González CE; 2020. Vulnerabilidade às mudanças climáticas e impactos econômicos no setor agrícola na América Latina e no Caribe. Nota técnica do BID 1915. Banco Interamericano de Desenvolvimento e Centro Internacional de Agricultura Tropical.

- Priegler, 2022. Reforma da UE das regras de comercialização de sementes: quais sementes para uma transição justa para sistemas alimentares agroecológicos e sustentáveis? Parlamento Europeu.
- Rigal, S., Dakos, V., Alonso, H., Auniņš, A., Benkő, Z., Brotons, L., Chodkiewicz, T., Chylarecki, P., de Carli, E., Del Moral, J.C. e Domşa, C., 2023. As práticas agrícolas estão causando o declínio da população de aves em toda a Europa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(21), p.e2216573120.
- Rozenberg, Julie; Browne, Nyanya; De Vries Robbé, Sophie; Kappes, Melanie; Lee, Woori; Prasad, Abha. 2021. Publicação: 360° Resilience: A Guide to Prepare the Caribbean for a New Generation of Shocks (Resiliência 360°: um guia para preparar o Caribe para uma nova geração de choques).
- Romanello, Marina, Alice McGushin, Claudia Di Napoli, Paul Drummond, Nick Hughes, Louis Jamart, Harry Kennard et al. "The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future." *The Lancet* 398, no. 10311 (2021): 1619-1662.
- Saget, C., Vogt-Schilb, A., Luu, T., 2020. Employment in a zero net emissions future in Latin America and the Caribbean (Emprego em um futuro de emissões líquidas zero na América Latina e no Caribe). Banco Interamericano de Desenvolvimento e Organização Internacional do Trabalho.
- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological conservation*, 232, 8-27.
- Searchinger, T.D., Wiersenus, S., Beringer, T., Dumas, P., 2018. Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change (Avaliando a eficiência das mudanças no uso da terra para mitigar as mudanças climáticas). *Nature* 564, 249-253.
- Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., Ranganathan, J., Dumas, P., Matthews, E. e Klirs, C., 2019. Criando um futuro alimentar sustentável: um menu de soluções para alimentar quase 10 bilhões de pessoas até 2050. Instituto de Recursos Mundiais.
- Searchinger, T., Peng, L., Zions, J., Waite, R., 2023. The Global Land Squeeze: Managing the Growing Competition for Land (O aperto global de terras: gerenciando a crescente competição por terras). World Resources Institute.
- Silva, C. V., Aragão, L. E., Barlow, J., Espírito-Santo, F., Young, P. J., Anderson, L. O., ... & Xaud, H. A. (2018). Incêndios florestais amazônicos induzidos pela seca instigam uma interrupção em escala decadal da dinâmica do carbono florestal. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 373(1760), 20180043.
- Snapp, S.S., Kebede, Y., Wollenberg, E.K., Dittmer, K.M., Brickman, S., Egler, C. e Shelton, S.W., 2021. Agroecology and climate change rapid evidence review: Performance of agroecological approaches in low-and middle-income countries (Revisão rápida de evidências sobre agroecologia e mudanças climáticas: Desempenho de abordagens agroecológicas em países de baixa e média renda).
- Sova, C. A., G. Grosjean, T. Baedeker, T. N. Nguyen, M. Wallner, A. Jarvis, A. Nowak, C. Corner-Dolloff, E. Girvetz, P. Laderach e Lizarazo. M. 2018. "Bringing the Concept of Climate-Smart Agriculture to Life: Insights from CSA Country Profiles Across Africa, Asia, and Latin America." Banco Mundial e Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Subpesca (2023). Estado de la situación de las principales pesquerías chilenas, 2022. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura del Ministerio de Economía de Chile.
- Taylor, L. S., Quincey, D. J., Smith, M. W., Potter, E. R., Castro, J., & Fyffe, C. L. (2022). Multi-Decadal Glacier Area and Mass Balance Change in the Southern Peruvian Andes. *Frontiers in Earth Science*, 10.
- Villalobos-Hoffman, R., Ewing, J. E., & Mooring, M. S. (2022). Do Wildlife Crossings Mitigate the Roadkill Mortality of Tropical Mammals? A Case Study from Costa Rica. *Diversity*, 14(8), 665.
- WDI, 2023. Turismo internacional, receitas (% do total de exportações). Números de 2019 (pré-COVID). Indicadores de desenvolvimento mundial.
- Witcover, J., & Williams, R. B. (2020). Comparison of "Advanced" biofuel cost estimates: Trends during rollout of low carbon fuel policies (Comparação de estimativas de custo de biocombustível "avançado": Tendências durante a implementação de políticas de combustível de baixo carbono). *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 79, 102211.
- WFP, 2021. Building Climate Resilience in Latin America and the Caribbean: The World Food Programme's Experience [Construindo Resiliência Climática na América Latina e no Caribe: A Experiência do Programa Mundial de Alimentos].
- WRI em colaboração com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Banco Mundial. 2008. *World Resources 2008: Roots of Resilience-Growing the Wealth of the Poor* [Recursos Mundiais 2008: Raízes da Resiliência - Aumentando a Riqueza dos Pobres]. World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiais).
- WRI, 2011. *A Compilation of Green Economy Policies, Programs, and Initiatives from Around the World* (Compilação de Políticas, Programas e Iniciativas de Economia Verde de Todo o Mundo). World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiais).
- WWF, 2020. Relatório Planeta Vivo 2020 - Dobrando a curva da perda de biodiversidade. Fundo Mundial para a Natureza.
- WWF, 2021. Regulamentos de Proteção Florestal de Belize (Proteção de Manguezais) 2018: uma visão geral. Fundo Mundial para a Natureza.
- Wyckhuys, K.A.G., Heong, K.L., Sanchez-Bayo, F., Bianchi, F.J.J.A., Lundgren, J.G. e Bentley, J.W., 2019. O analfabetismo ecológico pode aprofundar a dependência dos agricultores em relação aos pesticidas. *Environmental Research Letters*, 14(9), p.093004.

CAPÍTULO 3.

Aproveitando a onda de adaptação nos setores de água e saneamento



Autores

Hipólito Talbot-Wright

ASSESSOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
hipolitot@iadb.org

María Pérez-Urdiales

ECONOMISTA, ÁGUA E SANEAMENTO
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
mariaurd@iadb.org

Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SÊNIOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
avogtschilb@iadb.org

Ilustrações de Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Pérez-Urdiales, M., Vogt-Schilb, A., 2023. Aproveitando a onda de adaptação nos setores de água e saneamento, en: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Com calor e água até ao pescoço: nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climática. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Aproveitando a onda de adaptação nos setores de água e saneamento

As mudanças climáticas afetam a segurança hídrica. As alterações na temperatura e na precipitação têm um impacto na disponibilidade de água. Eventos climáticos extremos, como furacões, destroem a infraestrutura de abastecimento de água. Essas mudanças representam riscos para a segurança hídrica, pois aumentam a escassez, a poluição e as doenças transmitidas pela água. A redução da segurança hídrica também prejudica indiretamente as famílias por meio de seu impacto nos setores produtivos, como agricultura, energia e indústria. Adaptar-se significa planejar sob incerteza, aumentar o número, a diversidade e a qualidade das fontes de água e aumentar a resistência a eventos climáticos extremos. As opções incluem a redução do consumo de água, a melhoria e a expansão da infraestrutura de saneamento, a diversificação das fontes de água doce, incluindo a reciclagem e a reutilização da água, e o aproveitamento de soluções baseadas na natureza para melhorar a quantidade e a qualidade das fontes de água doce. Os governos podem melhorar a governança da água promovendo uma abordagem de gestão integrada da água no nível da bacia e melhorando a coordenação entre as agências governamentais, o setor privado e o público em geral. Eles também podem pressionar por regulamentações sobre o consumo, a captação e a poluição da água; tributar a poluição ou o consumo; e subsidiar a adoção de novas tecnologias.

Efeitos das mudanças climáticas na segurança hídrica

A água é essencial para a produção de alimentos, geração de energia com usinas térmicas e hidrelétricas, saneamento, saúde, processos industriais e consumo humano (Bretas et al., 2021). As mudanças climáticas colocam em risco a disponibilidade de água e trazem novos e maiores riscos à saúde relacionados à água. O fenômeno aumenta a variabilidade e a incerteza da disponibilidade de água, exacerba as disparidades à medida que as regiões úmidas se tornam mais úmidas e as regiões secas ainda mais secas, e aumenta a frequência e a gravidade de eventos climáticos extremos, como enchentes e secas.

Uma ameaça à disponibilidade de água

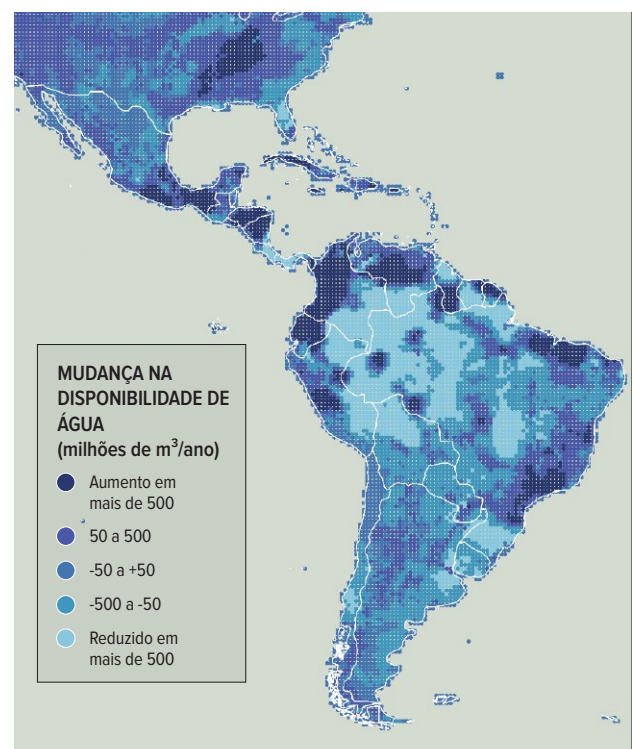
Na América Latina e no Caribe, espera-se que os padrões anuais de chuva mudem e que a variabilidade interanual aumente em toda a região (Libra et al., 2022). O Caribe é particularmente vulnerável a danos, pois os ciclones tropicais e o aumento do nível do mar levam a inundações mais extremas e à intrusão salina, danificando redes de distribuição de água já degradadas e deteriorando ainda mais a qualidade da água (Masson-Delmotte et al., 2021). Nos Andes, o recuo glacial ameaça a disponibilidade de água. Durante os anos de seca e as estações secas, os principais centros populacionais compensam as deficiências de precipitação com o derretimento das geleiras. No entanto, as geleiras estão recuando, tornando as áreas dependentes do derretimento das geleiras cada vez mais vulneráveis. Essa vulnerabilidade é particularmente preocupante, pois a mudança climática está alterando a oscilação do El Niño e aumentando a frequência e a intensidade das

secas, o que aumenta a dependência do derretimento das geleiras (Wang et al., 2019).

O crescimento populacional, a urbanização e as necessidades energéticas estão impulsionando a demanda global por água doce, que deve aumentar de 30 a 50% até 2050 (Damania et al., 2017).¹ As mudanças climáticas exacerbam a insegurança hídrica em todo o mundo, afetando mais da metade da população mundial e possivelmente deslocando até 700 milhões de pessoas (Damania et al., 2017). Embora a água seja abundante na América Latina e no Caribe, as disparidades regionais e temporais significam que mais da metade de sua população (53%) corre o risco de um desequilíbrio entre a demanda e o fornecimento de água, de acordo com o Indicador de Risco Físico da Água do World Resources Institute (Libra et al., 2022).² A bacia amazônica, o nordeste do Brasil, o norte do México, o Caribe e a América Central estão particularmente em risco (Mapa 3.1).

MAPA 3.1

Mudanças projetadas na disponibilidade de água, 2015–2050, em um cenário de mudança climática moderada



Fonte: Bretas et al., 2018

- Desde 2017, os investidores no setor de energia têm se voltado fortemente a favor das tecnologias solar e eólica como as principais novas fontes de energia, aliviando, até certo ponto, o crescimento futuro da demanda de água no setor de energia, já que essas fontes praticamente não usam água em comparação com as usinas térmicas e hidrelétricas.
- O risco físico hídrico baseado em quantidade, indicador usado aqui, leva em consideração o estresse hídrico de base, a variabilidade sazonal, o esgotamento da água, a variabilidade interanual, o rebaixamento do lençol freático, o risco de inundação de rios, as inundações costeiras e o risco de seca, usando dados do Atlas de Risco Hídrico do World Resources Institute (Aqueduct 3.0) (Hofste et al., 2019) e estimativas populacionais de 2020 dos conjuntos de dados do WorldPop (WorldPop, 2018).

O impacto na qualidade da água

A qualidade também é uma questão importante. Se a qualidade da água também for levada em conta, 60% da população da região estará em risco (Libra et al., 2022). À medida que a qualidade da água doce disponível é comprometida, surgem novos riscos à saúde (OMS, 2017):³

- O aumento das temperaturas e da precipitação cria condições propícias para a proliferação de patógenos, microrganismos, algas aquáticas, plantas e bactérias em fontes de águas superficiais e subterrâneas (por exemplo, aumentando a carga de nutrientes).
- Os níveis mais baixos de água aumentam a concentração de substâncias tóxicas e a poluição biológica, enquanto a menor precipitação geral reduz a capacidade das águas superficiais de diluir e remover os poluentes.
- O excesso de chuvas durante eventos climáticos extremos aumenta os contaminantes na água doce, pois as instalações de esgoto ficam sobrecarregadas e as fontes ficam poluídas.

- Os esgotos perdem parte de sua capacidade de autolimpeza durante as secas.
- O esgotamento das fontes de água doce existentes leva ao uso de alternativas novas e menos seguras.

Eventos climáticos extremos também danificam ou destroem a infraestrutura de abastecimento de água doce. Quando a infraestrutura não consegue fornecer água doce, isso causa interrupções de negócios no valor de US\$ 6 bilhões por ano nos países em desenvolvimento em todo o mundo (Rentschler et al., 2019).

As mudanças climáticas na América Latina e no Caribe exacerbam os estragos que as tubulações envelhecidas e a manutenção insuficiente já estão causando na infraestrutura. Por exemplo, em Lima, Peru, fortes chuvas e subsequentes deslizamentos de terra em março de 2017 encheram os rios de lama, forçando o fechamento da principal estação de tratamento de água e interrompendo o abastecimento de água para a cidade (Stip et al., 2019).

Um dilúvio de opções de adaptação

Os objetivos de adaptação incluem garantir o acesso aos recursos hídricos, assegurar a qualidade da água doce e aumentar a resiliência a novos riscos climáticos. O setor pode se adaptar melhorando a eficiência dos sistemas hídricos e a qualidade da água doce, adaptando a infraestrutura existente e nova aos impactos adversos, diversificando o portfólio de fontes de água (inclusive reutilizando e reciclando a água) e considerando soluções baseadas na natureza.

Os princípios da economia circular podem ser aplicados à gestão da água. Esses princípios sugerem a minimização das perdas de água no sistema, a redução do consumo de água e a reutilização da água para atender à demanda (Delgado et al., 2021). De fato, a abordagem linear dominante é vulnerável às mudanças climáticas, pois tende a depender de novas captações de água de fontes de águas superficiais ou subterrâneas cada vez mais escassas. Os sistemas de esgoto centralizados também perdem a

oportunidade de tratar diferentes tipos de poluição de diferentes atividades separadamente e com mais eficiência. Além disso, a abordagem linear não inclui a recuperação e a reutilização de recursos, que são essenciais em um contexto de escassez (Cavallo et al., 2020).

Mais eficiência, menos estresse

Aumentar a eficiência dos sistemas existentes de abastecimento de água e tratamento de águas residuais é uma das adaptações mais econômicas (Delgado et al., 2021). Melhorar a manutenção para reduzir vazamentos é importante, pois as concessionárias de água sofrem perdas significativas em seus sistemas de distribuição. Por exemplo, nas áreas metropolitanas de Buenos Aires, Belo Horizonte, Valparaíso e Cidade do México, o vazamento é responsável, respectivamente, por 41%, 36%, 43% e 40%

³ Consulte também o capítulo 7. Verificando o bem-estar: Mudança climática e o setor de saúde.

da água na rede de distribuição (OECD, 2017; OECD, 2019; Gutierrez, 2019). As tecnologias de infraestrutura de medição inteligente podem ajudar a identificar vazamentos e soluções. No Brasil, essas tecnologias reduziram o vazamento de 60% em 2012 para 17% em 2019 (Blackman, 2019; IDB invest, 2019).

Também é importante reduzir a demanda. A demanda de água doce pode ser reduzida por meio da adoção de processos industriais com eficiência hídrica, do uso de aparelhos com eficiência hídrica e do aumento da eficiência hídrica na agricultura por meio da irrigação por gotejamento, do uso de água salina sempre que possível ou da melhoria da seleção de culturas (Delgado et al., 2021).⁴ Hábitos de economia de água também podem ser incentivados no setor residencial, como o plantio de vegetação nativa que não exija irrigação nos jardins, tomar menos banhos ou lavar roupas apenas com a carga completa (Pérez-Urdiales e García-Valiñas, 2016; Attari, 2014).

Reutilizar e reciclar

A reutilização da água é uma opção fundamental. Os investimentos em novas fontes de água doce devem ser complementados por uma capacidade suficiente para gerenciar suas águas residuais. Na América Latina e no Caribe, apenas 60% da população tem acesso a um sistema de esgoto, e apenas 30% a 40% das águas residuais são tratadas (Rodríguez et al., 2020). Como resultado, a reutilização da água é rara na região, embora seu potencial de mercado seja estimado entre US\$ 3 bilhões e US\$ 62 bilhões (Banco Mundial, 2019).

As águas residuais podem ser tratadas e reutilizadas para várias atividades econômicas, como irrigação, jardinagem, resfriamento de usinas de energia, limpeza ou processos industriais (Delgado et al., 2021). Com um tratamento mínimo, a água cinza (ou seja, a água do chuveiro ou da lavagem) pode ser reutilizada diretamente ou usada para recarregar as águas subterrâneas (Delgado et al., 2021). Em San Luis Potosi, México, a estação de tratamento de águas residuais de Tenorio processa até 45% do total de águas residuais geradas pela cidade e as utiliza para fins como resfriamento de instalações de energia e irrigação agrícola. Além disso, a própria instalação funciona como um pântano (Banco Mundial, 2018).

A redução da poluição de todas as fontes de água é fundamental para permitir a reutilização da água (OECD, 2021). As medidas para alcançar esse objetivo incluem minimizar o uso de agroquímicos e desinfetantes, otimizar e melhorar os métodos de tratamento de água existentes, estabelecer novos métodos e melhorar a infraestrutura para reduzir o escoamento de águas residuais (OMS, 2017).

A diversificação é fundamental

A diversificação das fontes de água é um elemento-chave das estratégias de adaptação (Cathala et al., 2018). Ter diversas fontes que respondem de forma diferente a eventos climáticos extremos e estresses protege contra riscos (WHO, 2017; Delgado et al., 2021). Por exemplo, para evitar riscos à segurança hídrica devido à diminuição dos níveis das represas e das chuvas, a Austrália optou por diversificar suas fontes de água investindo em dessalinização da água do mar e em usinas de água reciclada (Muñoz e Crisman, 2019). Tecnologias inovadoras contribuem para melhorar a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos e a disponibilidade de água doce. As fontes de água não convencionais incluem a coleta de água de neblina, águas subterrâneas profundas, água dessalinizada e água de lastro (Carvajal et al., 2022; UN-Water, 2020). A redundância de fontes e redes de distribuição, por exemplo, por meio da duplicação de equipamentos, também contribui para aumentar a resiliência do abastecimento de água (Klasic et al., 2022).

A natureza fornece

As soluções baseadas na natureza, também chamadas de infraestrutura verde, podem ajudar a garantir a disponibilidade de água, reduzir a poluição e proteger a infraestrutura e os ecossistemas de eventos climáticos extremos (Muñoz e Crisman, 2019). Florestas e áreas úmidas podem ajudar a garantir o abastecimento de água doce em face das mudanças climáticas. A restauração de bacias hidrográficas, áreas úmidas e manguezais pode melhorar a qualidade da água doce. As zonas úmidas podem reter nutrientes, evitar a poluição da água nas bacias hidrográficas, filtrar água poluída e águas residuais, reduzir a entrada de sedimentos após chuvas fortes e oferecer proteção contra enchentes e secas (Delgado et al., 2021; OMS, 2017). O Quadro 3.1 lista várias

⁴ Consulte o Capítulo 2. Replantando a biodiversidade e repensando a nutrição.

soluções baseadas na natureza que têm o potencial de abordar questões de segurança hídrica, seja individualmente ou em conjunto com a infraestrutura cinza.

As opções para aumentar o armazenamento de água precisam ser consideradas em uma abordagem holística que vá além da construção de reservatórios e considere o uso de soluções naturais, por exemplo, por meio da recarga de águas subterrâneas e da restauração de áreas úmidas (Delgado et al., 2021). Gerenciar, recarregar e preservar os aquíferos é um exemplo de como garantir a sustentabilidade da segurança hídrica nas cidades. A agricultura regenerativa - um conjunto de práticas agrícolas que aumenta a capacidade do solo de desempenhar suas funções, regenerando assim a biodiversidade,

a saúde do ecossistema e a retenção de água - também pode promover a resiliência dos sistemas hídricos. Essa abordagem foi aplicada com sucesso por pequenas e médias fazendas de gado no Gran Chaco, que se estende pela Argentina, Bolívia, Brasil e Paraguai (The Nature Conservancy, 2021). A integração da infraestrutura verde com a infraestrutura cinza pode ajudar a reduzir os custos de água doce. Por exemplo, os “bofedales” na Cordilheira Central dos Andes e os “páramos” na Cordilheira Septentrional dos Andes são áreas úmidas de alta altitude com capacidade significativa de retenção de água que, combinadas com os reservatórios existentes, podem maximizar o armazenamento de água (Muñoz e Crisman, 2019).

CUADRO 3.1.

Alguns benefícios das soluções baseadas na natureza para a disponibilidade e a qualidade da água

	Fuentes mejoradas		Proteção contra condições climáticas extremas		Qualidade da água				
	Rio	Aquíferos	Enchentes	Seca	Nitratos e fosfatos	Sedimentos	Pesticidas	Águas subterrâneas	Águas residuais
Proteção do solo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Reflorestamento	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Bufferes bancários		✓	✓	✓	✓	✓			
Eliminação de espécies invasoras	✓								
Planícies de inundação conectadas a rios		✓	✓						
Conservação e restauração de áreas úmidas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Áreas úmidas artificiais									✓
Parques e áreas verdes		✓	✓	✓					
Pavimento permeável		✓	✓	✓					
Desvios de enchentes	✓	✓	✓	✓					

Fuente: elaboración propia a partir de Bretas et al. (2018) e investigación adicional.

Como as intervenções do governo podem reverter essa tendência

Alusão à boa governança

Os governos podem melhorar a governança da água para promover a coordenação da política hídrica. Uma melhoria fundamental é estabelecer uma abordagem integrada de gestão de recursos hídricos em nível de bacia. O objetivo é promover a coordenação horizontal e vertical. A coordenação horizontal significa a coordenação entre os ministérios e agências governamentais relevantes, para abranger todos os setores que são afetados pela água doce ou que afetam sua qualidade ou quantidade, incluindo, por exemplo, agricultura, energia, saúde, cidades, mineração e construção. A coordenação vertical, ou seja, entre os níveis nacional e local, também é importante (OECD, 2021). A coordenação horizontal já é promovida pela maioria dos governos da região por meio de departamentos de planejamento, em países como Bolívia, Brasil, Chile e Costa Rica; ou órgãos públicos técnicos na Colômbia, Guatemala e Paraguai (Bellfield, 2015). Entretanto, a coordenação vertical é um desafio, pois a formulação de políticas hídricas é altamente fragmentada entre as agências. Além disso, embora a governança da água seja frequentemente descentralizada e a tomada de decisões caiba às autoridades locais, a regulamentação tende a ocorrer em um nível administrativo mais alto (Bellfield, 2015).

Também é importante alocar direitos coletivos sobre a água. Direitos bem elaborados mitigam a tendência natural dos mercados de promover desigualdades (Villamayor-Tomas et al., 2022). O processo de alocação de direitos sobre a água deve dar atenção especial à inclusão de comunidades que, muitas vezes, têm pouca capacidade financeira e técnica para participar do mercado, como as comunidades indígenas. Quando a Constituição de 1980 no Chile permitiu a privatização da água, os povos mapuches foram amplamente excluídos (Wissmüller, 2021). Em 1908, nos Estados Unidos, a Suprema Corte decidiu que as tribos devem ter direitos à água “suficientes para atender à necessidade da reserva como pátria” e, desde então, decidiu várias vezes a favor da reserva de água para as comunidades indígenas (Sanchez et al., 2020).

Também é importante considerar a coordenação transfronteiriça dos fluxos internacionais de água (OECD, 2021). Nenhum país da América Latina e do Caribe ratificou a Convenção de 1992 sobre a Proteção e o Uso de Cursos de Água Transfronteiriços e Lagos Internacionais ou a Convenção de 1997 sobre a Lei dos Usos Não-Navegáveis dos Cursos de Água Internacionais, ambas as quais estabelecem uma estrutura para a cooperação transfronteiriça em matéria de água. Além disso, 11 das 67 bacias hidrográficas internacionais da região carecem de mecanismos operacionais de cooperação hídrica (Muñoz Castillo et al., 2021). O caminho para o compartilhamento equitativo e razoável dos recursos hídricos em vários países continua longo e difícil.

Fazer com que as informações fluam

A comunicação é importante para a coordenação com o setor privado. A comunicação deve ser sempre clara, com o objetivo de criar confiança pública e informar a população sobre os riscos de segurança hídrica, suas implicações e as ações e políticas implementadas (Ortiz et al., 2021).

As estratégias de comunicação também devem ter como objetivo provocar mudanças comportamentais no consumo de água doce (Ortiz et al., 2021). Por exemplo, a mudança da medição coletiva para a individual pode incentivar as famílias a reduzir o consumo. Em Quito, Equador, o consumo de água diminuiu em 8% após a introdução de medidores individuais (Contreras et al., 2021). Mas os consumidores residenciais geralmente não têm informações ou consciência sobre suas contas de água (Pérez-Urdiales et al., 2022), o que afeta o impacto das políticas de preços na conservação da água. As concessionárias de água precisam comunicar adequadamente o consumo de água e as estruturas de preços aos consumidores.

Além disso, é importante aumentar a conscientização sobre a necessidade de conservar a água. A pesquisa AmericasBarometer, 2018-2019, que reúne a opinião pública em toda a região sobre várias

questões, constatou que menos de 10% dos entrevistados na região identificam a água como uma questão importante (Pérez-Urdiales et al., 2023). Em São Paulo, Brasil, as autoridades distribuíram filmes e folhetos para informar as comunidades e os líderes sociais sobre os riscos do estresse hídrico e promover o uso eficiente da água (Cathala et al., 2018).

Informar a tomada de decisões com melhores dados e melhores métodos

A coleta e o compartilhamento de dados são fundamentais para informar a elaboração de políticas. No caso da água, isso requer o aprimoramento das medições das águas subterrâneas; o monitoramento de novas fontes de água ou da qualidade das bacias hidrográficas; e a adoção de novas tecnologias e ferramentas, como tecnologias de modelagem, mapeamento e geração de imagens usando satélites e drones. Os dados podem ser disponibilizados diretamente ou comunicados ao público por meio de relatórios (OECD 2021). Modelos analíticos como o Hydro-BID - um sistema quantitativo e integrado desenvolvido pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento para simular a hidrologia e a gestão dos recursos hídricos da região em diferentes cenários de mudanças climáticas, demográficas e de uso da terra - podem ajudar a avaliar a quantidade e a qualidade da água, as necessidades de infraestrutura e as estratégias de adaptação a essas mudanças (Moreda et al., 2014; Olaya et al., 2020).

Uma questão fundamental em relação aos dados e à capacidade é que as mudanças climáticas são profundamente incertas. Por exemplo, em alguns lugares, não sabemos se isso significa que as chuvas aumentarão ou diminuirão. A mesma incerteza se aplica às tendências socioeconômicas que afetam a demanda de água, por exemplo, o desenvolvimento urbano, o crescimento da população e do PIB e o desenvolvimento tecnológico nas cidades e nas áreas rurais. Para lidar com essas situações, os órgãos públicos e o setor privado podem usar ferramentas para a tomada de decisões sob profunda incerteza

com base na exploração de diferentes cenários, na busca de opções “sem arrependimentos” que funcionem bem em muitas condições diferentes e no desenvolvimento de planos que permitam o ajuste do curso à medida que novas informações se tornem disponíveis.⁵ Esses métodos foram usados em toda a região, inclusive para planejar investimentos em água em Lima, Peru, Monterrey, México, e na província de Mendoza, na Argentina (Kalra et al., 2015; Molina-Perez et al., 2019; Groves et al., 2021).

Criar e aplicar regulamentos

Os governos podem usar regulamentações para proteger a infraestrutura verde, incentivar a adoção de usos mais eficientes da água e estimular a economia de água. Os exemplos incluem a definição de padrões de qualidade e medidas obrigatórias e a melhoria dos sistemas de alocação de água. O estabelecimento de níveis mínimos de vazão ecológica ou a proteção do status ecológico das bacias hidrográficas podem proteger diretamente a infraestrutura verde (OECD, 2021). A Dinamarca, a Grécia e a Hungria condicionam as licenças de água subterrânea à manutenção do status ecológico da fonte de água (OECD, 2021). A proteção de encostas e florestas pode ser uma medida eficaz para garantir o abastecimento de água (Ortiz et al., 2021). Os governos também podem reformar seus sistemas de alocação de água ou projetar um sistema dinâmico e flexível para promover a eficiência dos recursos (OECD, 2021). Eles podem impor a adoção de tecnologias e atividades de conservação de água. Na Califórnia, o governo impõe limites à irrigação de paisagens durante as secas, regula rigorosamente as instalações hidráulicas para evitar perdas de água e estabelece mínimos de eficiência hídrica em todos os novos vasos sanitários e mictórios (Cathala et al., 2018). Dado o investimento considerável necessário para adotar práticas de adaptação e o espaço fiscal limitado, é fundamental atrair investimentos privados reformando a estrutura regulatória ou usando parcerias público-privadas (Castrosin et al., 2021; Garcia et al., 2021).

⁵ Consulte o capítulo 1. Tomada de decisões para um futuro imprevisível.

Instrumentos econômicos

Os governos também podem intervir com instrumentos econômicos destinados a incentivar a conservação ou o uso eficiente da água. Os encargos de captação de água são taxas cobradas pela extração de água diretamente de uma fonte natural compartilhada (rios, aquíferos) por saneamento, indústria, agricultura ou usinas de energia. Os países onde essas taxas são impostas incluem Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Panamá e Peru. Também são usadas taxas de poluição que taxam os poluidores diretamente (por exemplo, na fonte) ou indiretamente (por exemplo, medindo o número de poluentes ou taxando os produtos responsáveis pela poluição). No setor de água e saneamento, as tarifas são projetadas levando em conta, entre outros objetivos, a conservação da água e a recuperação de custos, que podem incluir os custos gerais da nova infraestrutura de água (OCDE, 2021).

Os esquemas de subsídios podem melhorar a disponibilidade e a eficiência da água tanto no lado da oferta quanto da demanda. Esses esquemas incluem condicionar os subsídios à irrigação a metas de economia de água, subsidiar a infraestrutura cujos custos não são totalmente cobertos pelas receitas e estabelecer esquemas de substituição ou reembolso para itens como chuveiros, banheiros, sistemas de captação de água da chuva ou sistemas de reutilização de água (Moreno et al., 2021; OECD, 2021). Além de economizar água, essas medidas melhoram a saúde pública (OMS, 2006). Os subsídios também podem incentivar o investimento em tecnologias domésticas eficientes. Na Califórnia, há um programa que subsidia a compra de máquinas de lavar eficientes; vasos sanitários eficientes; a eliminação de gramados com uso intensivo de água; e a adoção de controladores de irrigação baseados no clima, que ajustam automaticamente as programações de irrigação com base nas mudanças das condições climáticas (Pérez-Urdiales e Baerenklau, 2019).

Referências bibliográficas

- Attari, S.Z., 2014. Perceptions of water use (Percepções do uso da água). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(14), pp.5129-5134.
- Bellfield, H. 2015. Water, Energy and Food Security Nexus in Latin America and the Caribbean (Nexo entre água, energia e segurança alimentar na América Latina e no Caribe). Programa Global Canopy.
- Blackman, James. 2019. "A concessionária de São Paulo busca interromper 40% de perdas de água com medição inteligente da Itron". *Enterprise IOT Insights*, 10 de outubro de 2019.
- Bretas, F., Casanova, G., Crisman, T., Embid, A., Martin, L., Miralles, F. e Muñoz, R. (2020). Water for the Future: water security strategy for Latin America and the Caribbean and the Caribbean Strategy and Work Plan for the Inter-American Development Bank.
- Carvajal, D., Mora-Carreño, M., Sandoval, C., & Espinoza, S. (2022). Assessing fog water collection in the coastal mountain range of Antofagasta, Chile. *Journal of Arid Environments*, 198, 104679.
- Castrosin, M.P., A. Suárez Alemán, G. Astesiano, L. J. García Merino, M. E. Gouvea Berto. 2021. "Perfil das parcerias público-privadas em ativos e serviços de água e saneamento na América Latina e no Caribe: principais números e tendências do setor". Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Cathala, Corinne; Núñez, Anamaría; Ríos, Ana R. 2018. Água em tempos de seca: lições de cinco secas em todo o mundo. Banco Interamericano de Desenvolvimento Policy Brief 295
- Cavallo, E. A., Powell, A., & Serebrisky, T. (2020). From structures to services: The path to better infrastructure in Latin America and the Caribbean (Das estruturas aos serviços: o caminho para uma melhor infraestrutura na América Latina e no Caribe). *Publicações do BID (Livros)*.
- Chausson, Alexandre, Beth Turner, Dan Seddon, Nicole Chabaneix, Cécile A. J. Girardin, Valerie Kapos, Isabel Key, Dilys Roe, Alison Smith, Stephen Woroniecki e Nathalie Seddon. 2020. "Mapping the Effectiveness of Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation" (Mapeamento da eficácia das soluções baseadas na natureza para adaptação às mudanças climáticas). *Global Change Biology* 26 (11): 6134-55.
- Contreras, I., Carrillo, P.E. e Scartascini, C.G., 2021. Turn off the faucet: Solving excess water consumption with individual meters (Feche a torneira: resolvendo o excesso de consumo de água com medidores individuais). Documento de trabalho do BID 1152.
- CR2. 2015. A mega-seca de 2010-2015: uma lição para o futuro. Relatório para a Nação. Centro de Pesquisa sobre Clima e Resiliência (CR2).
- Damania, Richard, Sébastien Desbureaux, Marie Hyland, Asif Islam, Aude-Sophie Rodella, Jason Russ e Esha Zaveri. *Uncharted waters: The new economics of water scarcity and variability (Águas desconhecidas: a nova economia da escassez e variabilidade da água)*. Publicações do Banco Mundial, 2017.
- Delgado, Anna; Rodriguez, Diego J.; Amadei, Carlo A.; Makino, Midori. 2021. Water in Circular Economy and Resilience [Água na economia circular e resiliência]. Banco Mundial.
- García, L.J., D. Vieitez, M. E. Gouvea Berto, A. L. Mascle-Allemand, S. Hinojosa, F. Benavente, J. Muñoz-Jofré. 2021. "Parcerias público-privadas no setor de água potável e saneamento na América Latina e no Caribe. Ambiente, fatores críticos de sucesso e recomendações." Nota técnica 2141 do Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Groves, D.G., Miro, M.E., Syme, J., Becerra-Ornelas, A.U., Molina-Pérez, E., Saavedra Gómez, V. e Vogt-Schilb, A., 2021. Water Infrastructure Planning For The Uncertain Future In Latin America: A Cost- and Time-Efficient Approach For Making Robust Infrastructure Decisions, With A Case Study On Mendoza, Argentina. Série de Documentos de Trabalho do BID.
- Gutierrez, J. 2019. Escassez de água e desafios de abastecimento nos assentamentos informais da Cidade do México. Filadélfia, PA: Penn Institute for Urban Research.
- Hofste, R. W., Kuzma, S., Walker, S., Sutanudjaja, E. H., Bierkens, M. F. P., Kuijper, M. J. M., Sanchez, M. F., van Beek, R., Wada, Y., Rodríguez, S. G., & Reig, P. (2019). Nota técnica. Aqueduct 3.0: Indicadores de risco hídrico global atualizados e relevantes para a tomada de decisões. Instituto de Recursos Mundiais.
- BID Invest. 2019. "O BID Invest e a BRK Ambiental colaboram para melhorar a infraestrutura hídrica no Brasil". IDB Invest News and Media, 17 de abril de 2019.
- IWA. 2015. "Reduction of Non-Revenue Water around the World" (Redução da água sem receita em todo o mundo). Associação Internacional da Água.
- Kalra, N., Groves, D.G., Bonzanigo, L., Perez, E.M., Ramos, C., Brandon, C. e Rodriguez Cabanillas, I., 2015. Robust decision-making in the water sector: a strategy for implementing Lima's long-term water resources master plan. Documento de trabalho de pesquisa de políticas do Banco Mundial (7439).

- Klasic, M., Fencel, A., Ekstrom, J. A., & Ford, A. (2022). Adaptação a eventos extremos: perspectivas dos gerentes de pequenos sistemas de água potável sobre a seca de 2012-2016 na Califórnia. *Climatic Change*, 170(3-4), 26.
- Libra, J. Marinus Collaer, J., Datshkovsky, D., e Pérez-Urdiales, M. 2022. Scarcity in the Land of Plenty (Escassez na terra da abundância). BID-TN 2411. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., & Zhou, B. (Eds.) (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas*. Cambridge University Press.
- Molina-Perez, E., Groves, D.G., Popper, S.W., Ramirez, A.I. e Crespo-Elizondo, R., 2019. *Developing a Robust Water Strategy for Monterrey, Mexico: Diversification and adaptation for coping with climate, economic, and technological uncertainties (Desenvolvimento de uma estratégia hídrica robusta para Monterrey, México: diversificação e adaptação para lidar com incertezas climáticas, econômicas e tecnológicas)*. Rand Corporation.
- Moreda, F., Miralles-Wilhelm, F. e Castillo, R.M., 2014. Hydro-BID: Hydro-BID: um sistema integrado para modelar os impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos. Parte 2: IDB-TN-529
- Moreno, Henry A.; Bocco, María Julia; Velásquez, Manuela; Champi, Diana Carla. 2021. Documento de estrutura de água e saneamento. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Muñoz Castillo, Raúl, e Thomas L. Crisman. 2019 "The Role of Green Infrastructure in Water, Energy and Food Security in Latin America and the Caribbean: Experiences, Opportunities and Challenges" [O papel da infraestrutura verde na segurança hídrica, energética e alimentar na América Latina e no Caribe: experiências, oportunidades e desafios].
- Muñoz Castillo, R., & Crisman, T. L. (2019). O papel da infraestrutura verde na segurança hídrica, energética e alimentar na América Latina e no Caribe: experiências, oportunidades e desafios. BID-DP-693
- Muñoz Castillo, R., Hearn, G., Trejo, D. L., & Pabon Zamora, L. (2021) *Joined by Water (JbW): IDB's Transboundary Waters Program*. BID-DP-860.
- Olaya, J. C., Dewez, R., Guerrero, P., Lefevre, B., Nalesso, M. & Zuloaga, D. 2020. Inclusão da mudança climática na análise hidrológica para o layout e projeto de infraestrutura de transporte: guia metodológico e implementação em 33 pontes veiculares no Haiti. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). 2017. "The governance of water infrastructure in Chile", em *Gaps and Governance Standards of Public Infrastructure in Chile: Infrastructure Governance Review*. Publicação da OCDE.
- Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). 2019. "Water services governance in Argentina" em *Water Governance in Argentina, OECD Studies on Water*. OECD Publishing.
- OECD (2021), *Toolkit for Water Policies and Governance: Converging Towards the OECD Council Recommendation on Water*, OECD Publishing.
- Ortiz, Raphaëlle; Núñez, Anamaría; Cathala, Corinne; Ríos, Ana R; Nalesso, Mauro. 2021. Water in the time of drought II: lessons from droughts around the world (Água em tempos de seca II: lições de secas em todo o mundo). BID Policy Brief 295
- Pérez-Urdiales, M. e García-Valiñas, M.Á., 2016. Tecnologias e hábitos eficientes de uso da água: uma análise desagregada no setor de água. *Ecological economics*, 128, pp.117-129.
- Pérez-Urdiales, M. e Baerenklau, K.A., 2019. Efeitos de adicionalidade de programas de descontos no setor de água residencial: interior vs. exterior. *Water*, 11(6), p.1170.
- Pérez Urdiales, M., Libra, J.M., Machado, K., Serebrisky, T. e Solís, B., 2022. Water Bill Perception in Brazil: Do Households Get It Right? Documento de trabalho 1336 do Banco Interamericano de Desenvolvimento
- Pérez Urdiales, M., Gómez Vidal, A. e Libra, J.M. 2023 Determinantes de preços no setor de água e saneamento: uma visão rápida da heterogeneidade na América Latina e no Caribe
- Rentschler, Jun; Kornejew, Martin; Hallegatte, Stephane; Braese, Johannes; Obolensky, Marguerite. 2019. Underutilized Potential: The Business Costs of Unreliable Infrastructure in Developing Countries [Potencial subutilizado: os custos comerciais da infraestrutura não confiável nos países em desenvolvimento]. Policy Research Working Paper No. 8899. Banco Mundial.

- Rodriguez, Diego J.; Serrano, Hector Alexander; Delgado, Anna; Nolasco, Daniel; Saltiel, Gustavo. 2020. From waste to resource: Shifting paradigms for smarter wastewater management interventions in Latin America and the Caribbean (Do resíduo ao recurso: Mudança de paradigmas para intervenções mais inteligentes na gestão de águas residuais na América Latina e no Caribe). Banco Mundial
- Sanchez, L., Edwards, E. C., & Leonard, B. (2020). The economics of indigenous water claim settlements in the American West (A economia dos assentamentos indígenas de reivindicação de água no oeste americano). *Environmental research letters*, 15(9), 094027.
- Stip, C., Z. Mao, L. Bonzanigo, G. Browder e J. Tracy. 2019. "Water Infrastructure Resilience: Examples of Dams, Wastewater Treatment Plants, and Water Supply and Sanitation Systems" (Resiliência da infraestrutura hídrica: exemplos de barragens, estações de tratamento de águas residuais e sistemas de abastecimento de água e saneamento). Banco Mundial.
- The Nature Conservancy. 2021. Regenerando o Gran Chaco.
- UN-Water, 2020: UN-Water Analytical Brief on Unconventional Water Resources (Resumo analítico da UN-Water sobre recursos hídricos não convencionais).
- Villamayor-Tomas, S., Hermann, A., van der Lingen, L., & Hayes, T. (2022). Community-based water markets and collective payment for ecosystem services: towards a theory of community-based environmental markets. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 59, 101221.
- Wang, B., Luo, X., Yang, Y.-M., Sun, W., Cane, M., Cai, W., Yeh, S.-W., & Liu, J. (2019). Historical change of El Niño properties sheds light on future changes of extreme El Niño (Mudança histórica das propriedades do El Niño lança luz sobre mudanças futuras do El Niño extremo). *PNAS* 116 (45): 22512-22517.
- Winters v. United States 1908, 207 U.S.S.C. 564
- Wissmüller, A. L. (2021). The Impact of Water Privatisation on the Indigenous Mapuche in the South of Chile (O impacto da privatização da água sobre os indígenas mapuches no sul do Chile). Uma análise qualitativa de conteúdo a partir de uma perspectiva de direitos humanos.
- Banco Mundial. 2018. Águas residuais: de resíduo a recurso - o caso de San Luis Potosí, México.
- Banco Mundial. 2019. From Waste to Resource - Shifting Paradigms for Smarter Wastewater Interventions in Latin America and the Caribbean: Background Paper I. Gestão eficiente e eficaz de instalações de recuperação de recursos hídricos.
- Organização Mundial da Saúde. "Planos de segurança da água resilientes ao clima: gerenciando os riscos à saúde associados à variabilidade e às mudanças climáticas." (2017).
- Organização Mundial da Saúde. *WHO guidelines for the safe use of wastewater excreta and greywater*. Vol. 1, Organização Mundial da Saúde, 2006.
- WorldPop (2018), Population Counts / Unconstrained individual countries 2000-2020 ajustado pela ONU (resolução de 1 km). School of Geography and Environmental Science, University of Southampton; Department of Geography and Geosciences, University of Louisville; Departement de Geographie, Universite de Namur) e Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), Columbia University. Projeto Global High Resolution Population Denominators - Financiado pela Fundação Bill e Melinda Gates (OPP1134076).
- WWAP. 2019. Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Mundial da Água 2019: Não deixando ninguém para trás.

CAPÍTULO 4.

Impulsionando a adaptação no setor elétrico



Autores

Hipólito Talbot-Wright

ASSESSOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
hipolitot@iadb.org

Michelle Hallack

ECONOMISTA SÊNIOR, ENERGIA,
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO

Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SÊNIOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
avogtschilb@iadb.org

Ilustrações de Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Hallack, M., Vogt-Schilb, A., 2023. Impulsionando a adaptação no setor elétrico, en: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Com calor e água até ao pescoço: nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climática. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Impulsionando a adaptação no setor elétrico

O setor de energia é vulnerável às mudanças climáticas. Mudanças nos padrões climáticos, como verões mais quentes, podem criar picos de demanda e alterar o potencial de geração de energia. Por exemplo, elas aumentam a demanda por ar-condicionado e diminuem a eficiência dos sistemas de resfriamento das usinas elétricas. Eventos climáticos extremos podem danificar as infraestruturas de produção, transmissão e distribuição. As interrupções no fornecimento de energia afetam os setores mais produtivos, inclusive a indústria, e ameaçam o bem-estar ao suspender serviços como saúde, educação e outros. As opções de adaptação incluem: (i) escolher locais de modo a reforçar a infraestrutura essencial, por exemplo, enterrando as linhas de distribuição; (ii) usar tecnologias melhores para resfriar as usinas de energia - em especial, usando menos água - e gerenciar a rede elétrica (iii); descentralizar e diversificar a produção de energia; (iv) aumentar a eficiência para reduzir a demanda de energia; (v) melhorar a previsão, os sistemas de alerta antecipado e a representação dos impactos climáticos nos modelos de energia; e (vi) planejar e se preparar para interrupções para minimizar os custos sociais e econômicos. Os governos podem usar sistemas de preços e modificar regulamentos com os objetivos de: incentivar a adaptação; estabelecer uma responsabilidade clara entre produtores, transportadores e consumidores de energia; e melhorar as informações sobre riscos, vulnerabilidades e opções de adaptação econômicas.

Mudança do clima: uma ameaça à infraestrutura e à segurança energética

A energia é a força vital de uma economia. As famílias dependem da eletricidade para tarefas cotidianas simples, as empresas usam energia para manter suas operações ativas e os serviços essenciais, como a rede de semáforos ou ventiladores hospitalares, dependem da eletricidade. A mudança do clima ameaça todas essas atividades. O aumento das temperaturas pode fazer com que a demanda ultrapasse a capacidade de geração de energia; eventos climáticos extremos interrompem o fornecimento de eletricidade; e a demanda de energia varia de acordo com os efeitos geográficos e sazonais.

Geração de energia vulnerável em várias frentes

As mudanças climáticas afetam as energias renováveis e as usinas termelétricas de forma diferente. No caso das energias renováveis (solar, eólica e hidrelétrica), as mudanças nos padrões climáticos são, na melhor das hipóteses, perturbadoras. As mudanças na disponibilidade e na variabilidade da água de escoamento afetam a produção das instalações hidrelétricas. As mudanças nos padrões de vento e na densidade do ar afetam os parques eólicos. A produtividade da energia solar é afetada por mudanças na cobertura de nuvens e pelo aumento das temperaturas médias, o que prejudica o desempenho dos módulos fotovoltaicos (IAEA, 2019; IEA, 2021a).

As mudanças climáticas aumentam a concorrência entre os usos da água, incluindo a produção de eletricidade. No Brasil, os mecanismos existentes seguem uma abordagem do tipo “primeiro a chegar, primeiro a ser servido”, que não redistribui efetivamente os recursos hídricos entre os múltiplos usos ao lidar com a escassez de água. Essa competição pela água apresenta riscos potenciais para a geração de energia em um país com 644 usinas hidrelétricas que representam 12% da matriz energética (Dutra, 2020).

Para usinas térmicas (carvão, gás fóssil, petróleo, nuclear, pellets de madeira), o principal problema é o resfriamento. O aumento da temperatura reduz a eficiência das usinas térmicas. Basicamente, as usinas térmicas geram eletricidade transferindo energia de uma fonte quente (geralmente o fogo) para uma fonte fria: ar ou água. Se a mudança climática tornar o ar

ou os rios mais quentes, menos energia será gerada. Além disso, as ondas de calor podem superaquecer as usinas térmicas, não deixando outra opção a não ser reduzir a produção ou desligá-las completamente (IAEA, 2019).

A mudança climática também pode danificar as usinas de energia. O aumento do nível do mar pode inundar instalações de baixa altitude, como uma usina elétrica a gás resfriada pelo mar. O aumento do vento pode destruir turbinas eólicas. Ventos mais fortes também podem transportar mais material salino no ar, aumentando a corrosão em alguns geradores de energia (IAEA, 2019). No caso de grandes usinas hidrelétricas, o aumento da precipitação e tempestades mais frequentes podem acelerar a sedimentação, que se acumula progressivamente no reservatório e, por fim, torna a instalação inutilizável (Annandale et al., 2016).

Eventos climáticos extremos podem danificar as infraestruturas de geração. As ondas de calor danificam os painéis solares fotovoltaicos, enquanto o gelo e o granizo interferem nas turbinas hidrelétricas e eólicas (IAEA, 2019). O mapa abaixo (Figura 4.1) mostra a parcela da capacidade total de geração de energia exposta a riscos. Muitos países da região, inclusive o Chile, a República Dominicana e El Salvador, estão entre os mais expostos do mundo (Hallegatte et al., 2019).

As redes de energia sentem o calor

Quanto mais quentes forem os dias, maiores serão as perdas de energia. De acordo com uma lei da física, à medida que as linhas de transmissão e distribuição ficam mais quentes, elas se tornam mais resistentes às correntes elétricas (IAEA, 2019; IEA, 2021a). No caso dos Estados Unidos, estima-se que o aumento das temperaturas médias do ar projetado para o período de 2040 a 2060 reduzirá a capacidade média de transmissão no verão em 1,9% a 5,8% em comparação com a média entre 1990 e 2010 (Bartos et al., 2016). As linhas de transmissão e distribuição também são vulneráveis a eventos climáticos extremos, como inundações, tempestades e ondas de calor (IAEA, 2019). Os incêndios florestais são um risco especial: eles podem ser provocados por faíscas

MAPA 4.1
**Exposição a múltiplos riscos
de geração de energia**

Observação: Valores acima de 100% significam que os ativos estão expostos, em média, a mais de um risco, por exemplo, enchentes e furacões. Fonte: Hallegatte et al. (2019).



da rede ou por linhas esticadas quando superaquecem e tocam as árvores. Por sua vez, os incêndios florestais destroem as linhas de transmissão (IAEA, 2019). As linhas interrompidas tornam-se um fardo econômico e podem desencadear crises em cascata. Procedimentos despreparados que lutam para restaurar rapidamente o sistema podem levar a períodos prolongados sem energia. Em Porto Rico, muitos locais não diretamente afetados pelo furacão Maria em 2017 sofreram as consequências da catástrofe, pois a transmissão de energia foi interrompida por meses (Hallegatte et al., 2019).

Demanda: em alta

A mudança climática também traz consigo mudanças na demanda de energia que podem desafiar a capacidade do setor de fornecer eletricidade de forma confiável. Um dos principais problemas é a temperatura, que está diretamente relacionada à demanda de resfriamento e aquecimento. O aumento da temperatura ou da umidade resulta em maior demanda de refrigeração em locais onde o ar-condicionado é usado (IEA, 2021a). O ar-condicionado é uma importante opção de adaptação. Entre hoje e 2050, cada

aumento de 1 °C na temperatura global aumentará a demanda de resfriamento em 25% (IRENA, 2021). A mudança climática também gerará períodos de frio ocasionais, que aumentarão a demanda de aquecimento local (IEA, 2019a).

De acordo com as tendências atuais, a demanda de eletricidade aumentará 48% até 2030 na América Latina e no Caribe (Lopez et al., 2022). A mudança climática pode impulsionar isso, assim como a política climática, por exemplo, ao propor a substituição de veículos a gasolina por veículos elétricos (Fazekas et al., 2022). Um importante impulsionador do crescimento da demanda de eletricidade é o número crescente de indivíduos/famílias que estão entrando na classe média e consumindo mais serviços de energia. Em 2018, apenas 70% das residências da região tinham água quente, 62% tinham máquinas de lavar e 38% tinham aquecimento ou ar-condicionado. A aplicação de padrões e práticas de eficiência energética em toda a economia será um fator fundamental para fornecer novos serviços de energia e moderar o crescimento da demanda de energia. Isso ajudará a tornar o setor de energia mais resiliente (Ravillard et al., 2019).

Outra questão é que algumas das medidas usadas para se adaptar à mudança climática aumentará a demanda de eletricidade. Por exemplo, as bombas de água e as usinas de dessalinização projetadas para lidar com a diminuição das chuvas ou a salinização dos aquíferos consomem muita energia e, portanto, aumentariam a demanda de eletricidade (IEA, 2021a). Em 2016, a dessalinização no Oriente Médio foi responsável por 5% do consumo de energia e forneceu 3% do abastecimento de água (IEA, 2019b).

As energias renováveis muitas vezes podem impulsionar estratégias de adaptação em outros setores. Algumas energias renováveis podem até mesmo fornecer medidas de adaptação não energéticas. Por exemplo, os sistemas de sombreamento solar podem reduzir a evaporação na agricultura. As represas hidrelétricas podem servir para coletar água e controlar inundações (IRENA, 2021). O Quadro 4.1 mostra como a energia renovável pode contribuir para a adaptação às mudanças climáticas no setor de água e saneamento.

QUADRO 4.1

Soluções de energia renovável para adaptação no setor de água

Impactos climáticos	Necessidades de adaptação	Medidas relacionadas à energia	Soluções de energia renovável
Escassez de água	<ul style="list-style-type: none"> • Fornecimento estável de água doce • Gerenciamento eficiente dos recursos hídricos 	<ul style="list-style-type: none"> • Dessalinização • Destilação • Aquífero ou bombeamento de água subterrânea 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de energia renovável para alimentar o bombeamento subterrâneo • Sistemas de energia renovável para alimentar usinas de dessalinização • Barragem hidrelétrica para aumentar a capacidade do reservatório • Energia fotovoltaica flutuante para reduzir a evaporação
Aumento da contaminação e da poluição da água	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria da qualidade da água 	<ul style="list-style-type: none"> • Purificação de água e saneamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de energia renovável para alimentar o bombeamento de águas subterrâneas • Tratamento de água remoto e em pequena escala usando sistemas de energia renovável
		<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de águas residuais, esgoto e lodo 	<ul style="list-style-type: none"> • Usinas de biogás para tratamento e reciclagem de águas residuais
Distúrbios causados por enchentes ou secas	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de inundações e drenagem • Transporte e distribuição de água 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição de água e controle de drenagem 	<ul style="list-style-type: none"> • Barragem hidrelétrica para controle de enchentes • Bombeamento solar ou eólico

Fonte: IRENA, 2021

Opções de adaptação: como ajudar o setor de energia a lidar com o futuro

Adaptar o setor de energia significa garantir a continuidade do serviço apesar das mudanças climáticas e aumentar a resiliência a eventos climáticos extremos (Grunwaldt et al., 2020). Isso pode ser feito fortalecendo a infraestrutura, melhorando o sistema de eletricidade para evitar interrupções quando partes do sistema falham (capacidade de absorção ambiental) e minimizando os tempos de resposta para restaurar a energia quando ocorrem interrupções (capacidade de resposta).

As mudanças climáticas geralmente trazem padrões climáticos diferentes para novos lugares. No entanto, esses padrões climáticos podem ser comuns em outras partes do mundo que já experimentaram, testaram e implementaram medidas para se adaptar a esses fenômenos. Muitas opções de adaptação viáveis envolvem a implementação de práticas e tecnologias que já estão em uso em todo o mundo.

Encontrando força nos números e na diversidade

A diversificação das fontes de energia pode reduzir a vulnerabilidade do sistema às mudanças climáticas. A geração de energia a partir de várias fontes reduz a probabilidade de que todas as usinas elétricas sejam afetadas pelo mesmo evento ao mesmo tempo (IPCC, 2021). Considere um anticiclone prolongado que deixa um país com pouco vento, mas muito sol por vários dias. A diversificação por meio de usinas eólicas, solares, de biogás e hidrelétricas de pequena escala também significa que a energia é gerada em vários locais.

A interconexão é fundamental para a diversificação, especialmente nos grandes países da América Latina. O Brasil tem um dos maiores sistemas interconectados do mundo, o que lhe permite equilibrar diferentes fontes de energia renovável. Essa rede forte tem sido fundamental para a adoção maciça de energia solar e eólica. Pela mesma lógica, os países dessa região devem aumentar e fortalecer suas próprias redes de eletricidade e estabelecer conexões com as nações vizinhas. Isso facilitará a maior incorporação de fontes de energia renovável em seus sistemas de eletricidade (Paredes, 2017).

A diversificação também envolve a reavaliação do tamanho das usinas de energia. As usinas tradicionais

foram projetadas para tirar proveito das economias de escala. Mas a consolidação traz riscos. Um país que depende de uma única usina elétrica a carvão de grande escala tem mais chances de sofrer um apagão total devido a uma inundação do que um país com vários painéis solares e turbinas eólicas espalhados por seu território. A descentralização também pode colocar a produção mais próxima da demanda, reduzindo assim os riscos associados às redes de transmissão e permitindo que as comunidades implementem suas próprias adaptações em nível local (Hallegatte et al., 2019; IRENA, 2021).

O armazenamento de energia pode ajudar a garantir a continuidade dos serviços de eletricidade quando desastres naturais interrompem a produção ou quando ocorrem picos de demanda. Tecnologias como baterias, hidrelétricas bombeadas, ar comprimido, volantes de inércia e supercapacitores também podem ajudar a integrar a energia eólica e intermitente à rede ou convertê-las em fontes confiáveis fora da rede (Graham et al, 2020). As energias renováveis, quando integradas ao armazenamento, podem atender melhor à demanda ao longo do dia e aumentar a resiliência do sistema de energia, eliminando a necessidade de linhas de transmissão. As microrredes alimentadas por energias renováveis e baterias podem ajudar a estabelecer serviços essenciais, como clínicas ou escolas, em áreas remotas.

Os reservatórios de água existentes também podem ser usados para armazenar energia (IEA, 2021d). O armazenamento hidrelétrico bombeado envolve o uso do excesso de energia em momentos de baixa demanda para bombear água de um reservatório inferior para um reservatório superior (Saravia et al, 2022). A Cordilheira dos Andes oferece à América Latina um enorme potencial para sistemas de armazenamento por bombeamento, um potencial que não está sendo explorado no momento, pois a região abriga apenas cerca de 1% da capacidade mundial de armazenamento por bombeamento (Saravia et al., 2022). Apesar de sua baixa eficiência energética, o hidrogênio verde também tem o potencial de armazenar grandes quantidades de energia por um longo período - por exemplo, ao longo das estações - ou de funcionar como backup em sistemas isolados (Graham et al., 2020).

Soluções criativas para proteger a infraestrutura

Um bom projeto é um elemento fundamental para a adaptação aos efeitos da mudança do clima (IAEA, 2019). Por exemplo, as turbinas eólicas podem ser modificadas para resistir a temperaturas extremas. O aquecimento das pás pode protegê-las contra danos causados pelo gelo em regiões frias, temperadas e polares; e o fortalecimento das estruturas de suporte pode ajudá-las a resistir a ventos extremos. As usinas térmicas existentes podem mudar para sistemas de resfriamento a seco e adotar sistemas de recirculação de água para reduzir a vulnerabilidade a secas e a disponibilidade reduzida de água. Novas usinas térmicas devem ser evitadas, pois o cumprimento das metas de estabilização climática envolve a eliminação gradual dos combustíveis fósseis (Fazekas et al, 2022). Os painéis fotovoltaicos podem ser atualizados com instalações de resfriamento para períodos quentes, ou sistemas de rastreamento podem ser usados para permitir que os painéis sejam removidos em caso de tempestades de vento e areia.

Na América Latina, medidas de adaptação para a energia hidrelétrica são primordiais. Atualmente, a região gera quase metade de sua energia a partir de represas (Ubierna et al, 2020). O aumento da capacidade de armazenamento de água das usinas hidrelétricas pode ajudar com a variabilidade da água. Ao mesmo tempo, o fortalecimento de represas e turbinas pode melhorar sua resiliência a precipitações extremas (IAEA, 2019). Para evitar o aumento da sedimentação, as represas e os reservatórios podem ser projetados e mantidos de forma a levar em conta os fluxos de entrada e saída de sedimentos. O controle da erosão, o gerenciamento do fluxo e a remoção regular de sedimentos podem ser formas eficazes de lidar com a sedimentação (Annandale et al., 2016). A manutenção também é importante. Na América Latina, há um grupo de usinas hidrelétricas que geram mais de 130 GW e têm mais de 20 anos de idade. Serão necessários mais de US\$ 30 bilhões para modernizar os componentes elétricos e mecânicos dessas usinas e instalar sensores digitais para monitorar e controlar remotamente as instalações (Ubierna et al., 2020).

As soluções baseadas na natureza podem proteger a infraestrutura contra riscos naturais e reduzir os custos de manutenção. Por exemplo, o plantio de vegetação ao longo de uma barragem ou nas margens de um reservatório pode limitar o fluxo de sedimentos causado pelo escoamento superficial, reduzindo

a necessidade de dragagem periódica. A vegetação plantada estrategicamente também pode diminuir a demanda de energia fornecendo água doce e resfriamento, reduzindo assim a necessidade de dessalinização e ar condicionado (IPCC, 2022).

Os sistemas de transmissão e distribuição também devem ser melhorados. A limpeza da cobertura florestal ao redor das linhas de transmissão pode reduzir o risco de incêndios florestais durante ondas de calor ou picos de demanda (IAEA, 2019). Enterrar as linhas de transmissão e distribuição pode protegê-las de ondas de calor e ciclones (IEA, 2021a). Melhorias, como um melhor projeto de isolamento e maior tensão na linha para evitar a flambagem, podem ajudar a reforçar as linhas de transmissão e distribuição contra eventos climáticos extremos (IAEA, 2019). O aumento da capacidade de transmissão do sistema pode ajudar a compensar os declínios na geração de energia e na eficiência da transmissão (IAEA, 2019).

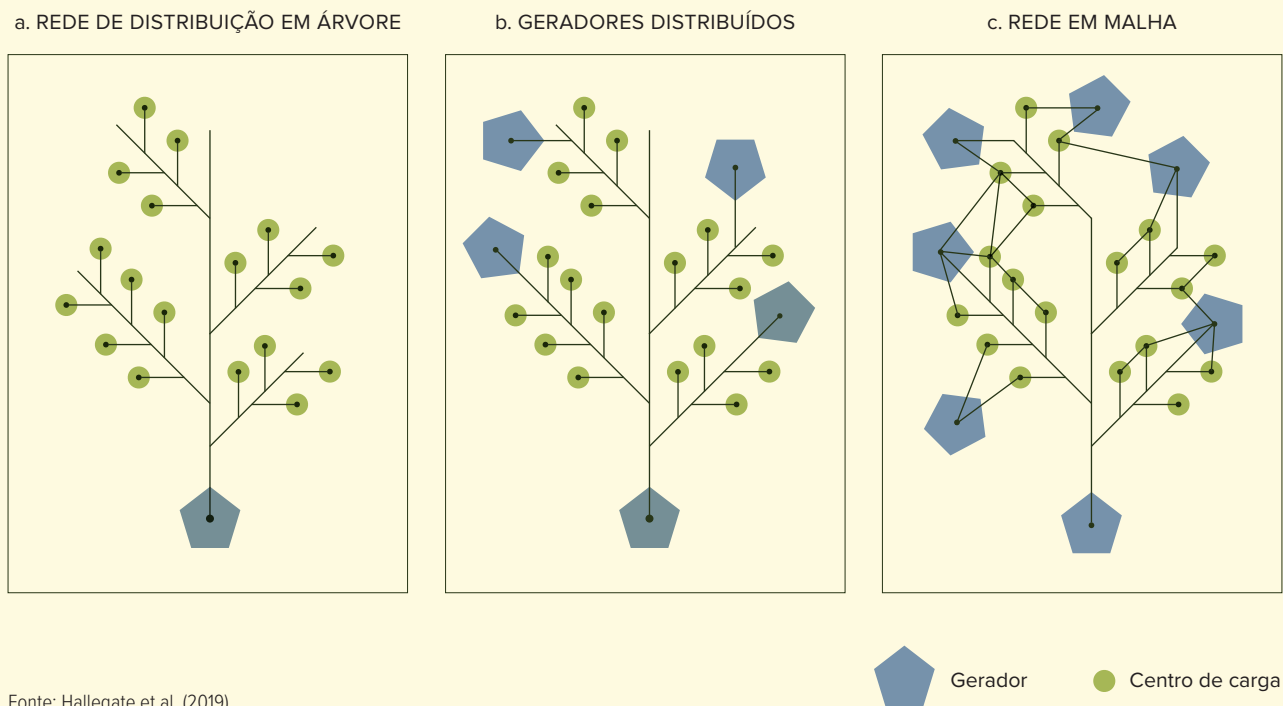
Para uma estratégia de adaptação é importante escolher locais ideais para reduzir ou eliminar a exposição aos elementos. A seleção de melhores locais para a nova infraestrutura é crucial para evitar futuros impactos da mudança climática, como aumento do nível do mar, ventos mais fortes, temperaturas mais altas e inundações (IAEA, 2019). Um melhor roteamento ou redirecionamento das linhas de transmissão e distribuição pode atenuar ou eliminar muitos dos riscos mais graves, como ventos fortes, tempestades e incêndios florestais (IEA, 2019).

O poder da preparação

As previsões meteorológicas e os sistemas de alerta precoce são fundamentais para a operação confiável do setor elétrico (IEA, 2021a; Steinbuks et al., 2017). Com a aproximação de um evento extremo, as concessionárias precisam adquirir e avaliar adequadamente as previsões meteorológicas e de danos de alta intensidade para poder prever os impactos no sistema e adaptar suas respostas de acordo. Por exemplo, ter dados meteorológicos precisos permite que as usinas elétricas minimizem os danos reduzindo suas operações antes da passagem de um furacão (Hallegatte et al., 2019). Na Austrália, por exemplo, o operador do mercado de energia prevê e reduz os riscos de falhas simultâneas em pontos específicos da rede identificando contingências confiáveis, reavaliando-as constantemente com previsões meteorológicas em tempo real e tomando medidas corretivas (IEA, 2021a).

FIGURA 4.1

Projeto e resiliência da rede de distribuição



Fonte: Hallegatte et al. (2019)

Algumas interrupções e danos à infraestrutura são inevitáveis. Portanto, adaptar-se também significa gerenciar as consequências, reduzir as áreas afetadas e restaurar ou redirecionar rapidamente a energia (NASEM, 2017). É essencial estabelecer estratégias de resposta e preparação antes da ocorrência de eventos extremos para que seja possível reparar rapidamente a infraestrutura danificada e restaurar o sistema de energia após um desastre.¹ Em 1954, o tufão nº 15 causou um blecaute em partes da região de Kanto, no Japão, que durou mais de 12 dias. Um mês depois, uma melhor preparação reduziu o blecaute causado pelo tufão nº 19 para apenas quatro dias (IEA, 2021a).

As redes inteligentes aumentam a capacidade de controle e facilitam a resposta a eventos climáticos extremos ao permitir que os operadores de energia respondam a distúrbios de forma remota, rápida e segura (IEA, 2021a; IEA, 2021c). Com essas tecnologias

de redes inteligentes, os operadores podem medir remotamente o consumo de energia; gerenciar a rede; aumentar ou diminuir a produção da usina de energia conforme necessário; e reconfigurar os sistemas de transmissão e distribuição para reagir a eventos climáticos extremos ou picos de demanda, tudo isso sem comprometer sua segurança (IEA, 2021a; IEA, 2021c).

Uma rede “em malha” com vários pontos de fornecimento interconectados e linhas de transmissão e distribuição redundantes aumenta a resiliência ao minimizar as interrupções quando segmentos da infraestrutura do sistema de energia são danificados (Hallegatte et al., 2019; IEA, 2021a). Esquemas adaptativos de ilhamento de energia - que são separações planejadas da rede - e microrredes - seções da rede que podem operar separadamente da rede principal - ajudam a manter partes da rede em funcionamento durante interrupções de energia (Figura 4.1).

¹ Consulte o Capítulo 2. Replantando a biodiversidade e repensando a nutrição.

Intervenções governamentais para impulsionar a adaptação

Muitas barreiras impedem que os agentes públicos e privados invistam em adaptação. Uma delas é que os proprietários e operadores de infraestrutura não têm incentivo para levar em conta o risco: eles sabem que o governo fornecerá assistência quando precisarem. Para complicar ainda mais a situação, as empresas de energia pagam apenas parte dos custos sociais totais causados por interrupções decorrentes de eventos climáticos extremos. Por exemplo, elas não arcam com o custo da interrupção dos serviços médicos (Hallegatte et al., 2019).

A visibilidade também é uma questão importante. O subinvestimento pode ser inconsequente em tempos normais e se tornar aparente somente quando ocorre um desastre natural e é tarde demais para agir. Além disso, dependendo de como o mercado é projetado e a infraestrutura é regulada, a falta de concorrência pode desestimular o investimento, especialmente na construção de capacidade sobressalente para aumentar a resiliência do sistema (IEA, 2021a). Por fim, as medidas de adaptação podem aumentar os custos de projeto, construção ou manutenção, mesmo que resultem em economias de longo prazo (Hallegatte et al., 2019).

Os incentivos impulsionam as decisões econômicas. Vincular sistemas de preços a investimentos em adaptação ou resultados de confiabilidade pode ajudar (IEA, 2021a). Exemplos de políticas de incentivo incluem a precificação baseada no desempenho, que vincula as receitas das concessionárias a resultados mensuráveis em métricas importantes (IEA, 2021a), o estabelecimento de mecanismos de recompensa e penalidade, como os que compensam as interrupções de energia elétrica, ou o estabelecimento de sistemas de pagamento para a prestação de serviços ecossistêmicos (Hallegatte et al., 2019). Mas as políticas de preços podem fazer pouco para incentivar as operadoras privadas a investir o suficiente para proteger o setor elétrico contra eventos pouco frequentes com consequências significativas e caras.

Parte da solução é tornar obrigatórios alguns retrofits. Os governos podem usar regulamentos de zoneamento para proibir a construção em áreas de risco (Hallegatte et al., 2019). Eles também podem definir

padrões mínimos de infraestrutura para resiliência a eventos climáticos extremos. No entanto, os custos de algumas adaptações geralmente funcionam como uma barreira à adoção. Os reguladores podem apoiar os serviços públicos com programas de subsídios que incentivam o investimento (NASEM, 2017). Os chamados “rastreadores de custos” (*cost tracker em inglês*) usados para atualizar as tarifas pagas às operadoras de rede são outro mecanismo de financiamento. Os sistemas tradicionais de tarifas de custo de serviço geralmente apresentam longas defasagens entre os investimentos e os aumentos tarifários aprovados pelo governo. Os rastreadores podem resolver esse problema acelerando os ajustes tarifários para refletir o capital investido em opções de modernização pré-aprovadas. No entanto, esses rastreadores devem ser usados com cautela para evitar incentivar as operadoras de rede a investir demais.

A preparação para desastres é essencial. A adaptação não pode evitar todos os choques e, quando eventos extremos causam interrupções, a sincronização e a coordenação são essenciais para a recuperação. Para a coordenação e a recuperação após um desastre, é essencial, em tempos de bonança, estabelecer responsabilidades claras entre as partes envolvidas, incluindo diferentes agências governamentais, governos locais, serviços públicos e reguladores (Hallegatte et al., 2019). Quando as ações e funções puderem ser definidas com antecedência, os governos também poderão incluir critérios de resiliência climática nos planos e estratégias nacionais de energia (IEA, 2021a). A base da preparação para desastres é prever o que pode dar errado. Portanto, os governos devem realizar (ou exigir que realizem) avaliações do impacto e da vulnerabilidade dos ativos do setor elétrico, levando em conta os efeitos das mudanças climáticas e outros riscos, como o envelhecimento das instalações.

Os governos podem compartilhar as melhores práticas e monitorar a preparação das empresas de energia. Isso significa reunir conhecimentos de colegas e consultores do setor para estabelecer os melhores protocolos de resposta a emergências e restauração. Os governos também podem determinar ou exigir que as empresas de energia preparem

planos de emergência e definam claramente as funções e responsabilidades, bem como os procedimentos operacionais padrão, a assistência mútua e as comunicações. Por exemplo, o Japão exige que as empresas desenvolvam práticas de gerenciamento de riscos e reconheçam seu papel durante desastres que possam afetar seus respectivos setores (Halle-gatte et al., 2019). Em Nova York, após a passagem do furacão Sandy, a Comissão de Serviços Públicos projetou um sistema de pontuação para avaliar a resposta das empresas de serviços públicos a grandes interrupções. Ele quantifica a preparação, a capacidade operacional de restaurar o serviço e os resultados do compartilhamento de informações (PSC, 2013).

Melhorar o projeto básico do mercado é outra parte da solução. Os mercados de energia geralmente são projetados com base em tecnologias estabelecidas e precisam ser atualizados para estimular novas atividades compatíveis com a adaptação às mudanças climáticas. Por exemplo, o Chile teve de atualizar as regras que regem as conexões à rede e a participação no mercado de energia para permitir o uso de baterias para armazenamento de energia (Saravia et al., 2022). A modificação dos períodos de concessão de energia hidrelétrica pode melhorar os incentivos dos operadores de barragens para fazer investimentos caros com longos períodos de retorno para reforçar as barragens ou remover sedimentos

(Ubierna et al., 2020). Outro exemplo são as regras de cobrança para incentivar a geração distribuída de eletricidade por meio de energia solar em telhados. A medição líquida permite que os consumidores alimentem a rede com a eletricidade autogerada e só sejam cobrados pelo saldo entre o que consomem e o que produzem (Hallack et al., 2018). Outras regras de faturamento, mais apropriadas em países onde a energia solar é mais difundida, pagam aos consumidores o preço de mercado pela energia que eles alimentam de volta à rede.

Por fim, o acesso ao financiamento é fundamental. Os governos podem aumentar a capacidade das empresas de serviços públicos de se recuperarem rapidamente dos danos fornecendo apoio direto ou promovendo o acesso aos mercados financeiros. Eles podem fornecer financiamento direto ou apoio para promover a adaptação no setor. E podem melhorar o acesso a instrumentos financeiros que aumentem a resiliência e a capacidade de adaptação do setor, por exemplo, por meio de seguros. A promoção de maior transparência dos riscos e das ações climáticas por meio da divulgação financeira e do desenvolvimento de taxonomias para classificar as atividades de adaptação e os mercados financeiros verdes pode ajudar a atrair fluxos de capital privado para a adaptação no setor.²

² Consulte o Capítulo 9. Adaptação do financiamento público e privado para o financiamento da adaptação.

Referências

- Annandale, George W.; Morris, Gregory L.; Karki, Pravin. 2016. Extending the Life of Reservoirs: Sustainable Sediment Management for Dams and Run-of-River Hydropower (Prolongando a vida útil dos reservatórios: gestão sustentável de sedimentos para barragens e energia hidrelétrica de passagem). Directions in Development-Energy and Mining. Banco Mundial.
- Bartos, M., Chester, M., Johnson, N., Gorman, B., Eisenberg, D., Linkov, I., & Bates, M. (2016). Impactos do aumento da temperatura do ar na capacidade da transmissão elétrica e no pico de carga de eletricidade nos Estados Unidos. Environmental Research Letters, 11(11), 114008.
- Dutra, J. (2020). A regulamentação dos serviços públicos do futuro na América Latina e no Caribe: regulamentação dos recursos hídricos no Brasil. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Grunwaldt, A., Glass, M.L., McCarthy, N. (2020). Identification of Climate Resilience Opportunities and Metrics in Financing Operations: A Technical Reference Document for IDB Project Teams (Identificação de oportunidades e métricas de resiliência climática em operações de financiamento: um documento de referência técnica para equipes de projetos do BID). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Fazekas, A., Bataille, C., Vogt-Schilb, A., 2022. Achieving Net-Zero Prosperity: How Governments Can Unlock 15 Essential Transformations [Alcançando a Prosperidade Líquida Zero: Como os Governos Podem Desbloquear 15 Transformações Essenciais]. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Graham, N., Malagón, E., Viscidi, L., & Yépez-García, A. State of Charge: Energy Storage in Latin America and the Caribbean.
- Hallack, M; Novaes, A; Chueca, J; Lopez, D; Ji, Yi. 2018 Implementing net metering policies in Latin America and the Caribbean: Design, incentives and best practices (Implementação de políticas de medição de rede na América Latina e no Caribe: projeto, incentivos e melhores práticas). Nota técnica do BID 1594. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2019. Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity (Linhas de vida: a oportunidade de infraestrutura resiliente). Sustainable Infrastructure (Infraestrutura sustentável).
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2020. Adaptation Principles: A Guide for Designing Strategies for Climate Change Adaptation and Resilience (Princípios de adaptação: um guia para a elaboração de estratégias de adaptação e resiliência às mudanças climáticas).
- IAEA (2019a), Adapting the energy sector to climate change, Agência Internacional de Energia Atômica.
- IEA (2019b), Desalinated water affects the energy equation in the Middle East, Agência Internacional de Energia, Agência Internacional de Energia (2019b).
- IEA 2021a. Climate Resilience (Resiliência climática), Agência Internacional de Energia
- IEA 2021b. Armazenamento de energia, Agência Internacional de Energia
- IEA 2021c. Smart Grids, Agência Internacional de Energia
- IEA 2021d. Hydropower Special Market Report, Agência Internacional de Energia.
- IRENA. 2021, Bracing for climate impact: Renewables as a climate change adaptation strategy, Agência Internacional de Energia Renovável.
- IPCC. 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability [Mudanças Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade]. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.
- NYCEM, 2022. Plan for Hazards. <https://www1.nyc.gov/site/em/ready/plan-hazards.page> New York City's Emergency Management. Recuperado em setembro de 2022.
- Lopez, D., Mejdalani, A. N., Carvalho, M., & Chueca, J. E. 2022. The Energy Path of Latin America and the Caribbean (A trajetória energética da América Latina e do Caribe). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- NASEM 2017. Enhancing the Resilience of the Nation's Electricity System (Aprimorando a resiliência do sistema de eletricidade do país). Academias Nacionais de Ciências, Engenharia e Medicina.
- Ravillard, P., Carvajal, F., López D. D., Chueca, J. E., Antonio, K., Ji, Y., & Carvalho, M. 2019. Rumo a uma maior eficiência energética na América Latina e no Caribe: progresso e políticas. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Paredes, Juan Roberto. 2017. The Grid of the Future: Developing a clean and sustainable electricity grid for Latin America (A rede do futuro: desenvolvendo uma rede elétrica limpa e sustentável para a América Latina).
- PSC, 2013, Ordem que aprova o scorecard para uso pela comissão como um documento de orientação para avaliar a resposta da concessionária de energia elétrica a interrupções significativas. CASE 13-E-0140, Comissão de Serviços Públicos do Estado de Nova York.
- Saravia, F; Romero, E; Cortijo, R; Nater, M; Iparraguirre, D; Saavedra, J. (2022). Usinas hidrelétricas reversíveis: identificação do potencial e necessidades regulatórias na América Latina. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Steinbuks, Jevgenijs; de Wit, Joeri; Kochnakyan, Artur; Foster, Vivien. 2017. Forecasting Electricity Demand: An Aid for Practitioners [Previsão da demanda de eletricidade: uma ajuda para profissionais]. Live Wire 2017/73.
- Ubierna, M., Alarcón, A., & Alberti, J. (2020). Modernização de usinas hidrelétricas na América Latina e no Caribe: Identificação e priorização das necessidades de investimento. Nota técnica. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

CAPÍTULO 5.

Impulsionando a adaptação no setor de transportes



Autores

Hipólito Talbot-Wright

ASSESSOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
hipolitot@iadb.org

Agustina Calatayud

ESPECIALISTA SÊNIOR, TRANSPORTE
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
mcalatayud@iadb.org

Seonhwa Lee

ASSESSOR, TRANSPORTE
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
seonhwal@iadb.org

Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SÊNIOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
avogtschilb@iadb.org

Ilustrações de Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Calatayud, A., Lee, S., Vogt-Schilb, A., 2023. Impulsionando a adaptação no setor de transportes, em: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Com calor e água até ao pescoço: nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climática. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Impulsionando a adaptação no setor de transportes

O transporte é fundamental para fornecer a maior parte dos recursos e serviços para a sobrevivência das comunidades. Eventos climáticos extremos podem interromper ou destruir temporariamente a infraestrutura de transporte, o que, por sua vez, interrompe as linhas de suprimento e as cadeias de valor, aumenta o tempo de viagem e impede o acesso a áreas e serviços essenciais, como instalações de saúde e educação, residências ou locais de trabalho. Criar resiliência no setor de transportes significa localizar a infraestrutura longe das áreas de risco. Isso envolve o fortalecimento de ativos, a melhoria da conectividade e o aumento da redundância de rotas e modos de transporte disponíveis. Para priorizar os investimentos e aumentar a resiliência, os planejadores podem analisar a vulnerabilidade e a criticidade dos principais ativos de transporte, como estradas e pontes. Isso significa avaliar, por um lado, como cada ligação perderia a funcionalidade se fosse afetada por um risco climático e, por outro lado, quais seriam as consequências gerais para os usuários do sistema no caso de uma falha na ligação, bem como quais seriam os benefícios de reforçar a infraestrutura, fornecer manutenção ou desenvolver redundâncias locais. Para tornar o transporte resiliente, é necessário mobilizar agências governamentais, empresas e desenvolvedores para planejar, projetar, construir, manter e operar a infraestrutura de transporte com uma abordagem de gerenciamento de riscos. Os governos precisam definir claramente suas funções e responsabilidades. Eles precisam desenvolver avaliações de riscos e vulnerabilidades que levem em conta o clima futuro e a incerteza socioeconômica; proibir o desenvolvimento nas áreas de maior risco; estabelecer mandatos, incentivos e mecanismos financeiros para manutenção e construção de alta qualidade; e projetar planos de contingência para restaurar rapidamente o serviço e reconstruir a infraestrutura após eventos climáticos.

À beira da colisão: mudanças climáticas e sistemas de transporte

O transporte é um componente essencial da inclusão, da qualidade de vida e do desenvolvimento sustentável. Ele facilita o acesso ao emprego, à saúde e à educação. Mas a infraestrutura do setor de transportes é vulnerável às adversidades climáticas. Sua falha pode levar um sistema de transporte a uma paralisação completa. Essas deficiências podem assumir várias formas: infraestrutura quebrada, interrupções temporárias e reduções no ciclo de vida dos ativos. Em todos os casos, as consequências são de longo alcance.

Vulnerabilidade da infraestrutura

Eventos climáticos extremos, como o aumento do nível do mar, interrompem temporariamente os serviços de transporte ou, em alguns casos, destroem a infraestrutura de transporte (ITF, 2016). Até 2050, a mudança climática poderá aumentar o número de estradas expostas a eventos climáticos extremos em todo o mundo em 19%, de 200.000 para 237.000 quilômetros (Hall et al., 2019).

As enchentes e os deslizamentos de terra comprometem a integridade estrutural de estradas, pontes, túneis e outras infraestruturas de transporte. Ventos e tempestades podem danificar pontes e portos. O aumento do nível do mar pode engolir portos, aeroportos e estradas de baixa altitude. No Caribe, mais de 60% das estradas e pontes estão expostas a inundações, furacões ou deslizamentos de terra. Sessenta e três por cento dos portos e 82% dos aeroportos estão expostos a furacões, e 25% e 27%, respectivamente, estão expostos a deslizamentos de terra (Rozenberg et al., 2021). Os níveis dos rios também podem subir devido ao derretimento das geleiras ou a chuvas fortes, o que representa uma ameaça para as pontes.

As mudanças nas chuvas afetam os aterros e as estruturas geotécnicas. Condições mais secas levam ao encolhimento do subsolo e a rachaduras nas estradas. O aumento das chuvas pode causar falhas hidráulicas nas fundações e nos aterros. Os bueiros sob estradas ou ferrovias podem entrar em colapso

com o aumento das chuvas. Níveis mais altos de chuva soltam o asfalto de seus materiais de ligação. O aumento da umidade e do CO₂ na atmosfera intensifica a corrosão de estruturas de aço, como pontes e ferrovias (ITF, 2016).

O aumento das temperaturas também é um grande fator de estresse para a infraestrutura de transporte, reduzindo a vida útil de ativos vitais. O calor provoca rachaduras e sulcos e acelera a deterioração do asfalto usado em estradas, aeroportos e portos. As altas temperaturas também afetam as pontes e comprometem a ventilação dos túneis. Também impedem que os trabalhadores trabalhem em áreas abertas e nos horários de pico do dia, aumentando o custo e a dificuldade da manutenção de estradas e ferrovias (ITF, 2016).¹

Mesmo quando não destroem a infraestrutura, os eventos climáticos podem ser muito prejudiciais. As inundações podem interromper túneis ou estradas e aumentar a probabilidade de acidentes e vítimas. O alagamento reduz a capacidade de carga das pontes, enquanto a diminuição das chuvas tem um impacto negativo nas vias navegáveis interiores (ITF, 2016). O Canal do Panamá normalmente pode acomodar embarcações com um calado de 15,2 metros, uma medida da profundidade abaixo da linha d'água na qual o fundo do casco está localizado. Porém, após períodos prolongados com pouca ou nenhuma chuva, o nível da água no canal pode cair, fixando o limite em apenas 13,4 metros e restringindo a capacidade de transporte (Kaufmann, 2023). A deterioração da infraestrutura de transporte pode forçar os veículos a viajar em velocidades mais baixas. Tempestades e ventos com força de furacão podem interromper os serviços em portos e aeroportos (ITF, 2016).

Uma ameaça econômica e social

As interrupções na rede de transporte podem ter graves consequências econômicas e sociais (Hallegatte e Vogt-Schilb, 2019a; Colon et al, 2020). Elas podem dificultar as medidas de evacuação e os esforços de socorro, causando fatalidades. Como consequência,

¹ Consulte o [Capítulo 7. Verificando o bem-estar: Mudança climática e o setor de saúde.](#)

as linhas de suprimento são interrompidas, ameaçando as receitas de exportação e impedindo as importações para a produção e o consumo domésticos. O acesso a oportunidades econômicas, educação ou saúde é interrompido, ampliando o custo macroeconômico de eventos climáticos extremos.

As interrupções no transporte são caras para as famílias, limitando o acesso a empregos, mercados, serviços essenciais e lazer. Elas também prolongam o tempo de viagem, aumentam os custos e geram poluição, o que pode ter consequências para a saúde (Hallegatte et al., 2019b). No Caribe, uma interrupção que afete 20% das estradas reduz o valor para o usuário em 24% a 95% devido a tempos de viagem mais longos e restrições de acesso (Rozenberg et al., 2021). Essas interrupções afetam desproporcionalmente as famílias mais pobres, como é o caso da América Latina e do Caribe, onde essas famílias tendem a estar localizadas mais longe de empregos e serviços e têm menos meios de transporte (Oviedo et al., 2019; Vender et al., 2018).

As interrupções no sistema de transporte também afetam as empresas: a redução da capacidade de

produção se traduz em perda de vendas e atraso nas entregas. Na Argentina, espera-se que a exposição das estradas nacionais a inundações de 50 centímetros de profundidade aumente de 10 a 20% até 2050. Uma análise de rede sugere que as piores inundações poderiam interromper as cadeias de suprimentos que transportam 100.000 toneladas de carga por dia (Kesete et al., 2021).

Por fim, a construção de estradas ou rodovias em áreas perigosas pode exacerbar o risco climático no restante da economia, pois a infraestrutura de transporte induz o desenvolvimento. Uma rodovia pode ser construída com altos padrões de resiliência. Mas ela pode atrair novos assentamentos e atividades comerciais para seus arredores, que podem ou não ser construídos para resistir ao risco climático. Isso é especialmente relevante porque a infraestrutura de transporte pode atrair assentamentos informais, que tendem a ser mais vulneráveis. Além disso, os ativos de transporte, devido à sua longa vida útil, podem ser construídos em áreas que atualmente são seguras, mas que estão expostas a futuros riscos climáticos.

Opções de adaptação: manter os países em movimento

A adaptação no setor de transportes deve ter como objetivo fornecer um serviço mais confiável em condições adversas, seguindo duas abordagens amplas. Um fator fundamental pode ser considerar os riscos climáticos nos estágios iniciais do desenvolvimento e planejamento da infraestrutura (Hall et al., 2019). Um objetivo é reduzir as interrupções fortalecendo e melhorando os ativos individuais, novos e antigos, contra os efeitos das mudanças climáticas. Um objetivo ainda mais importante é minimizar a perda de funcionalidade da rede em condições negativas. Isso significa aumentar a capacidade do sistema de transmissão para absorver interrupções e manter seus serviços.

Proteger a infraestrutura crítica

A localização da nova infraestrutura longe das áreas de risco é a opção de adaptação mais óbvia. Uma estrada costeira, por exemplo, está mais exposta a tempestades do que uma estrada mais para o interior. A infraestrutura localizada em áreas menos expostas sofrerá menos impactos e, consequentemente, menos danos e interrupções. No Vietnã, os benefícios sociais de limitar o investimento em estradas em distritos onde mais de 40% da terra está abaixo de um metro acima do nível do mar são 9,3% maiores do que em uma estratégia sem limitações (Balboni, 2021). Identificar áreas de risco atuais e futuras e evitar a instalação de ativos de infraestrutura em áreas com alta exposição a inundações, tempestades, calor extremo ou incêndios florestais é uma adaptação eficaz.

No entanto, a exposição nem sempre pode ser evitada: pode haver falta de alternativas e a infraestrutura atual não pode ser simplesmente realocada. Portanto, também é fundamental reforçar a infraestrutura. O reforço das estradas por meio do estabelecimento de declives transversais positivos, melhorias no solo, bueiros adicionais, muros de contenção e pavimentação de cascalho pode impedir a estagnação da água e evitar o colapso da estrada. O asfalto poroso melhora a segurança das estradas em áreas expostas ao aumento da precipitação ou da queda de neve. Várias medidas podem proteger os túneis contra inundações, como o estabelecimento de sistemas passivos de drenagem e gerenciamento de águas pluviais, bombeamento de emergência e elevação de bueiros. Contra ondas de calor, as juntas flexíveis nas estradas ajudam a evitar danos, enquanto o revestimento refletivo ajuda a proteger a integridade estrutural das pontes (ITF, 2016; Hallegatte et al., 2019b).

Para que as escolhas de projeto sejam eficazes, elas devem se adaptar às mudanças climáticas. Uma questão fundamental é que os métodos tradicionais para definir os padrões de projeto de infraestrutura são baseados em dados meteorológicos históricos. Elas podem ser projetadas, por exemplo, para resistir a uma profundidade de inundação que historicamente ocorre a cada 100 anos. Porém, em um cenário pessimista, com um aquecimento de 2°C até meados do século, espera-se que mais de 40% dos ativos de transporte global sofram uma redução de pelo menos 25% no período de retorno de precipitações extremas. Em outras palavras, uma inundação que costumava ocorrer a cada século agora ocorreria a cada 75 anos, em média (Wang et al., 2022). No Haiti, 45% das pontes analisadas pelo BID podem ter um aumento nos fluxos dos rios na próxima década devido às mudanças climáticas. A modelagem numérica permite que as autoridades conheçam o clima futuro e estabeleçam padrões de construção e manutenção de acordo com ele (Olaya et al., 2020).

Foco na manutenção

As mudanças climáticas reduzem a vida útil dos ativos de infraestrutura e causam danos aos seus componentes. Por esse motivo, a manutenção regular é vital para garantir a durabilidade e a resiliência da infraestrutura de transporte e minimizar as interrupções (Hallegatte et al., 2019b). A falta de manutenção adequada pode aumentar os custos de

capital da infraestrutura em 50% (Rozenberg e Fay, 2019). A manutenção proativa é uma estratégia eficaz de gerenciamento de ativos que melhora a resiliência e a capacidade de resposta dos ativos aos riscos climáticos. Por exemplo, a limpeza regular dos sistemas de drenagem reduz o risco de inundações nas estradas e na infraestrutura circundante (UNOPS, 2021). O Uruguai está reabilitando e melhorando a manutenção de uma estrada nacional a fim de aumentar a redundância da rede de transporte, protegendo as linhas de abastecimento dos produtores de alimentos durante o aumento das chuvas (BID, 2021).

As soluções baseadas na natureza também são uma opção para proteger a infraestrutura dos riscos climáticos e reduzir os custos de manutenção. Por exemplo, os parques em áreas urbanas criam sistemas de drenagem natural que reduzem as inundações nas estradas (UNOPS, 2021).

Resiliência sob estresse

Uma infraestrutura resiliente é econômica: embora os custos iniciais sejam mais altos, ela é mais resistente a eventos climáticos extremos, causa menos interrupções e aumenta a expectativa de vida dos ativos (Hallegatte et al., 2019b). Entretanto, a resiliência de ativos individuais não é um bom indicador da resiliência do sistema de transporte como um todo. Uma rede interconectada é tão forte quanto seu elo mais fraco.

Um conceito fundamental na análise e no projeto de infraestrutura resiliente é a redundância do sistema (Koks et al., 2023). A redundância refere-se à presença de rotas e modos de transporte alternativos para chegar a um destino. As opções incluem a adição de rotas alternativas e a diversificação do sistema com vários modos de transporte (Hallegatte et al., 2019b). Por exemplo, a reativação de aeroportos que estavam destinados a ser desativados pode ajudar a manter um sistema diversificado, mais bem equipado para responder a desastres naturais (UNOPS, 2021).

Sistemas de suporte a decisões

Ao definir ou priorizar as medidas de adaptação, o setor deve levar em conta os efeitos incertos das mudanças climáticas. É impossível prever as condições climáticas futuras, e as mudanças futuras na tecnologia e nas tendências sociais ampliam a incerteza em relação às consequências da implementação ou não de medidas de adaptação.

Novos métodos para apoiar a tomada de decisões em condições de alta incerteza, como a chamada análise de ponto azul, permitem que os formuladores de políticas analisem os riscos que a mudança climática impõe aos sistemas de transporte e priorizem as medidas de adaptação (Lempert et al., 2021; Koks et al., 2023).² Uma análise de hotspot ajuda as autoridades a i) localizar ativos de transporte, como seções de redes rodoviárias ou pontes, que estão expostos a eventos climáticos extremos, em diferentes cenários; ii) estimar o grau de vulnerabilidade desses ativos, por exemplo, se eles seriam destruídos por uma determinada inundação; iii) estimar a criticidade de cada ativo, em termos das consequências econômicas de sua interrupção; iv) prever os resultados das intervenções; e v) usar uma ferramenta de visualização para ajudar os tomadores de decisão a priorizar os investimentos para aumentar a segurança e a resiliência. É importante que os planejadores reavaliem periodicamente as medidas de adaptação à luz das mudanças nas condições climáticas e socioeconômicas, por exemplo, se o estado da rede mudar, se a atividade econômica alterar os elos mais críticos ou se as condições climáticas evoluírem e novos mapas de risco estiverem disponíveis. Ainda, o estabelecimento de uma tolerância ao risco pode ajudar a definir quando é melhor reforçar e quando é melhor reconstruir. Nesse sentido, os governos devem monitorar sua eficácia após eventos climáticos extremos e refletir as lições.

A República Dominicana desenvolveu recentemente uma análise de hotspot para priorizar investimentos e melhorar a resiliência de sua rede de transporte rodoviário (Olaya et al., 2022). O governo realizou uma pesquisa para determinar quais estradas, pontes e sistemas de drenagem deveriam ser reconstruídos ou reforçados para reduzir as perdas e os danos causados por desastres naturais. Foi feita uma avaliação de danos usando o valor financeiro dos ativos de transporte destruídos. As perdas foram avaliadas como o impacto das interrupções no tempo de viagem, que foram avaliadas em termos de produtividade econômica média. A análise levou em conta furacões, enchentes de rios, terremotos e tsunamis em vários cenários de mudança climática. De acordo com o estudo, os desastres naturais causam atualmente US\$ 1 milhão por ano em danos à rede, mas as perdas para os usuários são muito maiores, de US\$ 2,7 milhões por ano. No pior cenário possível,

com alto crescimento do tráfego e fortes efeitos da mudança climática, as perdas e os danos podem aumentar para quase US\$ 40 milhões por ano até 2050, ou mais de 13% do que o país gasta atualmente na construção e manutenção da rede rodoviária. A análise prioriza os investimentos que podem reduzir as perdas e os danos (Mapa 5.1). O governo usou com sucesso a ferramenta para direcionar seus esforços de manutenção e reconstrução pós-desastre, por um lado, e para selecionar projetos apresentados a bancos internacionais de desenvolvimento interessados em financiar a adaptação, por outro (Olaya et al., 2022; BID, 2022a).

Estar preparado

Uma maneira eficaz de se preparar para diferentes cenários climáticos com recursos limitados é ter estratégias de resposta e planos de contingência em vigor para gerenciar a interrupção do serviço.³ As empresas também podem aumentar seus estoques e mudar a localização de suas fábricas ou armazéns em resposta ao risco de desastres (Hallegatte et al., 2019b).

Os governos podem desenvolver arranjos institucionais para centralizar as informações relacionadas à rede rodoviária e coordenar ações de resposta rápida (por exemplo, Olaya et al., 2022). Eles podem elaborar planos de contingência para acelerar a reconstrução e a reabilitação após um evento e gerar soluções temporárias que possam restaurar rapidamente o serviço, mesmo que apenas parcialmente. Em Santiago do Chile, como em muitas outras cidades do mundo, o governo implementa rapidamente um serviço de ônibus alternativo para substituir uma linha de metrô quebrada.

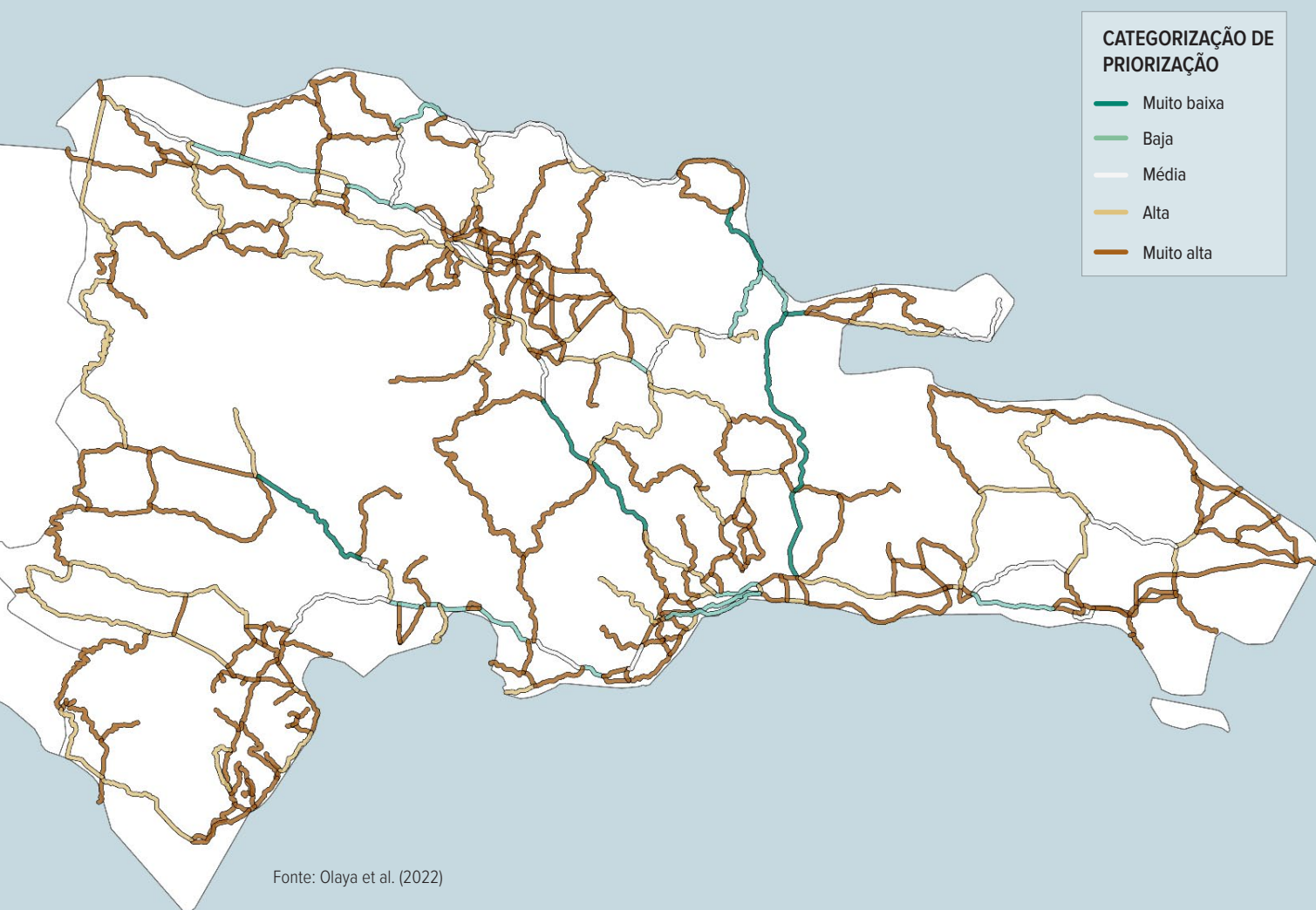
A melhoria do acesso aos dados climáticos e a implementação de sistemas de alerta antecipado são essenciais para reduzir as interrupções nos sistemas de transporte. Os sistemas de alerta antecipado são importantes para prever eventos climáticos extremos e mitigar seus efeitos nos sistemas de infraestrutura. Por exemplo, antes de o furacão Sandy atingir a cidade de Nova York em 2012, a Metropolitan Transit Authority da cidade conseguiu retirar seus trens das áreas propensas a inundações, minimizando assim os danos aos seus ativos e permitindo que o serviço fosse restaurado com relativa rapidez (Hallegatte et al., 2019b).

² Consulte também o Capítulo 1. Tomada de decisões para um futuro imprevisível.

³ Consulte o Capítulo 1. Tomada de decisões para um futuro imprevisível.

MAPA 5.1

Priorização de investimentos para reduzir perdas e danos causados por desastres naturais na República Dominicana



O governo retoma o controle

Uma etapa fundamental para melhorar o sistema de transporte é melhorar a governança, definindo funções e responsabilidades claras em estruturas institucionais e legais. Os ministérios e agências responsáveis pelo sistema de transporte precisam de um mandato claro sobre adaptação, por exemplo, de uma lei de mudança climática ou de um compromisso internacional. As agências superiores precisam garantir uma ação coordenada entre as autoridades de transporte, as agências de gerenciamento de risco de desastres e as instituições do sistema de transporte. Os planos diretores de infraestrutura devem avaliar as vulnerabilidades do sistema e ser atualizados (Hallegatte et al., 2019b). Os governos

devem obrigar as autoridades locais a levar em conta os impactos da mudança climática em seus planos de urbanização, por exemplo, usando mapas de risco e proibindo o desenvolvimento de infraestrutura em áreas perigosas (Hallegatte et al., 2020).

Traçando o caminho para a adaptação

É essencial desenvolver planos de adaptação para o setor de transportes, identificando os principais atores e as opções de adaptação e atribuindo-lhes seu lugar em uma estratégia. Os planos de adaptação podem se concentrar em todo o setor ou em uma área específica.

A Colômbia desenvolveu um Plano Nacional de Adaptação específico para seus portos (MADS, 2016). O plano afirma que os portos possibilitam 93% do comércio internacional do país e que mais de 80% deles são vulneráveis aos impactos da mudança climática, como furacões, inundações, erosão, aumento do nível do mar e tempestades. Em seguida, sugere opções de adaptação específicas para cada porto, como o plantio de manguezais ou a construção de quebra-mares; a elevação da infraestrutura existente; a expansão das áreas de drenagem; o uso de pavimentos permeáveis; o fortalecimento da conectividade rodoviária; a atualização de normas, códigos e regulamentos aplicáveis à infraestrutura portuária; e a imposição de manutenção mais frequente. Os operadores do porto de Manzanillo, no México, também reconheceram que a área é altamente vulnerável ao aumento do nível do mar e desenvolveram um plano de adaptação que inclui o aumento da capacidade de drenagem, o estabelecimento de sistemas de alerta antecipado, a intensificação da manutenção e o reforço dos ativos vulneráveis e seus arredores (Connell et al., 2015).

O planejamento para emergências com uma abordagem de gestão de risco integrada é outra forma eficaz de minimizar o impacto das interrupções. Os governos podem identificar a infraestrutura vulnerável da rede de transporte, estabelecer planos de contingência e procedimentos de evacuação e definir funções claras para todos os participantes do sistema de transporte no caso de um desastre (UNOPS, 2021). As estratégias de evacuação ou interrupção incluem serviços de ônibus que podem ser rapidamente implantados em caso de falhas no sistema ferroviário e sistemas de contrafluxo que invertem a direção das pistas rodoviárias (ITF, 2016).

O treinamento das partes interessadas e a capacitação dos órgãos públicos também são fundamentais para respostas eficazes. No Uruguai, os funcionários do Ministério dos Transportes e Obras Públicas são treinados para usar modelos para informar o redimensionamento de cargas no caso de interrupções temporárias na rede rodoviária (BID, 2021).

Incentivar o investimento

Os governos também podem aumentar a resiliência do sistema de transporte usando mecanismos financeiros que alinhem os incentivos dos proprietários

de ativos com o interesse público (Hallegatte et al., 2020). Os arranjos financeiros atuais geralmente são inadequados: as alocações orçamentárias para os órgãos públicos geralmente são definidas como montantes fixos que não levam em conta a ocorrência de riscos climáticos; a duração dos contratos com construtores privados é menor do que a vida técnica dos ativos, reduzindo o incentivo para fazer um investimento inicial em qualidade; e os contratos separados de construção e manutenção não levam em conta o custo social da interrupção ou o valor total da manutenção (Hallegatte et al., 2020). Outro problema é que os governos locais geralmente são responsáveis por parte da infraestrutura de transporte, mas não têm recursos para reparar ou manter seus ativos (ITF, 2016).

As soluções para promover o investimento incluem a remoção de barreiras orçamentárias à manutenção, penalizando os operadores de infraestrutura se as interrupções anuais excederem um limite especificado e estabelecendo contratos baseados em desempenho para agências de construção ou operadores que vinculem os pagamentos ao desempenho dos ativos. Os governos também podem introduzir e aplicar regulamentações, códigos de construção e padrões de aquisição, por exemplo, para definir padrões mínimos de resiliência a eventos climáticos extremos (Hallegatte et al., 2019b, 2020).

Os governos também podem incentivar a densificação. A densificação tem o potencial de reduzir o tráfego, minimizar as interrupções no transporte e reduzir as barreiras à implementação de redundâncias, diversificação e multimodalidade, inclusive tornando viáveis as opções de caminhar e andar de bicicleta (Hallegatte et al., 2019b). Por outro lado, as expansões urbanas geralmente oferecem menos alternativas de transporte e envolvem distâncias maiores para serviços essenciais, como hospitais. Para promover cidades densas, os governos podem considerar o crescimento urbano e o desenvolvimento de infraestrutura juntos e posicionar estrategicamente os serviços públicos e a infraestrutura, como moradias sociais, hospitais, escolas, estradas e estações de metrô.⁴ Eles também podem usar incentivos fiscais, como a cobrança por congestionamento.

⁴ Consulte também o Capítulo 6. Cidades Resilientes.

Acesso à informação

Os governos podem melhorar a tomada de decisões entre todas as partes interessadas, investindo em dados acessíveis, modelando os riscos naturais e as mudanças climáticas e estabelecendo sistemas de alerta antecipado. A cooperação internacional pode resolver os gargalos de informação expandindo a disponibilidade de dados e modelos, especialmente em países de baixa e média renda. Na Bolívia, um plano de modernização do aeroporto inclui a instalação de equipamentos meteorológicos para a detecção antecipada de tempestades, bem como melhorias de engenharia, como a construção de telhados preparados para tempestades de granizo, a implementação de novos sistemas de drenagem e a pavimentação e elevação de áreas de estacionamento e estradas de acesso para evitar inundações (BID, 2022b).

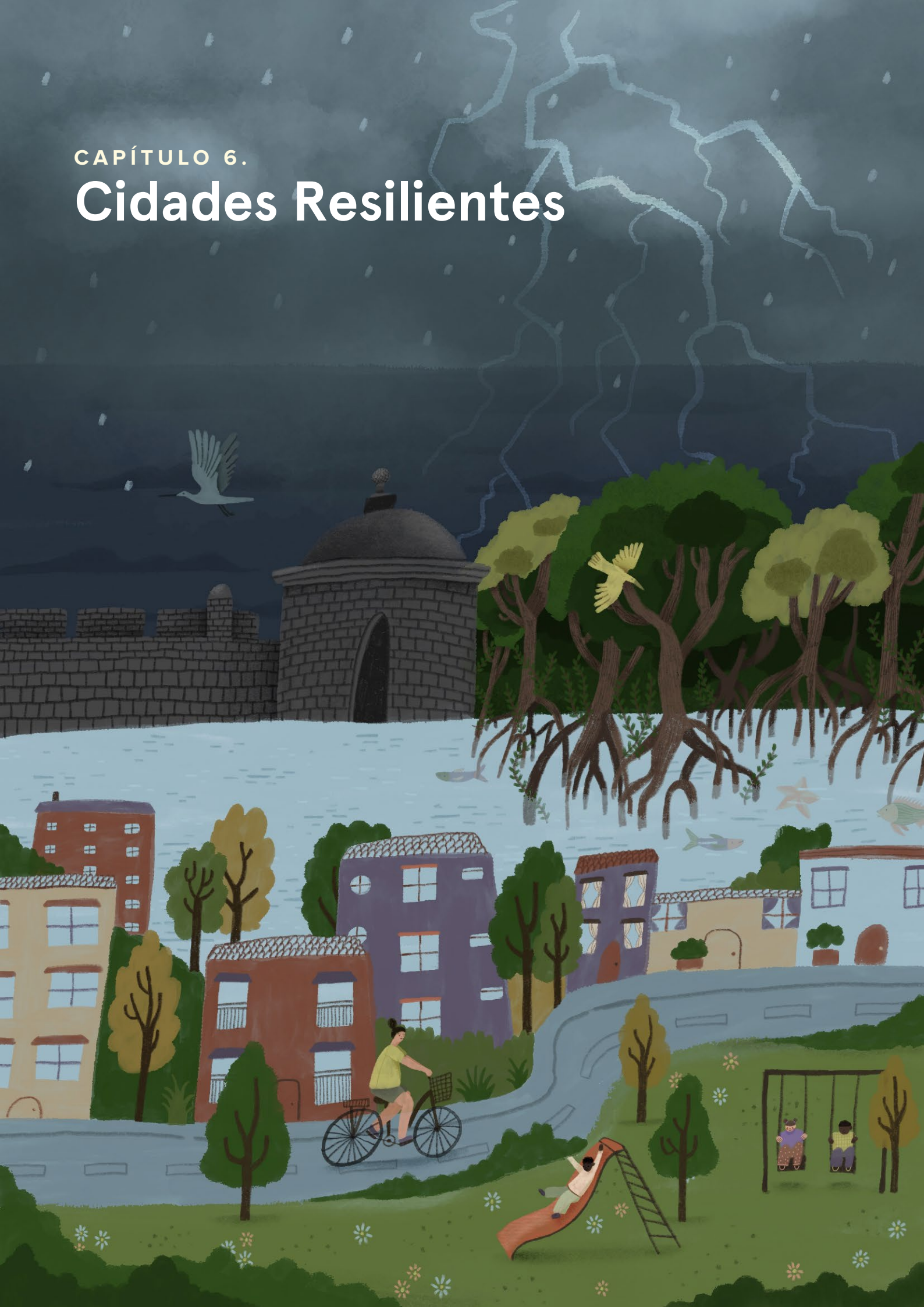
Os investimentos no desenvolvimento de habilidades e capacidade técnica, incluindo a tomada de decisões usando os métodos de incerteza profunda mencionados acima, podem ajudar a maximizar a utilidade dessas ferramentas e mobilizar o conhecimento especializado do setor privado (Hallegatte et al., 2019; Lempert et al., 2021).

Referências

- Balboni, Clare Alexandra. 2021. In harm's way? Investimentos em infraestrutura e a persistência das cidades costeiras. Diss. Instituto de Tecnologia de Massachusetts.
- Colon, C., Hallegatte, S., Rozenberg, J., 2021. Análise de criticidade da rede de transporte de um país por meio de um modelo de cadeia de suprimentos baseado em agentes. *Nat Sustain* 4, 209-215
- Connell, R., Canevari, L., Coleby, C., Wright, S., Robertson, J. N., Morgan, W., Cerezo, A., Rivero, A., Ugarte, G., Larson, R., Carr, C., Washington, R., Saucedo, E., Ramírez, E., Olivera, M., Becker, A., Pascual, J., Barandiarán, M., Ramírez, G., Crotte, A., Monter Flores, E., Martínez-Molina, J-P. 2015. Porto de Manzanillo. Gestão de riscos climáticos. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Hall, J.W., Aerts, J.C.J.H., Ayyub, B.M., Hallegatte, S., Harvey, M., Hu, X., Koks, E.E., Lee, C., Liao, X., Mullan, M., Pant, R., Paszkowski, A., Rozenberg, J., Sheng, F., Stenek, V., Thacker, S., Väänänen, E., Vallejo, L., Veldkamp, T.I.E., van Vliet, M., Wada, Y., Ward, P., Watkins, G. e Zorn, C. 2019. Adaptation of Infrastructure Systems (Adaptação de sistemas de infraestrutura): Background Paper for the Global Commission on Adaptation (Documento de referência para a Comissão Global de Adaptação). Oxford: Environmental Change Institute, Universidade de Oxford.
- Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., 2019a. Are Losses from Natural Disasters More Than Just Asset Losses?, em: Okuyama, Y., Rose, A. (Eds.), *Advances in Spatial and Economic Modeling of Disaster Impacts*, *Advances in Spatial Science*.
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2019b. *Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity* (Linhas de vida: a oportunidade de infraestrutura resiliente). Sustainable Infrastructure. Banco Mundial.
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2020. *Adaptation Principles: A Guide for Designing Strategies for Climate Change Adaptation and Resilience* (Princípios de adaptação: um guia para a elaboração de estratégias de adaptação e resiliência às mudanças climáticas). Banco Mundial.
- BID, 2021. Programa de Melhoria de Corredores Rodoviários para Agroindústria e Silvicultura II (UR-L1182). Proposta de empréstimo do Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- BID, 2022a. Programa de reabilitação e manutenção da infraestrutura viária na República Dominicana (DR-L1151). Proposta de empréstimo do Banco Interamericano de Desenvolvimento
- BID, 2022b. Programa de Infraestrutura Aérea - Etapa II (BO-L1209). Proposta de empréstimo do Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- ITF, 2016. *Adapting Transport to Climate Change and Extreme Weather: Implications for Infrastructure Owners and Network Managers*, ITF Research Reports, OECD Publishing.
- Kaufmann, D. (2023, 30 de maio). A mudança climática poderia cortar o Canal do Panamá. Extraído de: [dw.com](https://www.dw.com/en/will-climate-change-cut-off-the-panama-canal-and-global-supply-chains/a-65761965). <https://www.dw.com/en/will-climate-change-cut-off-the-panama-canal-and-global-supply-chains/a-65761965>
- Kesete, Yohannes Y.; Raffo, Veronica; Pant, Raghav; Koks, Elco E.; Paltan, Homero; Russell, Tom; Hall, Jim W. 2021. *Climate Change Risk Analysis of Argentina's Land Transport Network* (Análise de risco de mudança climática da rede de transporte terrestre da Argentina). Banco Mundial.
- Koks, E., Rozenberg, J., Tariverdi, M., Dickens, B., Fox, C., Ginkel, K. van, Hallegatte, S., 2023. Uma avaliação global da vulnerabilidade da rede rodoviária nacional. *Environ. Res.: Infrastruct. Sustain.* 3, 025008.
- Lempert, R.J., Miro, M., Prosdoci, D., Lefevre, B., Monter Flores, E., 2021. *A DMDU Guidebook for Transportation Planning Under a Changing Climate*. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- MADS, 2016. Plano de gerenciamento de mudanças climáticas para os portos marítimos da Colômbia. Ministério do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Colômbia.
- Oviedo, D., Scholl, L., Innao, M., Pedraza, L., 2019. Os sistemas de transporte rápido por ônibus melhoram a acessibilidade às oportunidades de emprego para os pobres? The Case of Lima, Peru. *Sustainability* 11, 2795.
- Olaya, J. C., Dewez, R., Guerrero, P., Lefevre, B., Nalesso, M. & Zuloaga, D. 2020. Inclusão da mudança climática na análise hidrológica para o layout e o projeto da infraestrutura de transporte: guia metodológico e implementação em 33 pontes veiculares no Haiti. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Olaya, J. C., Suardí, A., Lefevre, B., & Rodriguez, M. 2022. Climate change resilient transport: how to prioritize investment: the case of the Dominican Republic (Transporte resiliente às mudanças climáticas: como priorizar o investimento: o caso da República Dominicana). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- UNOPS. (2021). *Infraestrutura para ação climática*. Escritório das Nações Unidas para Serviços de Projetos.
- Rozenberg, J. e M. Fay. 2019. *Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need While Protecting the Planet* [Além da lacuna: como os países podem arcar com a infraestrutura de que precisam enquanto protegem o planeta]. Banco Mundial.
- Venter, C., Jennings, G., Hidalgo, D., Pineda, A.F.V., 2018. The equity impacts of bus rapid transit: A review of the evidence and implications for sustainable transport (Os impactos patrimoniais do trânsito rápido de ônibus: uma análise das evidências e implicações para o transporte sustentável). *International Journal of Sustainable Transportation* 12, 140-152.
- Rozenberg, J., Browne, N.; De Vries Robbé, S; Kappes, M., Lee, W., Prasad, A. 2021. *360° Resilience: A Guide to Prepare the Caribbean for a New Generation of Shocks* (Resiliência 360°: Um guia para preparar o Caribe para uma nova geração de choques). Banco Mundial.
- Wang, Q., Ming, W, & Koks, E. (2022). Exposição da infraestrutura de transporte global à mudança de precipitação em um mundo mais quente. *Nature Communications*.

CAPÍTULO 6.

Ciudades Resilientes



Autores

Hipólito Talbot-Wright

ASSESSOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
hipolito@iadb.org

Nora Libertun de Duren

ESPECIALISTA SÊNIOR, HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
nlibertun@iadb.org

Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SÊNIOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
avogtschilb@iadb.org

Ilustrações de Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Libertun de Duren, N., Vogt-Schilb, A., 2023. Cidades Resilientes, em: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Com calor e água até ao pescoço: nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climática. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Cidades Resilientes

A maioria das pessoas na América Latina e no Caribe vive em cidades, onde também se concentra a maior parte da riqueza e da atividade econômica da região. No entanto, as cidades estão ameaçadas pelo aumento dos riscos da mudança climática, como a escassez de água, as ondas de calor e o aumento do nível do mar, que causam mortes, doenças, levam as famílias à pobreza, forçam-nas a deixar suas casas e a se mudarem, muitas vezes para bairros mal preparados em outras cidades. Uma adaptação fundamental é reduzir a exposição proibindo o desenvolvimento em áreas de alto risco, por exemplo, quanto à construção ao longo das costas que são ou podem se tornar perigosas com o aumento do nível do mar. Mas reduzir a exposição pode ser inviável ou indesejável se isso significar o deslocamento de comunidades estabelecidas. Também é necessário construir infraestrutura de proteção e reformar edifícios. A infraestrutura cinza, como diques, bueiros e centros de resfriamento, pode oferecer proteção, assim como as soluções baseadas na natureza. Isso inclui manguezais em áreas costeiras para absorver tempestades e árvores para resfriar as cidades e tornar as ondas de calor mais toleráveis. Os governos podem usar avaliações de risco, zoneamento e regulamentações para conter o desenvolvimento em áreas propensas a riscos e apoiar o desenvolvimento em áreas seguras. Eles também podem impor, incentivar ou permitir a implementação de soluções baseadas na natureza. Os padrões de construção e manutenção podem garantir que os edifícios sejam adequados aos eventos climáticos atuais e futuros. Os instrumentos financeiros podem incentivar as famílias a se adaptarem, enfrentarem e se recuperarem de eventos climáticos extremos. Entretanto, os governos enfrentam dois obstáculos cruciais: a informalidade e a fragmentação institucional. As estratégias de mudança climática serão mais eficazes se contribuírem para melhorar a governança, a coordenação, o planejamento e a formalização.

As mudanças climáticas ameaçam as cidades

As cidades são motores de desenvolvimento, concentrando a infraestrutura essencial, os principais ativos e as atividades econômicas, sociais, administrativas e culturais. As áreas urbanas abrigam a maioria dos habitantes do mundo: em 2018, 55% da população mundial vivia em centros urbanos (Nações Unidas, 2018). Considerando as tendências demográficas atuais, até 2050, mais de 86% da população da América Latina e do Caribe viverá em cidades, a taxa mais alta entre as regiões em desenvolvimento do mundo (ONU, 2018).

As cidades são altamente vulneráveis às mudanças climáticas e enfrentam riscos crescentes de escassez de água, aumento do nível do mar e eventos climáticos extremos, como inundações e ondas de calor. Esses eventos climáticos aumentam a mortalidade e a morbidade, causam perdas econômicas e de ativos, empurram as famílias para a pobreza e deslocam as comunidades (Boland et al., 2021; Dodman et al., 2022; Vera e Sordi, 2020).

Problemas em casa

O aumento das temperaturas e as ondas de calor tornam as áreas urbanas menos habitáveis. As cidades sofrem com o efeito de ilha de calor: os edifícios e as estradas absorvem o calor do sol, normalmente aumentando as temperaturas da superfície em 0,5°C a 4°C (Boland et al., 2021) e em até 3°C a 8°C nas oito maiores cidades da América Latina e do Caribe (Oliver et al. 2021). Até 2050, as maiores cidades da América do Sul terão de cinco a dez vezes mais dias de calor extremo: em alguns dos piores cenários, as temperaturas que costumavam ocorrer menos de 20 dias por ano poderão ocorrer seis meses por ano (Kephart et al., 2022). As ondas de calor acarretam riscos à saúde, perda de produtividade e perturbações econômicas (Dodman et al., 2022). O calor afeta desproporcionalmente as famílias mais pobres, que tendem a residir em edifícios menos isolados e nas partes mais quentes da cidade e que não podem pagar por ar-condicionado. O calor afeta especialmente as pessoas com mais de 65 anos de idade, o segmento demográfico que mais crescerá nas próximas décadas (Jiménez et al., 2021).

As mudanças nos padrões de chuva aumentam o risco de escassez de água em algumas cidades.¹ Uma população crescente, combinada com um abastecimento de água insuficiente e mal conservado e uma infraestrutura de vizinhança inacabada, aumenta a ameaça à segurança hídrica. Cidades como La Paz, na Bolívia, e Cidade do México, no México, já estão sofrendo com o estresse da água doce devido às mudanças climáticas e abrigam alguns dos 350 a 411 milhões de habitantes urbanos em todo o mundo que serão ameaçados pela escassez de água em um cenário de aquecimento de 1,5°C a 2°C (Dodman et al., 2022). Em Montevidéu, no Uruguai, uma seca extrema em 2023 deixou o único reservatório de água doce quase seco, fazendo com que as autoridades não tivessem outra opção a não ser recorrer à água da foz do Rio da Prata, que é salgada demais para beber (Tocár, 2023).

Risco de incêndios urbanos

A diminuição da precipitação, o aumento das temperaturas e a seca aumentam a incidência de incêndios florestais. A expansão urbana perto de áreas silvestres, por sua vez, aumenta a exposição (Boland et al., 2021). Valparaíso, no Chile, sofreu o maior incêndio urbano de sua história em 2014, quando um incêndio florestal se espalhou pela cidade. Mil hectares foram queimados, incluindo 2.900 casas; 12.500 pessoas ficaram desabrigadas; 500 ficaram feridas e 5 morreram. O incêndio teve origem em uma floresta de pinheiros e eucaliptos, espécies exóticas propensas a incêndios no Chile, e se espalhou para bairros adjacentes de baixa renda. Contribuiu para a catástrofe o fato de que muitas das casas afetadas foram construídas com métodos precários em bairros ocupados ilegalmente. Como consequência do acesso precário aos serviços públicos nesses bairros, o lixo inflamável se acumulou em terrenos baldios (Reszka e Fuentes, 2015). Mais de três milhões de pessoas que vivem em áreas urbanas e florestais continuam expostas a incêndios florestais no Chile (Sarricolea et al., 2023).

¹ Consulte o [Capítulo 3. Aproveitando a onda de adaptação nos setores de água e saneamento.](#)

A vulnerabilidade dos ativos urbanos

O aumento do nível do mar e as ondas de tempestade ameaçam as áreas urbanas costeiras e de baixa altitude. Globalmente, a população exposta a uma inundação costeira de 100 anos aumentará em aproximadamente 20% se o nível do mar subir 15 cm em relação aos níveis de 2020 (IPCC, 2022). Além disso, as áreas urbanas costeiras competem por espaço com áreas úmidas, estuários e mangues, que são cruciais para a proteção contra as marés. A América Latina e o Caribe estão particularmente expostos, pois é a região com a maior proporção de populações metropolitanas que vivem perto da costa. Além disso, o aumento do nível do mar representa uma ameaça existencial para algumas ilhas do Caribe.

O excesso de chuvas aumenta o risco de enchentes. O pavimento e os edifícios nas cidades bloqueiam a drenagem da água. Rios canalizados e áreas úmidas drenadas impedem o ajuste da capacidade de fluxo de água (Boland et al., 2021). Na região, 160 milhões de pessoas em 70 grandes cidades estão expostas a inundações urbanas (Tellman et al., 2018).

Os ventos fortes de tempestades tropicais, ciclones e furacões podem causar danos estruturais aos edifícios, principalmente se eles não forem projetados para resistir a esses eventos climáticos. Os eventos climáticos também podem danificar a infraestrutura urbana e interromper serviços essenciais. As enchentes transbordam de estações de tratamento de água não preparadas. As interrupções no sistema de transporte, incluindo estradas e serviços, podem desconectar partes da cidade de serviços essenciais. A mudança climática ameaça o sistema de energia ao diminuir a eficiência ou destruir a geração, a transmissão e a distribuição de energia, ao mesmo tempo em que aumenta a demanda por soluções de resfriamento e adaptação, como a dessalinização. Essas questões são abordadas nos capítulos 3 a 5.

Adicionando combustível ao fogo: informalidade e crescimento rápido

Os efeitos da mudança climática são multiplicados pelo rápido crescimento não planejado das cidades (Vera & Sordi, 2020). Todos os meses, mais de meio milhão de pessoas migram para as cidades da América Latina e do Caribe com o objetivo de fixar residência nelas, e grande parte delas se instala em assentamentos informais (BID, 2021). Entre 1990 e

2015, a informalidade urbana na região cresceu de 6% para 26% (Vera et al., 2023). A própria mudança climática pode aumentar os fluxos migratórios para as áreas urbanas à medida que afeta os meios de subsistência rurais. No México, cada mês adicional de seca aumenta a migração rural-urbana em 3,6%. Períodos de três ou mais anos com temperaturas acima do normal também aumentam a migração (Nawrotzki et al., 2017).

A rápida expansão das cidades traz consigo inúmeros problemas que agravam a vulnerabilidade às mudanças climáticas. Esses problemas incluem planejamento deficiente, falta de coordenação metropolitana, zoneamento inadequado, aplicação deficiente de códigos de construção, infraestrutura insuficiente e destruição de ecossistemas vitais para a redução de riscos (Boland et al., 2021; Vera e Sordi, 2020). Por exemplo, as pessoas que precisam se deslocar por longos períodos aumentam a vulnerabilidade a interrupções nas estradas, enquanto a infraestrutura precária e a falta de redundâncias prejudicam ainda mais o serviço. Novos assentamentos geralmente surgem em áreas expostas: entre 1985 e 2015, a pegada geral de todos os assentamentos aumentou 85%, enquanto a pegada dos assentamentos expostos ao nível mais alto de risco de inundação aumentou 122% (Rentschler et al., 2022). Moradias, bairros e transporte público superlotados criam pontos de acesso para surtos de doenças, inclusive doenças transmitidas pelo ar e pela água, que têm maior probabilidade de se espalhar durante ondas de calor, secas e enchentes (Vera e Sordi, 2020).²

O crescimento urbano não planejado também traz consigo a informalidade habitacional, pois os governos locais não conseguem fornecer níveis adequados de serviços básicos (BID, 2021). Cerca de 21% de todos os moradores urbanos da região vivem em assentamentos informais, que geralmente estão localizados em áreas expostas a riscos naturais, como encostas propensas a deslizamentos de terra ou planícies de inundação (Banco Mundial, 2022). As estruturas nessas áreas geralmente são construídas com materiais de baixa qualidade, expondo seus habitantes a um risco maior de eventos climáticos extremos, como ondas de calor ou enchentes (Dodman et al., 2022; Satterthwaite et al., 2020). Por fim, os assentamentos informais geralmente estão superlotados e não têm acesso adequado, se houver, a serviços básicos.

² Consulte o capítulo 7.

Construindo cidades melhores

A localização é importante

Na adaptação das cidades aos efeitos das mudanças climáticas e, em particular, ao risco de enchentes e incêndios florestais, a localização é fundamental. As cidades podem desenvolver estratégias de realocação para evitar ocupar os locais mais expostos às mudanças climáticas. No entanto, o afastamento das áreas mais expostas não é isento de dificuldades; as comunidades e os ativos em locais de risco podem sofrer perdas materiais e culturais (Dodman et al., 2022). As estratégias de recuperação de terras, por outro lado, visam reduzir o risco nas áreas costeiras por meio da construção de aterros sanitários, construção de quebra-mares, drenagem da água remanescente ou plantio de vegetação que estimule o acúmulo de terra. A elevação da terra existente também pode proteger as cidades contra inundações.

Pinte-o de cinza

Quando a realocação não for possível, a proteção é fundamental. Uma infraestrutura nova e aprimorada pode reduzir a exposição a alguns eventos climáticos extremos, por exemplo, bloqueando a entrada de enchentes e tempestades, além de permitir o armazenamento de água. As chamadas soluções de infraestrutura cinza incluem quebra-mares e paredões (barreiras erguidas no oceano para proteger os litorais), diques, portões marítimos, muros e até mesmo barreiras temporárias de sacos de areia (Boland et al., 2021). Em Barbados, o governo tem usado a engenharia costeira para proteger as costas sudoeste e oeste mais desenvolvidas, onde a erosão é comum. A Guiana usa quebra-mares para lidar com as inundações costeiras (Mycoo e Donovan, 2017). A percepção de que é provável que ocorram inundações em grande escala no país levou à elevação das estações de bombeamento (Mycoo e Donovan, 2017).

O aumento da capacidade de drenagem com bueiros é essencial em cidades onde se espera que a precipitação aumente em frequência ou intensidade. As cidades podem melhorar a capacidade de drenagem dos edifícios e da cobertura da superfície ou adaptar a infraestrutura de transporte para atuar

como um canal. Barcelona, na Espanha, onde mais de 90% da superfície da cidade é impermeável, está melhorando sua infraestrutura de drenagem com a instalação de reservatórios subterrâneos, tecnologias de pavimento permeável e retenção artificial (Favaro e Chelleri, 2018).

Ou de verde

A adaptação por meio da infraestrutura cinza pode ser cara. Na América Latina e no Caribe, seriam necessários US\$ 7,1 bilhões por ano para construir diques de proteção contra inundações costeiras em um cenário de nível médio do mar até 2050 (Banco Mundial, 2010). As soluções baseadas na natureza, também conhecidas como infraestrutura verde, oferecem alternativas rápidas e eficazes à engenharia tradicional, considerando os ecossistemas circundantes como um complemento, e não uma ameaça, ao ambiente urbano construído (Muñoz et al., 2019).

Os espaços verdes oferecem proteção significativa contra enchentes e ventos fortes. As cidades podem restaurar bacias hidrográficas, planícies de inundação e áreas úmidas e construir novas. Esses ecossistemas urbanos proporcionam drenagem adicional, retenção de água durante enchentes e chuvas, bem como tratamento de águas residuais (Vera e Sordi, 2020). Buenos Aires, Argentina, criou um parque nacional de 36 hectares, o Parque Lugano, para restaurar a planície de inundação da cidade, mitigar as inundações e melhorar a qualidade de vida dos bairros vulneráveis às inundações do rio Riachuelo na área sudoeste (Buenos Aires, 2022, 2023).

As infraestruturas cinza e verde geralmente trabalham juntas (Quadro 6.1). Curitiba, Brasil, usa pavimentos permeáveis, parques urbanos e áreas verdes para gerenciar os fluxos de água (BID, 2017). Em Manágua, Nicarágua, uma solução econômica para gerenciar os picos de fluxo em áreas propensas a ciclones é combinar medidas de conservação e reflorestamento a montante com uma infraestrutura aprimorada de retenção e canalização a jusante (Vega et al. 2015). A combinação de infraestrutura verde e cinza também é uma oportunidade para repensar a vida nas ruas. Na Cidade do México, o

projeto “Calle Verde” torna as ruas mais agradáveis para pedestres, ciclistas e usuários de transporte público, ao mesmo tempo em que reduz o risco climático. A Calle Verde consiste no reparo de tubulações de drenagem, na repavimentação de ruas e calçadas com concreto permeável e no plantio de árvores, além da construção de espaços verdes (Vera et al., 2023).

Os ecossistemas costeiros, como mangues e zonas úmidas, podem servir de barreira contra tempestades, inundações e erosão, armazenando água e estabilizando sedimentos ou linhas costeiras. Nos Estados Unidos, estima-se que as zonas úmidas tenham evitado danos materiais no valor de US\$ 625 milhões durante o furacão Sandy (Narayan et al., 2017). Manguezais suficientemente largos reduzem a altura das ondas em até 66% e as ondas de tempestade em até 55 cm (Boland et al., 2021). Mais de 18 milhões de pessoas e US\$ 82 bilhões em ativos em todo o mundo poderiam ser protegidos contra inundações graças aos manguezais (Losada et al., 2018).

As soluções baseadas na natureza também contribuem para a proteção de habitats e da biodiversidade, bem como da água limpa e do ar puro, além de reduzir o calor extremo nas cidades, resultando em co-benefícios significativos para as pessoas e o meio ambiente. Nos Estados Unidos, o uso de árvores em ambientes urbanos para eliminar a poluição do ar é responsável por US\$ 5,4 bilhões anuais em custos de saúde evitados e perda de produtividade (Nowak e Greenfield 2018).

Cidades legais

As cidades devem procurar reduzir o efeito de ilha de calor e garantir instalações adequadas para proteção durante as ondas de calor. A expansão da cobertura verde com parques e ruas arborizadas, por exemplo, reduz substancialmente o efeito de ilha de calor. Em Medellín, na Colômbia, o programa Green Corridors reduziu a temperatura média da cidade em 2 °C (Oliver et al., 2021).

A arquitetura integrada ao clima e ao ambiente local pode garantir o conforto térmico. Por exemplo, a orientação adequada dos edifícios é fundamental para minimizar a absorção de calor e aproveitar os padrões de vento para a ventilação. O projeto de um edifício também pode aumentar o resfriamento passivo, por exemplo, melhorando o isolamento ou posicionando as janelas para melhorar a circulação de ar (Alvear et al., 2022). No Brasil, um padrão de construção estabelece diretrizes para residências familiares de baixa renda com base na zona bioclimática em que estão localizadas, com recomendações sobre ventilação, sombreamento, cercas externas e estratégias de condicionamento passivo (Gonzales-Mahecha et al., 2020).

A instalação de ar-condicionado em casas e edifícios também é uma solução. Mas o aumento do uso de ar condicionado não é uma opção para muitas famílias informais e de baixa renda na região. Os centros de resfriamento podem proporcionar alívio para as famílias que não podem pagar por isso. Ademais, o ar condicionado também sopra o ar quente para fora dos edifícios, o que pode aumentar o efeito de ilha de calor (Dodman et al., 2022; Salamanca et al., 2014). Os sistemas de resfriamento distrital são uma

QUADRO 6.1:

O bairro de Bañado Sur em Assunção, Paraguai.

Localizado às margens do Rio Paraguai em Assunção, o bairro Bañado Sur enfrenta inundações regulares, que devem se intensificar devido às mudanças climáticas e às mudanças no uso da terra rio acima. Essas inundações causam danos a casas, ruas, sistemas de esgoto e infraestrutura elétrica: em 2018, as inundações afetaram 23.000 pessoas nos bairros ribeirinhos de Bañados. Em resposta às crescentes necessidades de moradia, o Governo do Paraguai e o Município de Assunção criaram um Plano Diretor de Desenvolvimento para os bairros ribeirinhos da cidade que se adapta às inundações periódicas do Rio Paraguai. Usando soluções

baseadas na natureza para reduzir o risco de inundação de 1.500 casas recém-construídas, eles restauraram as lagoas e os pântanos que margeiam o rio e construíram um novo parque linear ao longo de sua orla como forma de proteção contra inundações. O plano também exige a construção de infraestrutura para melhorar os serviços públicos básicos e reduzir os riscos climáticos, como sistemas de saneamento sustentáveis, um sistema de drenagem aprimorado e coleta de resíduos sólidos (Oliver et al., 2021; Banco Mundial, 2022).

estratégia tecnologicamente avançada para resfriar áreas urbanas densamente povoadas. O resfriamento distrital pode reciclar calor residual dos chillers para produzir água quente, o que aumenta a eficiência. Ele também pode ser combinado com o armazenamento a frio. No centro de Paris, na França, um resfriador distrital congela tanques de água à noite, quando a eletricidade é mais barata e o ar condicionado é mais eficiente em termos de energia; ainda, há o uso do gelo para resfriar um shopping center durante o dia (di Cecca et al., 2022).

Os tratamentos de superfícies frias e a vegetação natural reduzem o efeito de ilha de calor. Os tratamentos de superfícies frias incluem materiais de construção alternativos que aumentam a reflexão solar ou o sombreamento e, portanto, reduzem a quantidade de calor absorvido (Boland et al., 2021; Dodman et al., 2022). As estruturas podem reduzir sua absorção de calor aplicando tinta branca, que reflete a luz solar, ou instalando telhados verdes, que proporcionam sombreamento e evapotranspiração (Dodman et al., 2022). Esses telhados reduzem o consumo de energia em até 32% em climas quentes, reduzindo a demanda de resfriamento. No programa piloto de telhado verde da Favela, no Rio de Janeiro, as casas com telhados verdes eram até 20 °C mais frias no pico de calor do que aquelas com telhados tradicionais (Oliver et al., 2021).

Soluções de design

Melhorar os padrões de construção para adaptação climática também é uma oportunidade para atingir outras metas de desenvolvimento sustentável. Como a Universidade de Belize, que está construindo um edifício seguindo os princípios de resiliência e arquitetura verde, minimizando as necessidades de manutenção e tornando-o acessível a todas as pessoas com deficiência (BID, 2020).

Os edifícios e a infraestrutura devem ser projetados levando-se em conta os riscos atuais e futuros da mudança climática, bem como a incerteza em relação ao fenômeno.³ Um edifício adequadamente projetado pode resistir a catástrofes, como tempestades, por uma fração do custo de reparo em caso de falha. Os sistemas existentes também podem ser reforçados.

Algumas transformações no planejamento urbano e na construção de moradias também podem apoiar a adaptação em outros setores. Por exemplo, a adoção de um melhor isolamento ou de cozinhas mais bem equipadas ajuda a reduzir a demanda por serviços de energia e água estressados pelas mudanças climáticas. O risco de incêndios florestais pode ser reduzido por meio do controle do rápido crescimento urbano, evitando novos desenvolvimentos em áreas de alto risco ou incorporando medidas de proteção contra incêndios florestais, como planos de evacuação, gestão da vegetação e edifícios resistentes ao fogo (Boland et al., 2021).

³ Consulte o [Capítulo 1. Tomada de decisões para um futuro imprevisível](#).

O papel do governo

Planejamento urbano

As deficiências institucionais e financeiras dificultam a adaptação das cidades. As cidades têm ferramentas e recursos limitados e, muitas vezes, carecem de instituições capazes de coordenar grandes áreas metropolitanas. Por exemplo, o manejo florestal necessário para reduzir o risco de incêndios florestais em uma área urbana pode não depender da autoridade local de planejamento urbano, mas de outra jurisdição ou de uma instituição do governo central (Boland et al., 2021). A falta de coordenação entre governos nacionais e subnacionais e entre jurisdições territoriais adjacentes dificulta a implementação de políticas públicas e prejudica o sucesso das medidas de adaptação climática. Isso é especialmente relevante quando as decisões de uso da terra e os investimentos em infraestrutura não são coordenados em nível metropolitano (BID, 2021). A fragmentação institucional em uma área metropolitana também complica a ação climática eficaz. Na América Latina e no Caribe, apenas metade das áreas urbanas tem órgãos administrativos unificados (Gómez-Álvarez et al., 2017).

Para superar as deficiências institucionais, é necessário melhorar a governança em torno da relação entre as cidades e as mudanças climáticas. Os governos podem começar a avaliar a fragmentação institucional existente e os problemas de coordenação em relação à adaptação às mudanças climáticas, identificando questões críticas (Dodman et al., 2022). Uma melhor governança pode ser alcançada por meio do desenvolvimento de estratégias e da coordenação de planos urbanos e metropolitanos. As estratégias climáticas identificam ações relevantes, promovem a coordenação e alocam responsabilidades entre as instituições.

O planejamento é fundamental para desenvolver uma adaptação integrada e inclusiva nas cidades. O planejamento urbano facilita a ação governamental, inclusive a redundância de sistemas críticos, como transporte, energia, telecomunicações e saúde; a diversificação de serviços; a gestão do crescimento urbano; o aumento da resiliência da infraestrutura; e a prevenção do desenvolvimento em áreas expostas (Boland et al., 2021; Dodman et al., 2022; Parnell,

2016). É igualmente importante fornecer serviços urbanos básicos a bairros carentes e incluí-los em programas de planejamento regional destinados a gerenciar o crescimento urbano.

As cidades podem elaborar planos de ação locais de mudança climática para coordenar a política de adaptação. No Chile, todas as cidades são obrigadas por lei a desenvolver esses planos até 2025. Um papel fundamental para os governos é publicar orientações que as cidades possam usar para diagnosticar sua exposição ao risco climático, entender as possíveis soluções e identificar as ações que podem tomar dentro de seus poderes legais para avançar (Rakes et al., 2023).

Conhecimento é poder

A conscientização sobre os riscos das mudanças climáticas melhora a tomada de decisões por parte dos formuladores de políticas, residentes e outras partes interessadas relevantes. Os governos podem desenvolver avaliações de risco, que são úteis para criar um perfil de risco das cidades ou áreas urbanas. Eles podem, por exemplo, identificar os principais indicadores de desempenho para monitorar o progresso na implementação de medidas de adaptação (Dodman et al., 2022). Os governos também podem se envolver diretamente com os cidadãos e influenciar a ação climática, educando as pessoas, promovendo a acessibilidade e criando parcerias público-privadas para criar padrões e modelos de negócios.

Os sistemas de alerta antecipado são uma medida de adaptação econômica que permite evacuações oportunas e ordenadas e ajuda as famílias e as autoridades a se prepararem (Dodman et al., 2022). O investimento de US\$ 800 milhões em sistemas de alerta precoce pode evitar perdas entre US\$ 3 bilhões e US\$ 16 bilhões (Boland et al., 2021). Os sistemas de alerta antecipado dependem de vigilância constante e comunicação eficaz; infelizmente, muitas vezes é mais difícil alcançar as pessoas mais vulneráveis. Medidas de comunicação eficazes incluem aplicativos móveis, transmissão e sinalização de rua.

Não há informações suficientes sobre os riscos climáticos, especialmente em nível urbano. As ferramentas

de modelagem para o sistema climático global abrangem grandes escalas espaciais e longas escalas de tempo. Mas os governos locais precisam de dados localizados e de curto prazo para tomar decisões eficazes de adaptação (Pitman et al. 2022). Um fator agravante é que nenhum modelo climático pode prever de forma inequívoca como as mudanças climáticas afetarão os climas locais. Os planejadores devem confiar em cenários que exploram a incerteza.⁴ Outro problema é que os governos locais podem não ter incentivo para identificar ou divulgar perigos e riscos ambientais em suas jurisdições, pois isso pode reduzir o valor dos imóveis, diminuir sua atratividade para empresas e famílias e minar sua base tributária e perspectivas de crescimento (US CEA 2023).

O valor da regulamentação

As regulamentações podem promover a adaptação de forma eficaz. Os códigos e padrões de construção que melhoram a resiliência a inundações e tempestades, o isolamento, a ventilação natural e a resistência a incêndios florestais são ferramentas práticas para novos edifícios (Boland et al., 2021; OMS, 2018). Os códigos de construção devem ser revisados para incluir riscos futuros relacionados ao clima, em vez de simplesmente refletir dados anteriores sobre questões como níveis de inundação e frequência de chuvas. Algumas regulamentações, como a implementação de auditorias periódicas, padrões de gerenciamento e rotulagem, promovem a modernização de edifícios existentes e novos (Dodman et al., 2022). Uma dificuldade é que os padrões de construção geralmente não são aplicados ao estoque de moradias existentes e os moradores informais geralmente não os cumprem.

O zoneamento é outra intervenção de adaptação essencial dos governos. Ao proibir a construção de edifícios em áreas de risco com infraestrutura de proteção inadequada, as cidades evitam a necessidade de adaptação futura (Boland et al., 2021). Barbados implementou um limite mínimo de recuo costeiro: os edifícios não podem ser construídos a menos de 30 metros da marca da maré alta. Isso protege os novos edifícios contra erosão e inundações (Mycoo, 2006). O zoneamento, conforme se aplica aos códigos de construção, deve ser estabelecido levando-se em conta possíveis cenários de mudanças climáticas incertas.

⁴ Consulte o [Capítulo 1. Tomada de decisões para um futuro imprevisível](#).

⁵ Consulte o [Capítulo 8. Verificação do bem-estar: o risco econômico e ambiental para os pobres](#).

Superando a informalidade e a desigualdade

Um problema importante é que os assentamentos informais surgem em áreas fora do alcance das regulamentações de zoneamento. Nos Andes, a expansão urbana chegou a encostas e encostas de montanhas, tornando os deslizamentos de terra particularmente mortais (Puente-Sotomayor et al., 2021). Além disso, os assentamentos informais geralmente são construídos com materiais de baixa qualidade, violando as normas de construção. Em Medellín, Colômbia, a aplicação das normas e códigos existentes reduziria o custo dos deslizamentos de terra em 63% (Vega & Hidalgo, 2016). Por fim, os bairros mais pobres não têm recursos para realizar transformações de retrofit.

Há dois elementos fundamentais para lidar com a distribuição desigual dos esforços de adaptação: uma abordagem holística do planejamento urbano e a luta contra a pobreza e o subdesenvolvimento.⁵ Isso significa, por exemplo, envolver os moradores de assentamentos informais no planejamento do uso da terra. Significa ajudar os residentes que não conseguem cumprir as regulamentações por conta própria (Puente-Sotomayor et al., 2021). Outras opções incluem garantir a posse para os habitantes (também chamada de formalização), realocar comunidades e melhorar a conectividade dos bairros (Nuñez e Wang, 2020).

A inclusão de instalações públicas em áreas expostas para impedir a ocupação é uma opção importante de política pública. Um bom exemplo é o Jardín Periférico de Medellín (Vera et al., 2023). Ele contribui para reabilitar os ecossistemas com árvores nativas em mais de 65 hectares de terras degradadas em declive. Reduz o risco de inundações e deslizamentos de terra para os bairros adjacentes em declive e, com sua presença, controla o crescimento urbano em declive. Trilhas, ciclovias e corredores de mobilidade oferecem oportunidades de recreação, e há áreas para o cultivo tradicional de orquídeas. O governo também construiu moradias econômicas perto do parque e envolveu a população local em seu projeto e manutenção, proporcionando-lhes oportunidades de emprego e educação no processo.

Mesmo que as cidades ajam para se proteger das mudanças climáticas, suas políticas podem não atingir as pessoas mais desfavorecidas e, em alguns

casos, podem aumentar sua vulnerabilidade. A infraestrutura e o zoneamento de proteção geralmente são distribuídos de forma desigual em favor das famílias mais ricas. Eles podem até aumentar o risco em áreas desprotegidas ou incentivar pessoas já vulneráveis a se mudarem para locais de maior risco (Anguelovski et al., 2016; Dodman et al., 2022; Bolland et al., 2021).

A adaptação descoordenada também pode ser um problema. Em Bangkok, os moradores de um conjunto habitacional não regulamentado construíram muros particulares para proteger suas casas contra inundações, mas o desvio dos fluxos só piorou a situação para as famílias mais pobres a jusante, que não tinham condições de construir sua própria proteção (Limthongsakul et al., 2017).

Por fim, é essencial oferecer oportunidades de moradia a preços acessíveis, longe do perigo. A maneira mais sustentável de evitar que o crescimento informal se espalhe pelas áreas urbanas expostas é garantir que as regulamentações e as opções de investimento público permitam o desenvolvimento de moradias, serviços públicos e oportunidades de emprego em locais mais seguros. No entanto, isso geralmente requer o controle da oposição ao desenvolvimento por parte dos proprietários de imóveis existentes.

Financiamento para cidades

A falta de recursos ou incentivos geralmente impede que as famílias implementem medidas de adaptação. Nesses casos, os governos podem oferecer subsídios e empréstimos aos residentes de assentamentos informais para incentivá-los a se mudarem para áreas menos expostas. Eles também podem oferecer moradias econômicas em áreas mais seguras.

Os recursos financeiros limitados são um dos principais obstáculos ao desenvolvimento da infraestrutura (Dodman et al., 2022). Por exemplo, a infraestrutura em zonas costeiras exige investimento inicial. Mas seus benefícios, que geralmente assumem a forma de custos evitados, são difíceis de converter em receitas para financiamento (Hinkel et al., 2018). Como muitas infraestruturas fornecem bens públicos, os impostos são uma importante fonte de financiamento. No entanto, as cidades da região tendem a depender muito de transferências fiscais. Em 2010, as receitas locais cobriram apenas cerca de 30% do total de gastos subnacionais na América Latina (Fretes Cibils e Ter-Minassian, 2015).

Outra abordagem é criar incentivos para que os desenvolvedores privados construam edifícios mais ecologicamente corretos. Processos simplificados de revisão e licenciamento, bem como bônus de densidade e altura, são alguns desses incentivos. Outras opções, usadas principalmente em países mais ricos, incluem créditos fiscais, reduções de tarifas, subsídios e empréstimos a juros baixos para a construção.

Referências

- Alvear, A., Esmaeili, M., González-Mahecha, E., Hernandez, C., & Minoja, L. (2022). Green buildings: guidelines for incorporating and accounting for climate change mitigation and adaptation measures (Edifícios verdes: diretrizes para incorporar e contabilizar medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Anguelovski, I., Shi, L., Chu, E., Gallagher, D., Goh, K., Lamb, Z., ... & Teicher, H. (2016). Equity impacts of urban land use planning for climate adaptation: Critical perspectives from the global north and south. *Journal of Planning Education and Research*, 36(3), 333-348.
- Badaoui, B., Coppola, F., Van Dijk J., Farhard, N., Ikert, A., Jay, L., Riaño, D., Redondo, A., Ribeiro, P., Sadouni, I., Vetter, R., Whaley, S., Zetkovic, A., 2020. Integrando a adaptação climática: um kit de ferramentas para planejadores urbanos e profissionais de adaptação, C40 Cities, c40knowledgehub.org.
- Boland, B., Charchenko, E., Knupfer, S., Sahdev, S., Farhad, N., Garg, S., & Huxley, R. (2021). Focused adaptation-a strategic approach to climate adaptation in cities (Adaptação focada - uma abordagem estratégica para a adaptação climática nas cidades). C40 Cities e McKinsey Sustainability.
- Buenos Aires (2022). Lineamientos de Restauración Ecológica y Recomposición Ambiental Para la Ciudad de Buenos Aires. Governo da Cidade Autônoma de Buenos Aires.
- Buenos Aires (2023, agosto). Parque Natural Lago Lugano. Governo da Cidade Autônoma de Buenos Aires. Recuperado de: <https://buenosaires.gob.ar/corporacionsur/parque-natural-lago-lugano>
- C40. (2018). Case Studies and Best Practice Examples: Mayor of London's Transport Strategy (Estudos de caso e exemplos de melhores práticas: estratégia de transporte do prefeito de Londres). Nova York, NY: C40 Knowledge.
- Davis, M. (2006). Planet of slums (Planeta das favelas) Verso.
- Di Cecca, F. Benassis, P. Poeuf (2022). Armazenamento de energia: o sistema de resfriamento do distrito de Paris. *Energy Learning Journal*. Instituto de Energia Renovável.
- Dodman, D., B. Hayward, M. Pelling, V. Castan Broto, W. Chow, E. Chu, R. Dawson, L. Khirfan, T. McPhearson, A. Prakash, Y. Zheng e G. Ziervogel, 2022: Cities, Settlements and Key Infrastructure. Em: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability (Mudanças Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade)*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). Cambridge University Press, Cambridge,
- Favaro, A. and L. Chelleri, 2018: The Evolution of Flooding Resilience: The Case of Barcelona. In: *Smart, Resilient and Transition Cities: Emerging Approaches and Tools for A Climate-Sensitive Urban Development* [Galderisi, A. and A. Colucci (eds.)]. Elsevier.
- Fretes Cibils, V., e T. Ter-Minassian (eds.). 2015. *Decentralizing Revenue in Latin America: Why and How* [Descentralização da receita na América Latina: por que e como]. Washington, DC: BID.
- González-Mahecha, E., Minoja, L., Rosse Caldas, L., & Tribouillard, C. (2020). *Vamos construir verde: Guia prático para edificações, espaços públicos e canteiros sustentáveis no Brasil*. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Gómez-Álvarez, D., R.M. Rajack, E. López-Moreno e G. Lanfranchi (editores). 2017. *Metropolitan Governance (Governança metropolitana): Governing metropolises for sustainable urban development (Governando metrópoles para o desenvolvimento urbano sustentável)*. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Hallegette, Stephane; Vogt-Schilb, Adrien; Bangalore, Mook; Rozenberg, Julie. 2017. *Unbreakable : Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters* [Inquebrável: Construindo a Resiliência dos Pobres diante de Desastres Naturais]. *Mudanças climáticas e desenvolvimento*. Banco Mundial.
- Hinkel, J., Lincke, D., Vafeidis, A. T., Perrette, M., Nicholls, R. J., Tol, R. S., ... & Levermann, A. (2014). Danos causados por inundações costeiras e custos de adaptação sob aumento do nível do mar no século XXI. *Anais da Academia Nacional de Ciências*, 111(9), 3292-3297.
- Hinkel, J. et al., (2018): The ability of societies to adapt to twenty-first-century sea- level rise (A capacidade das sociedades de se adaptarem ao aumento do nível do mar no século XXI). *Nature Climate Change*, 8(7), 570-578,
- BID, 2017. *Estrutura do setor de água e saneamento*. Washington. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

- BID, 2020. Programa de Melhoria da Qualidade da Educação (EQIP) II, Contrato de Empréstimo N°4798/OC-BL entre Belize e o Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- BID, 2021. Estrutura do setor de habitação e desenvolvimento urbano.
- IPCC, 2022. Summary for Policymakers In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). Cambridge University Press.
- Jiménez, C., Requejo, J., Foces, M., Okumura, M., Stampini, M., Castillo, A., 2021. Silver economy: Mapping actors and trends in Latin America and the Caribbean (Economia prateada: mapeamento de atores e tendências na América Latina e no Caribe). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Kephart, J. L., Sanchez, B. N., Moore, J., Schinasi, L. H., Bakhtsiyarava, M., Ju, Y., ... & Rodriguez, D. A. (2022). City-level impact of extreme temperatures and mortality in Latin America (Impacto em nível de cidade de temperaturas extremas e mortalidade na América Latina). *Nature medicine*, 28(8), 1700-1705.
- Limthongsakul, S., Nitivattananon, V., & Arifwidodo, S. D. (2017). Localized flooding and autonomous adaptation in peri-urban Bangkok (Inundações localizadas e adaptação autônoma em Bangkok periurbana). *Environment and Urbanization*, 29(1), 51-68.
- Losada, I. J., P. Menéndez, A. Espejo, S. Torres, P. Díaz-Simal, S. Abad, M. W. Beck, S. Narayan, D. Trespalacios, K. Pfliegner, P. Mucke, L. Kirch. 2018. The global value of mangroves for risk reduction (O valor global dos manguezais para a redução de riscos). Relatório técnico. The Nature Conservancy.
- Muñoz Castillo, R., Crisman, T.L., 2019. The Role of Green Infrastructure in Water, Energy and Food Security in Latin America and the Caribbean: Experiences, Opportunities and Challenges [O papel da infraestrutura verde na segurança hídrica, energética e alimentar na América Latina e no Caribe: experiências, oportunidades e desafios]. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Mycoo, M. 2006. Sustainable Tourism Using Regulations, Market Mechanisms and Green Certification: A Case Study of Barbados (Turismo sustentável usando regulamentações, mecanismos de mercado e certificação verde: um estudo de caso de Barbados). *Journal of Sustainable Tourism* 14(5):489-511.
- Mycoo, M., Donovan, M.G., 2017. A Blue Urban Agenda: Adapting to Climate Change in the Coastal Cities of Caribbean and Pacific Small Island Developing States (Uma agenda urbana azul: adaptação às mudanças climáticas nas cidades costeiras dos pequenos Estados insulares em desenvolvimento do Caribe e do Pacífico). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Nawrotzki, R. J., DeWaard, J., Bakhtsiyarava, M., & Ha, J. T. (2017). Climate shocks and rural-urban migration in Mexico: exploring nonlinearities and thresholds (Choques climáticos e migração rural-urbana no México: explorando não linearidades e limiares). *Climatic change*, 140, 243-258.
- Narayan, S., Beck, M. W., Wilson, P., Thomas, C. J., Guerrero, A., Shepard, C. C., ... & Trespalacios, D. (2017). The value of coastal wetlands for flood damage reduction in the northeastern USA (O valor das áreas úmidas costeiras para a redução de danos causados por enchentes no nordeste dos EUA). *Relatórios científicos*, 7(1), 1-12.
- Nowak, D.J. e E.J. Greenfield. 2018. "Estatísticas, valores e projeções das florestas urbanas dos EUA". *Journal of Forestry* 116 (2): 164-77.
- Núñez, J. R, & Wang, H. H. (2020). Slum upgrading and climate change adaptation and mitigation: Lessons from Latin America (Melhoramento de favelas e adaptação e mitigação das mudanças climáticas: lições da América Latina). *Cities*, 104, 102791.
- Oliver, E., Ozment, S., Grünwaldt, A., Silva, M. e Watson, G., 2021. Soluções baseadas na natureza na América Latina e no Caribe: apoio do Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Puente-Sotomayor, F., Egas, A., & Teller, J. (2021). Land policies for landslide risk reduction in Andean cities (Políticas fundiárias para a redução do risco de deslizamentos de terra em cidades andinas). *Habitat International*, 107, 102298.
- Rakes, Kayla, Carlos Urriola-Cuevas, Andrés Pica-Téllez, Luis Gonzales, Gonzalo Pérez, Matias Sime, Sandra Briceño Pérez, Vladimir Figueroa, Jordan Harris, Hipolito Talbotwright e Adrien Vogt-Schilb, 2023. Planning climate action in cities and regions: Towards carbon neutral and resilient territories in the face of climate change (Planejamento da ação climática em cidades e regiões: Rumo a territórios neutros em carbono e resilientes diante das mudanças climáticas). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Rentschler, J et al 2022. Rapid Urban Growth in Flood Zones: Global Evidence since 1985 (Crescimento urbano rápido em zonas de inundação: evidências globais desde 1985). *Policy Research Working Papers*. Banco Mundial.
- Reszka, P. e Fuentes, A., 2015. O grande incêndio de Valparaíso e o gerenciamento da segurança contra incêndios no Chile. *Fire Technology*, 51, pp.753-758.
- Rosenzweig, C., W.D. Solecki, L. Parshall, B. Lynn, J. Cox, R. Goldberg,... e F. Dunstan. 2009. Mitigating New York City's Heat Island: Integrating Stakeholder Perspectives and Scientific Evaluation (Mitigando a Ilha de Calor da Cidade de Nova York: Integrando Perspectivas das Partes Interessadas e Avaliação Científica). *Boletim da Sociedade Americana de Meteorologia* 90(9):1297-312.

- Rodriguez, D.A., e C.E. Vergel-Tovar. 2018. Urban Development Around Bus Rapid Transit Stops in Seven Cities in Latin-America (Desenvolvimento urbano em torno de pontos de ônibus de trânsito rápido em sete cidades da América Latina). *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 11(2):175-201.
- Salamanca, F., M. Georgescu, A. Mahalov, M. Moustaooui e M. Wang, 2014: Anthropogenic heating of the urban environment due to air conditioning (Aquecimento antropogênico do ambiente urbano devido ao ar condicionado). *J. Geophys. Res. Atmos.*, 119(10), 5949-5965.
- Satterthwaite, D., Archer, D., Colenbrander, S., Dodman, D., Hardoy, J., Mitlin, D. e Patel, S., 2020. Building resilience to climate change in informal settlements (Construindo resiliência às mudanças climáticas em assentamentos informais). *One Earth*, 2(2), pp.143-156.
- Sarricolea, P., Serrano-Notivoli, R., Fuentealba, M., Hernández-Mora, M., De la Barrera, F., Smith, P., & Meseguer-Ruiz, Ó. (2020). Recent wildfires in Central Chile: Detecting links between burned areas and population exposure in the wildland urban interface. *Science of the Total Environment*, 706, 135894.
- Spalding M, McIvor A, Tonneijck FH, Tol S e van Eijk P (2014) Mangroves for coastal defence. Guidelines for coastal managers & policy makers. Publicado por Wetlands International e The Nature Conservancy.
- Schmidt, I.B. e Eloy, L., 2020. Regime de fogo no cerrado brasileiro: mudanças recentes, política e gestão. *Flora*, 268, p.151613.
- Shoen, D., Libertun de Duren, N.R., 2020. Parques urbanos: Nova York. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Pitman, A. J., Fiedler, T., Ranger, N., Jakob, C., Ridder, N. N., Perkins-Kirkpatrick, S. E., ... & Abramowitz, G. (2022). Riscos climáticos agudos no sistema financeiro: examinando a utilidade das projeções de modelos climáticos. *Pesquisa Ambiental: Clima*.
- Tellman, B., McDonald, R. I., Goldstein, J. H., Vogl, A. L., Flörke, M., Shemie, D., ... & Veiga, F. (2018). Oportunidades de infraestrutura natural para melhorar a segurança hídrica urbana na América Latina. *PLoS One*, 13(12), e0209470.
- Tocár, M. (2023, 20 de julho). A seca deixa milhões de pessoas no Uruguai sem água potável na torneira. *The Guardian*. Recuperado de <https://www.theguardian.com>
- ONU Habitat. 2015. Green Building Interventions for Social Housing (Intervenções de Construção Verde para Habitação Social). Nairóbi, Quênia: ONU Habitat.
- Nações Unidas, Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais, Divisão de População (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)*. Nações Unidas.
- CEA DOS EUA. (2023). Consultores econômicos centrais dos EUA. Economic Report of the President of the United States 2023 (Relatório Econômico do Presidente dos Estados Unidos 2023).
- Vega, J. A., & Hidalgo, C. A. (2016). Quantitative risk assessment of landslides triggered by earthquakes and rainfall based on direct costs of urban buildings (Avaliação quantitativa do risco de deslizamentos de terra desencadeados por terremotos e chuvas com base nos custos diretos de edifícios urbanos). *Geomorphology*, 273, 217-235.
- Vera, F., & Sordi, J. (2020). Green design: strategies for the vulnerable city: adapting the informal city in Latin America and the Caribbean to climate change. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Vera, F., Uribe, M.C., Del Castillo, S. (2023). Ação climática e o Acordo de Paris: o papel das cidades da América Latina e do Caribe. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Vega, A., Jiménez, R., Miralles-Wilhelm, F., Muñoz, R., 2015. Adaptação às mudanças climáticas e gestão integrada de recursos hídricos em Manágua, Nicarágua. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Watts, N., Amann, M., Arnel, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K. e Boykof, M. (2019), "The 2019 report of the lancet countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate", *The Lancet*, Vol. 394 No. 10211, pp. 1836-1878,
- OMS (2018). Diretrizes sobre moradia e saúde. Genebra, Suíça: OMS.
- Banco Mundial. 2010. Economics of Coastal Zone Adaptation to Climate Change (Economia da adaptação da zona costeira às mudanças climáticas).
- Banco Mundial (2022). Projeto de resiliência urbana na faixa costeira de Assunção. Banco Mundial. Recuperado em 3 de janeiro de 2023, de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/11/15/proyecto-de-resiliencia-urbana-en-la-franja-costera-de-asuncion>
- Banco Mundial 2022. Indicadores de desenvolvimento mundial. Banco Mundial

CAPÍTULO 7.

Verificando o bem-estar: Mudança climática e o setor de saúde



Autores

Hipólito Talbot-Wright

ASSESSOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
hipolitot@iadb.org

Mariana Alfonso

ESPECIALISTA SÊNIOR EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
marianaa@iadb.org

Ignacio Astorga

ESPECIALISTA SÊNIOR, SAÚDE
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
ignacioa@iadb.org

Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SÊNIOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
avogtschilb@iadb.org

Ilustrações de Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Alfonso, M., Astorga, I., Vogt-Schilb, A., 2023. Verificando o bem-estar: Mudança climática e o setor de saúde, em: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Com calor e água até ao pescoço: nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climática. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Verificando o bem-estar: Mudança climática e o setor de saúde

A mudança do clima afeta tanto a saúde humana quanto os sistemas de saúde. As alterações nos padrões de temperatura e precipitação induzem a uma série de doenças transmitidas por vetores e patógenos aquáticos. Eventos climáticos extremos, incluindo ondas de calor, estão se tornando mais intensos e frequentes, causando mortes, lesões, doenças e deterioração da saúde mental. A mudança climática afeta negativamente os sistemas alimentares, exacerbando a desnutrição e os riscos à segurança alimentar. Também ameaçam instalações como centros de saúde, clínicas e hospitais ou a infraestrutura que permite seu funcionamento, incluindo água, eletricidade e linhas de abastecimento.

A adaptação no setor da saúde inclui monitorar o surgimento de novas doenças, às vezes em questão de meses, e modificar ou desenvolver novos tratamentos, programas de prevenção e treinamento. Também envolve manter os sistemas de saúde operacionais durante eventos climáticos extremos, fortalecendo as infraestruturas de saúde e desenvolvendo planos de preparação para emergências. Ações em outros setores, como programas de saneamento de água e medidas de segurança e proteção ocupacional e no local de trabalho, também podem reduzir os impactos das mudanças climáticas sobre a saúde.

Os governos podem implementar diretamente muitas dessas medidas de adaptação. Pode ser difícil separar a política de adaptação à mudança climática da política de saúde tradicional, pois elas se reforçam mutuamente. As intervenções governamentais incluem a avaliação da vulnerabilidade do sistema de saúde à mudança climática, a elaboração de planos de adaptação à saúde e a integração desses planos aos planos nacionais de adaptação. Em especial, as autoridades devem desenvolver planos de contingência do sistema de saúde para eventos climáticos extremos e surtos de doenças causados pelo clima. Elas também devem aprimorar os sistemas de alerta precoce, com base em indicadores climáticos e de saúde, para melhorar a detecção de surtos de doenças; desenvolver novos tratamentos e planos de prevenção em coordenação com agências governamentais e o setor privado; e avançar em direção à meta de cobertura universal de saúde.

Mudança climática: uma ameaça à saúde humana e aos sistemas de saúde

Como diz o ditado, “Saúde é riqueza”. Uma boa saúde permite que as pessoas aproveitem a vida, enfrentem desafios e passem oportunidades para as novas gerações. Entretanto, as mudanças climáticas ameaçam a saúde humana e os sistemas de saúde. A mudança climática traz consigo novos problemas de saúde. Eventos climáticos extremos podem danificar as instalações de saúde e interromper seu funcionamento (OMS, 2021). Em última análise, os impactos das mudanças climáticas sobre a saúde podem levar de 25 a 44 milhões de pessoas em todo o mundo à pobreza extrema, incluindo até 4,7 milhões de pessoas na América Latina e no Caribe (Jafino et al, 2020).

Aumento da ocorrência de doenças

À medida que as temperaturas e os padrões de precipitação mudam, o mesmo acontece com a distribuição e a frequência de doenças transmitidas por vetores, alimentos e água que dependem da exposição aos elementos, como calor e frio. A mudança climática também aumenta o risco de transmissão viral entre espécies e, portanto, de pandemias zoonóticas, como a raiva e o hantavírus (Carlson et al., 2022).

O aumento das temperaturas e as variações nas chuvas favorecem os vetores de patógenos, como os mosquitos, cuja gama e padrões de reprodução estão se alterando, aumentando a probabilidade de doenças como dengue, malária e Zika atingirem proporções epidêmicas (Romanello et al., 2021). Em 2019, a estação de transmissão da malária foi 39% mais longa do que o normal nas terras altas tropicais em todo o mundo (Romanello et al., 2021). Na América do Sul, a adequação climática da dengue aumentou em 35% entre 1951 e 2021 (Hartinger et al., 2023).

Os riscos de doenças transmitidas pela água devido a patógenos aquáticos sensíveis a flutuações climáticas e substâncias tóxicas originadas de bactérias nocivas de água doce aumentaram (IPCC, 2022). As altas temperaturas e o aumento da precipitação criam condições favoráveis para a proliferação de agentes

patogênicos, como algas, plantas e bactérias, em fontes de águas superficiais e subterrâneas (WHO, 2017). O excesso de precipitação faz com que as estações de tratamento de esgoto entrem em colapso, permitindo que os contaminantes entrem na água potável (OMS, 2017). No outro extremo do espectro, a queda dos níveis de água aumenta a concentração de substâncias tóxicas e a contaminação biológica, pois a diminuição dos totais de precipitação reduz a capacidade das águas superficiais de diluir e remover poluentes (OMS, 2017). De qualquer forma, os eventos extremos esperados pelas mudanças climáticas, de enchentes a secas, têm efeitos adversos sobre a disponibilidade de água potável.¹

Além disso, um dos principais efeitos da mudança climática é o estresse por calor. Isso ocorre quando as temperaturas ou os níveis de umidade são muito altos, quando o corpo humano é exposto à luz solar direta ou a roupas inadequadas, e os mecanismos naturais do corpo para regular a temperatura interna começam a falhar. O estresse por calor pode ser fatal, especialmente entre adultos mais velhos e crianças pequenas. Na América do Sul, o número de mortes relacionadas ao calor aumentou 160% entre 2000 e 2021. O envelhecimento é um fator, mas ondas de calor excepcionais estão claramente ligadas a taxas de mortalidade mais altas (Hartinger, 2023). O estresse por calor também reduz a produtividade do trabalho, especialmente para os trabalhadores externos, que tendem a ser mais pobres. Isso custou à região US\$ 22 bilhões em 2021, com efeitos particularmente fortes na construção e na agricultura (Hartinger et al, 2023). Até 2030, a mudança climática poderia reivindicar o equivalente a 2,5 milhões de empregos na região devido ao impacto do estresse por calor na produtividade (Saget et al, 2020). O estresse por calor também pode deixar as pessoas doentes, um fenômeno que está ocorrendo na América Central, onde está causando uma epidemia de doença renal crônica (Wesseling et al, 2020).

¹ Consulte o Capítulo 3. Aproveitando a onda de adaptação nos setores de água e saneamento.

Um risco para a alimentação

As mudanças climáticas também afetam a produção de alimentos e, portanto, a segurança alimentar (IPCC, 2022, Romanello et al., 2021). As ondas de calor, o aumento das temperaturas, as secas, a variabilidade da precipitação e a acidificação dos oceanos afetam negativamente os rendimentos da produtividade, diminuem a produção de alimentos e levam a perdas significativas nas colheitas. A estação de crescimento de alimentos básicos, como trigo, milho e soja, na região diminuiu de 2,5% para 1,3% entre 1981 e 2022 (Hartinger et al., 2023). A redução proporcional da produtividade agrava a insegurança alimentar, que já afeta mais de 200 milhões de pessoas na região. Entre 2030 e 2050, uma média de 95.000 crianças em todo o mundo poderia morrer a cada ano devido à subnutrição induzida pelas mudanças climáticas (OMS, 2014).²

Quando a natureza é desastrosa para a saúde

Os eventos climáticos extremos também afetam diretamente a saúde. Por exemplo, os desastres, como enchentes e furacões, podem causar ferimentos graves e morte. Doenças transmitidas por alimentos e pela água podem ocorrer ou aumentar de frequência como resultado de eventos climáticos extremos. A exposição à poeira, aos aeroalérgenos, ao material particulado e à fumaça de incêndios florestais agrava as doenças cardiovasculares e respiratórias. A poluição do ar já está causando 138.000 mortes por ano na América Latina e no Caribe (CODS, 2019). Na América do Sul, a exposição a altos níveis de risco de incêndios florestais aumentou em uma média

de sete dias por pessoa por ano em 2018-2021 em comparação com os níveis históricos, afetando particularmente a Argentina e o Chile, com 14 a 20 dias a mais por pessoa (Hartinger et al, 2023).

Por fim, as mudanças climáticas pioram a saúde mental. Eventos climáticos extremos, deslocamento, insegurança alimentar, escassez de água, perda de meios de subsistência, perda de biodiversidade e agitação social podem causar uma série de problemas mentais, inclusive ansiedade, depressão, tristeza, transtorno de estresse pós-traumático, tendências suicidas, agressão e violência doméstica, muitas vezes contra mulheres (IPCC, 2022).

Prejuízos ao sistema de saúde

A mudança climática também aumenta a morbidade e a mortalidade ao ameaçar a integridade estrutural das instalações de saúde, clínicas e hospitais ou a infraestrutura que facilita sua operação, inclusive as redes de transporte e distribuição de energia e água (Banco Mundial, 2017).³ Eventos climáticos extremos podem aumentar rapidamente a demanda por serviços de saúde e interromper as cadeias de suprimentos (OMS, 2020). Além disso, a mudança climática afeta a qualidade dos serviços de saúde ao alterar a demanda local. Por exemplo, um aumento nas doenças transmitidas por vetores ou zoonóticas altera o número e o perfil dos profissionais de saúde necessários para prestar serviços. Por fim, novos riscos à saúde podem surgir se os efeitos da mudança climática causarem perturbação social, deslocamento da população, deterioração econômica e migração (IPCC, 2022).

² Consulte o Capítulo 2. Replantando a biodiversidade e repensando a nutrição.

³ Os capítulos 1, 3, 4, 5 e 6 sobre a adaptação dos serviços de infraestrutura e planejamento urbano às mudanças climáticas fornecem mais detalhes.

Adaptações para fortalecer o sistema de saúde

Planejamento preventivo: diagnóstico, da prevenção e do tratamento

O primeiro passo para curar uma doença é diagnosticá-la. Para um sistema de saúde resiliente ao clima, isso significa estabelecer e fortalecer sistemas de vigilância para doenças causadas pelo clima e integrar o monitoramento do clima aos sistemas de alerta precoce para riscos à saúde (Banco Mundial, 2017). A melhor estratégia é considerar todos os riscos à saúde de forma integrada, monitorando simultaneamente as doenças animais, as doenças humanas e os determinantes ambientais à medida que eles interagem (Banco Mundial, 2021).

Quando a mudança climática traz novas doenças, o sistema de saúde precisa responder treinando profissionais para diagnosticar essas doenças, desenvolver tratamentos e elaborar medidas de prevenção. Por exemplo, a exposição ao estresse térmico tornou-se recentemente uma causa frequente de doença renal. Os tratamentos para doenças renais não dependem do fato de o estresse térmico ser a causa. Mas os programas de prevenção devem ser ajustados para reduzir sua prevalência (quadro 7.1).

Ao definir as medidas de adaptação, o setor de saúde deve reconhecer que alguns efeitos da mudança climática são incertos e podem mudar rapidamente. Por exemplo, embora o risco de dengue tenha sido contido na Argentina até recentemente, em 2023 o país passou por um episódio grave de dengue que afetou quase 100.000 pessoas (Ministério da Saúde

da Argentina, 2023). As estratégias de resposta e os planos de contingência devem, portanto, considerar uma variedade de cenários climáticos.⁴

Garantir a capacidade estrutural

Também é importante investir na preparação para eventos climáticos extremos de todos os aspectos do provimento de serviços de saúde. A preparação para emergências, o planejamento e a reabilitação devem ser aprimorados, levando em conta todos os riscos relevantes. Os objetivos incluem o estabelecimento de mecanismos de coordenação e sistemas de informação, bem como planos de mitigação de riscos de desastres para garantir a continuidade dos serviços durante eventos climáticos extremos (Banco Mundial, 2021, Astorga et al, 2023). O pessoal médico pode ser treinado para responder a condições de emergência, como para cuidar das vítimas de desastres relacionados ao clima (OPAS 2020a) e ser capazes de identificar e prescrever cuidados contínuos para todos os problemas relacionados ao clima, inclusive aqueles com consequências para a saúde mental (OMS 2022).

O setor de saúde também deve garantir que as estruturas físicas e os suprimentos médicos possam resistir a eventos climáticos extremos (Banco Mundial, 2017; 2021). Uma opção de adaptação é projetar e construir instalações médicas que sejam resistentes ao impacto de eventos como inundações, deslizamentos de terra ou superaquecimento devido

QUADRO 1

A Costa Rica combate o estresse térmico com uma regulamentação trabalhista

A Regulamentação da Costa Rica para a Prevenção e Proteção de Trabalhadores Expostos ao Estresse por Calor, estabelecida em 2015, visa a proteger as pessoas que trabalham ao ar livre. A regulamentação surgiu depois que vários estudos mostraram que a exposição ao estresse por calor é uma causa de doença renal crônica entre os trabalhadores agrícolas na América Central (Wesseling et al, 2020). Com base na campanha “Água, Descanso, Sombra” da Administração de Segurança e Saúde Ocupacional dos EUA, a

regulamentação da Costa Rica argumenta que os empregadores devem fornecer aos trabalhadores medidas de proteção. Essas medidas incluem treinamento, equipamentos de proteção individual (como chapéus e guarda-chuvas), tempo para se aclimatar ao calor, bebidas reidratantes e áreas de descanso com sombra. Além disso, os trabalhadores devem ser inscritos em um programa de vigilância da saúde com foco na saúde e na função renal.

⁴ Consulte também o Capítulo 1. Tomada de decisões para um futuro imprevisível.

a ondas de calor.⁵ O projeto e a construção da infraestrutura também devem considerar a possível interrupção dos serviços básicos, como interrupções temporárias do fornecimento de água ou eletricidade durante eventos climáticos extremos. Por fim, a infraestrutura deve estar preparada para surtos repentinos no número de pacientes, enquanto os estoques e as cadeias de suprimentos de produtos médicos essenciais devem ser gerenciados tendo em mente a redundância e a resiliência.

A adoção da tecnologia digital também pode ser uma forma de aumentar a resiliência (Astorga et al, 2023). Por exemplo, a telemedicina e a transmissão digital de receitas e resultados de exames podem ser usadas, mesmo quando o sistema de transporte é interrompido por condições climáticas extremas. Registros digitalizados e pedidos digitais podem tornar o processo de aquisição mais eficiente e fácil de acompanhar. Como sempre, a tecnologia digital deve ser adotada de forma a minimizar a exposição a ameaças digitais, como ransomware, ao mesmo tempo em que garante os direitos de privacidade e assegura que os processos incluam pessoas que não têm acesso à tecnologia (Cathles et al., 2022).

Compartilhamento de conhecimento e melhoria da comunicação

O acesso aos dados é fundamental para adaptar os programas e as intervenções de saúde (Banco Mundial, 2017; OMS, 2015). Por exemplo, a mudança climática afetará a distribuição geográfica dos riscos de saúde existentes, como a malária e a dengue. Já existem estratégias bem estabelecidas para lidar com muitos desses riscos. Mosquiteiros e inseticidas, por exemplo, são métodos comprovados para controlar doenças transmitidas por mosquitos (Banco Mundial,

2017; 2021). A adaptação, baseada no acesso a informações corretas, inclui a implementação de soluções existentes em novas áreas geográficas.

É importante ressaltar que as ações em outros setores têm um impacto sobre o setor de saúde. Soluções intersetoriais, como programas de saneamento, política de segurança energética, sistemas alimentares sustentáveis, transporte ativo que enfatiza a caminhada e o uso de bicicleta em vez de veículos, e educação contribuem para um setor de saúde mais resiliente (IPCC, 2022). Um exemplo é o aumento do acesso à água potável, que reduz a incidência e o risco de doenças transmitidas pela água.⁶ Outros exemplos incluem o aumento do acesso a espaços verdes urbanos e o projeto de edifícios com ar-condicionado e resfriamento passivo (Romanello et al., 2021).

A comunicação oportuna entre os tomadores de decisão, a mídia e o público em geral pode ajudar a coordenar medidas preventivas contra riscos à saúde, como surtos de doenças ou eventos climáticos extremos (OMS, 2015). A previsão do impacto das ondas de calor com base em dados meteorológicos permite o estabelecimento de um sistema de alerta abrangente. Isso pode alertar a população sobre o risco de exposição e ajudar a preparar o sistema de saúde (OPAS, 2021). O desenvolvimento de previsões de exposição a doenças e tempestades e limiares de risco (por exemplo, para exposição ao calor e ao sol) pode melhorar a comunicação com as partes interessadas sobre os riscos à saúde (OMS, 2015). A digitalização é fundamental para alertas antecipados eficazes. Por exemplo, o envio de alertas por mensagens de texto para as pessoas nas áreas afetadas dá a elas tempo para se abrigarem e é uma das maneiras mais eficazes de salvar vidas quando ocorre um desastre natural.

⁵ Consulte também o [Capítulo 6. Cidades Resilientes](#).

⁶ [Capítulo 3. Aproveitando a onda de adaptação nos setores de água e saneamento](#).

Intervenções governamentais: imprescindíveis para a adaptação

Os governos podem implementar diretamente muitas das medidas de adaptação mencionadas na seção anterior, pois muitas vezes gerenciam diretamente grande parte do sistema de saúde. Grande parte da política de adaptação no setor de saúde reflete a política de saúde tradicional (Banco Mundial, 2021; Astoria et al, 2021). De fato, um sistema funcional deve ser capaz de detectar e responder a novos riscos à saúde, sejam eles gerados pelas mudanças climáticas ou não. O papel da política de adaptação é antecipar e facilitar esse processo.

QUADRO 2

Questões de gênero

Ao identificar as adaptações necessárias para o setor de saúde, é importante considerar como os impactos da mudança climática variam de acordo com o gênero. As atitudes sociais ou ocupações definidas por gênero e papéis sociais geralmente influenciam a forma como a mudança climática afeta a saúde (OMS, 2012). Não é de surpreender que as ondas de calor e o aumento das temperaturas afetem negativamente a saúde dos trabalhadores da construção civil, em sua maioria homens. Por outro lado, as mulheres nas áreas rurais têm mais insegurança alimentar; os papéis tradicionais de gênero que as colocam em desvantagem em relação aos homens em termos de educação, renda e status social também atuam contra elas no acesso aos alimentos (Romanello et al., 2021). Os governos podem levar em conta as desigualdades e diferenças na adaptação às mudanças climáticas no setor, integrando uma perspectiva de gênero à política e ao planejamento setoriais (OMS, 2012). Um primeiro passo nessa direção é identificar as diferenças e desigualdades de gênero aumentando a disponibilidade de informações de saúde desagregadas por gênero (Romanello et al., 2021).

No entanto, o setor privado também desempenha um papel importante. As clínicas privadas prestam serviços de saúde, e a maior parte da prevenção deve ser feita no local de trabalho e na vida privada. Portanto, a política governamental também deve ter como objetivo facilitar a adaptação no setor privado.

Uma postura preventiva

As chamadas *avaliações de vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas e à saúde* são um insumo fundamental para a elaboração de planos de adaptação (OMS, 2021). Por meio dessas avaliações, os governos devem investigar de forma abrangente como a mudança climática afetará o setor de saúde nos níveis nacional e subnacional, identificando populações vulneráveis (incluindo qualquer viés de gênero, como ilustrado no Quadro 2) e pontos fracos sistêmicos (Banco Mundial, 2021; Astorga et al, 2023). Na América Latina e no Caribe, 26 países informaram ter desenvolvido uma avaliação abrangente desse tipo em outubro de 2021 (OMS, 2021d).⁷

Uma das principais funções dos governos é coordenar a elaboração de planos de adaptação para o sistema de saúde. Os governos geralmente usam os chamados *planos nacionais de adaptação da saúde* para identificar os setores prioritários para adaptação. Esses planos definem o curso das políticas futuras (OMS e IISD, 2021; Banco Mundial, 2021). Idealmente, os planos devem se basear em avaliações abrangentes de vulnerabilidade. Até o momento, apenas dois países da região, Brasil e Cuba, têm um plano nacional de saúde e mudança climática, e eles lutam para implementá-los devido a restrições financeiras e de recursos humanos. Nove outros países estão em fase de preparação de planos (OMS, 2021d).⁸

Os governos também devem promover e estabelecer mecanismos para monitorar os perigos e riscos à saúde relacionados ao clima, os resultados de saúde e a eficácia do sistema de saúde e das respostas das políticas públicas. Uma maneira prática de

⁷ Entre eles estão Argentina, Bahamas, Barbados, Belize, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, El Salvador, Granada, Guatemala, Guiana, Haiti, Ilhas Virgens Britânicas, Jamaica, Nicarágua, Paraguai, Peru, São Cristóvão e Névis, Santa Lúcia, Suriname, Trinidad e Tobago e Uruguai.

⁸ Observe que México, Honduras, Panamá, Equador e Chile não participaram da avaliação.

desenvolver sistemas de alerta precoce para riscos à saúde relacionados ao clima é coordenar e compartilhar informações entre agências governamentais, não governamentais e internacionais responsáveis pelo monitoramento e pela implementação de ações, como serviços meteorológicos e agências nacionais de emergência (OMS, 2015). A Argentina e a Costa Rica são os dois únicos países que implementaram sistemas de monitoramento e alerta precoce que usam informações climáticas e abrangem problemas de saúde relacionados à mudança climática, inclusive lesões e mortes causadas por eventos climáticos extremos e altas temperaturas (OMS, 2021d).

Uma abordagem de equipe para a governança

Os ministérios da saúde precisam melhorar a colaboração com outros setores cujas políticas afetam a saúde humana (por exemplo, ministérios que supervisionam a água e o saneamento, a educação, o trabalho e as questões ambientais) em nível nacional e subnacional. As medidas para melhorar a coordenação incluem a definição de responsabilidades claras e mecanismos de prestação de contas, a incorporação da mudança climática nas principais políticas e programas de saúde e o estabelecimento de pontos focais de mudança climática. Infelizmente, mais da metade dos países da região não estabeleceu um mecanismo de trabalho, como uma equipe ou comitê, que envolva e unifique todas as partes relevantes dentro e fora do setor de saúde para responder à mudança climática (Astorga et al, 2023).

Por fim, as autoridades do setor de saúde devem estar envolvidas na elaboração ou atualização da política climática (OMS, 2015). Globalmente, em 94% dos Planos Nacionais de Adaptação, o ministério da saúde ou órgão público equivalente foi identificado como ator-chave na elaboração de iniciativas de saúde. Mas a questão tende a ser abordada de forma imperfeita. Por exemplo, apenas 61% das NDCs declaram claramente as prioridades de adaptação e menos de 10% mencionam a saúde mental e o apoio psicossocial (OMS, 2021).

Política regulatória

Os formuladores de políticas públicas precisam elaborar regulamentações para levar em conta os determinantes ambientais da saúde ou, ainda, promover regulamentações em outros setores. As medidas específicas incluem a alteração das normas de zoneamento para evitar a construção de hospitais que possam estar expostos a eventos climáticos extremos e a definição de padrões para a infraestrutura de saúde para que ela possa resistir a surtos de doenças e eventos climáticos extremos (Astorga, 2021; OMS, 2015).

Os governos também podem implementar medidas de segurança e saúde ocupacional favoráveis ao clima para reduzir a exposição dos trabalhadores aos riscos à saúde relacionados ao clima (Saget et al., 2020). Os empregadores, por sua vez, devem informar seus trabalhadores sobre suas condições de trabalho e ajustar os ambientes de trabalho de acordo. As medidas de segurança podem ser tão simples quanto concordar com o horário de trabalho fora das horas mais quentes do dia, garantir o acesso à água, fornecer instalações com ar-condicionado ou até mesmo simplesmente fornecer chapéus. A prática recomendada é incentivar os trabalhadores a acordarem esses padrões com as empresas e o governo. Como mencionado anteriormente (Quadro 1), há o exemplo da Costa Rica, que implementou normativas para a Prevenção e Proteção de Trabalhadores Expostos ao Estresse por Calor, adotados pelo Conselho de Saúde Ocupacional em 2015. Essas normas obrigam os empregadores a fornecer sombra, água, pausas e roupas de proteção aos trabalhadores agrícolas que trabalham ao ar livre.

Política fiscal e seguro saúde

Os formuladores de políticas também podem repensar a política fiscal. As medidas que podem ajudar a realizar as adaptações necessárias incluem a realocação de recursos dentro do orçamento; a inclusão de itens específicos nos orçamentos de saúde para emergências climáticas e doenças relacionadas ao clima (inclusive preenchendo a grande lacuna de financiamento para a saúde mental e o apoio psicossocial); a garantia de financiamento para mitigar os riscos à saúde; e a consideração dos determinantes ambientais da saúde ao priorizar o financiamento para investimentos (OMS, 2015).

Também é essencial promover a cobertura universal de saúde, para a qual a melhoria do financiamento da saúde é uma etapa fundamental. Os governos da América Latina e do Caribe gastam, em média, menos de 5% do PIB em saúde (OMS 2023), embora a Organização Pan-Americana da Saúde (2020b) estime que 6% seriam necessários para avançar rumo à cobertura universal de saúde. Os únicos países da região que atingem esse nível são Argentina (6,6%), Colômbia (6,5%), Cuba (11%) e Uruguai (6,6%).

Um seguro-saúde ou o acesso à saúde universal é essencial para reduzir as barreiras financeiras à assistência médica e proteger as pessoas contra gastos além de seus planos de saúde. Ele também pode servir para incentivar o atendimento preventivo e primário. Vinte e seis por cento de todos os gastos com saúde na região são pagos do próprio bolso pelos segurados, bem acima da média da OCDE (12%), variando de mais de 50% na Guatemala e na Venezuela a menos de 20% na Colômbia, Cuba, Jamaica e Uruguai (OMS, 2023). Por fim, os sistemas de saúde da região tendem a depender de uma combinação fragmentada de agentes públicos e privados. Isso tende a dividir a população por condições sociais, limitando o acesso dos mais vulneráveis, além de custar mais do que as opções administradas pelo governo e de pagador único (OCDE e BM, 2020). As reformas na saúde podem reduzir as desigualdades no acesso, proporcionar melhores resultados de saúde em geral e tornar a região mais resistente aos efeitos das mudanças climáticas.

Referências

- Astorga, Ignacio; Sorio, Rita; Bauhoff, Sebastian, 2023. Saúde e mudança climática: como proteger a saúde das pessoas em face da crise climática. Nota de política do BID.
- Carlson, C.J., Albery, G.F., Merow, C. et al., 2022. A mudança climática aumenta o risco de transmissão viral entre espécies. *Nature*.
- Cathles, Alison, Claudia Suaznabar e Fernando Vargas, 2022. Radiografía de la transformación digital en las firmas de América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- CODS, 2019. Qualidade do ar: um problema urgente para a América Latina e o Caribe. Centro de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para a América Latina.
- IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability (Mudanças Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade). Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press.
- Jafino, B.A., Walsh, B.J., Rozenberg, J., Hallegatte, S., 2020. Revised Estimates of the Impact of Climate Change on Extreme Poverty by 2030, Policy Research Working Paper 9417. Banco Mundial.
- Hartinger, S.M., Yglesias-González, M., Blanco-Villafuerte, L., Palmeiro-Silva, Y.K., Lescano, A.G., Stewart-Ibarra, A., Rojas-Rueda, D., Melo, O., Takahashi, B., Buss, D. e Callaghan, M., 2023. O relatório da América do Sul de 2022 do The Lancet Countdown sobre saúde e mudança climática: confie na ciência. Agora que sabemos, precisamos agir. *The Lancet Regional Health-Americas*, 20.
- Ministério da Saúde da Argentina, 2023. Boletim Epidemiológico Nacional 652.
- OECD e WB (2020), Health at a Glance: Latin America and the Caribbean 2020. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico e Banco Mundial.
- OPAS, 2020a Mudança climática para profissionais de saúde: um livro de bolso. Organização Pan-Americana da Saúde.
- OPAS, 2020b Espaço Fiscal para a Saúde na América Latina e no Caribe. Organização Pan-Americana da Saúde.
- OPAS, 2021. Ondas de calor: um guia para ações baseadas na saúde. Organização Pan-Americana da Saúde.
- OPAS 2022. Saúde mental e mudança climática: resumo da política. Organização Pan-Americana da Saúde.
- Rataj, E., Kunzweiler, K. & Garthus-Niege, S. (2016). Extreme weather events in developing countries and related injuries and mental health disorders - a systematic review (Eventos climáticos extremos em países em desenvolvimento e lesões e transtornos de saúde mental relacionados - uma revisão sistemática). *BMC Public Health* 16, 1020.
- Romanello, M., McGushin, A., Di Napoli, C., Drummond, P. et al. (2021). The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future (O relatório de 2021 da contagem regressiva da Lancet sobre saúde e mudança climática: código vermelho para um futuro saudável).
- Saget, C., Vogt-Schilb, A., Luu, T., 2020. Jobs in a net-zero emissions future in Latin America and the Caribbean (Empregos em um futuro de emissões líquidas zero na América Latina e no Caribe). Banco Interamericano de Desenvolvimento e Organização Internacional do Trabalho.
- Nações Unidas 2015, The Paris Agreement (O Acordo de Paris).
- Banco Mundial (2017). Climate-smart healthcare: estratégias de baixo carbono e resiliência para o setor de saúde. Banco Mundial.
- Banco Mundial (2021). COVID-19 and Climate-Smart Healthcare. Health Sector Opportunities for a Synergistic Response to the COVID-19 and Climate Crises (Oportunidades do setor de saúde para uma resposta sinérgica à COVID-19 e às crises climáticas).
- Organização Mundial da Saúde (2012). Mainstreaming gender in health adaptation to climate change programmes: user's guide (Integração do gênero na adaptação da saúde aos programas de mudança climática: guia do usuário).
- Organização Mundial da Saúde (2014). Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s.
- Organização Mundial da Saúde (2015). Estrutura operacional para a construção de sistemas de saúde resilientes ao clima. Organização Mundial da Saúde.
- Organização Mundial da Saúde (2017). Planos de segurança da água resilientes ao clima: gerenciamento dos riscos à saúde associados à variabilidade e às mudanças climáticas.
- Organização Mundial da Saúde (2020). Orientação da OMS para instalações de saúde resilientes ao clima e ambientalmente sustentáveis.
- Organização Mundial da Saúde (2021). Climate change and health: vulnerability and adaptation assessment.
- OMS e IISD (2021). Revisão: Saúde nos Planos Nacionais de Adaptação (PNAs). Organização Mundial da Saúde e Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável.
- Organização Mundial da Saúde (2021d). Relatório da pesquisa global sobre saúde e mudança climática da OMS
- Organização Mundial da Saúde, 2022. Saúde mental e mudança climática: resumo da política
- Organização Mundial da Saúde, 2023. Banco de dados de despesas com saúde global.

CAPÍTULO 8.

Verificação do bem-estar: o risco econômico e ambiental para os pobres



Autores

Hipólito Talbot-Wright

ASSESSOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
hipolitot@iadb.org

Alexandre Bagolle

ESPECIALISTA EM PROTEÇÃO SOCIAL
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
abagolle@iadb.org

Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SÊNIOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
avogtschilb@iadb.org

Ilustrações de Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Bagolle, A., Vogt-Schilb, A., 2023. Verificação do bem-estar: o risco econômico e ambiental para os pobres, em: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Com calor e água até ao pescoço: nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climática. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Verificação do bem-estar: o risco econômico e ambiental para os pobres

As mudanças climáticas afetam desproporcionalmente as famílias de baixa renda, que são as mais expostas, as mais vulneráveis, as menos resistentes e têm acesso limitado às opções de adaptação. A localização dessas famílias e sua dependência de ativos de risco como sua principal fonte de poupança, como moradia e gado, explicam em grande parte sua maior vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas. Além disso, como vivem perto dos níveis de subsistência, muitas vezes têm de reduzir as necessidades básicas quando ocorrem desastres. Após um desastre, as famílias de baixa renda são as menos capazes de se recuperar e estão sujeitas a possíveis consequências de longo prazo, como cair na pobreza. Isso pode ocorrer porque elas sofrem perdas catastróficas, perdem a educação, têm o crescimento atrofiado devido à desnutrição ou não conseguem ter acesso a cuidados médicos e ficam incapacitadas. As famílias mais pobres geralmente têm acesso limitado à proteção social, a programas de enfrentamento e a instrumentos financeiros, como seguros e empréstimos, para ajudá-las a se recuperar. Os programas de adaptação devem ser elaborados em todos os setores para incluir as famílias de baixa renda. Por exemplo, as regulamentações de zoneamento devem levar em conta o impacto sobre as moradias de baixa renda e os sistemas de alerta precoce devem ser projetados para atingir a todos. A proteção social, a diversificação da renda e a inclusão financeira são formas essenciais de reduzir a vulnerabilidade. É particularmente importante adaptar os programas de proteção social existentes para garantir que eles possam ser rapidamente ampliados para atingir as pessoas afetadas por eventos climáticos extremos. Por fim, os serviços de saúde e educação devem se tornar resilientes, melhorando a infraestrutura e usando a tecnologia digital para permitir que funcionem durante eventos climáticos extremos.

Os desastres nunca chegam sozinhos para os mais pobres

As mudanças climáticas afetam de forma desproporcional as famílias de baixa renda. Em países vulneráveis, como Nicarágua, República Dominicana, Paraguai, El Salvador, Guatemala, Bolívia e Honduras, entre 57% e 90% dos pobres vivem em municípios que sofreram pelo menos cinco desastres climáticos na última década (Bagolle et al., 2023). A maior exposição a desastres se traduz em mais danos, que recaem principalmente sobre os pobres. Por exemplo, 20% dos residentes pobres em San Salvador, El Salvador, e 17% em Tegucigalpa, Honduras, relatam danos causados por deslizamentos de terra (Fay, 2005).

Nas cidades, a relação entre o status socioeconômico e a exposição às mudanças climáticas é particularmente notável devido à escassez de terras.¹ Os moradores urbanos mais pobres são frequentemente pressionados pelos altos preços da terra a se estabelecerem em bairros de baixa renda, mas de alto risco (Hallegatte et al., 2017). As famílias de baixa renda podem escolher deliberadamente viver em áreas urbanas de alto risco porque elas oferecem oportunidades. Por exemplo, as famílias em áreas propensas a inundações de Mumbai aceitam o risco de inundações porque essas áreas também oferecem acesso a empregos, escolas, instalações de saúde e redes sociais (Patankar, 2015).

Nas áreas rurais, as comunidades pobres também são ameaçadas pelas mudanças climáticas. A seca, a degradação da terra e a perda de ecossistemas representam uma ameaça crescente, especialmente porque os meios de subsistência das famílias pobres dependem desproporcionalmente dos serviços e recursos fornecidos pelo meio ambiente (PNUMA, 2009).² Em países como Honduras, Bolívia, Guatemala e Haiti, a agricultura está intimamente ligada à qualidade do solo, das florestas e das fontes de água, e 30 a 50% dos meios de subsistência da população dependem disso (Bagolle et al., 2023).

Os esforços de adaptação também tendem a ser desiguais, deixando as famílias de baixa renda expostas e desprotegidas. A tomada de decisões sobre investimentos em adaptação, como barragens e drenos,

geralmente prioriza a proteção de ativos, uma estratégia que desfavorece as famílias de baixa renda (Hallegatte et al., 2017). A informalidade aumenta ainda mais sua exposição. Os empreendimentos formais podem estar em conformidade com os regulamentos de uso da terra, mas a falta de aplicação dos regulamentos, combinada com o preço da terra, pode levar os colonos informais a se estabelecerem em encostas, margens de rios ou perto de bueiros e esgotos, todas áreas expostas a riscos naturais (Lall e Deichmann, 2012).

Vulnerabilidade dos ativos

As famílias pobres são mais vulneráveis aos efeitos da mudança climática, pois geralmente vivem em estruturas que não foram projetadas para resistir a riscos naturais. Os assentamentos informais são particularmente vulneráveis: uma inundação típica pode destruir uma casa informal típica, enquanto as casas modernas ou edifícios multifamiliares são muito mais resistentes (Hallegatte et al., 2017). Uma proporção maior dos ativos das famílias pobres está exposta às mudanças climáticas e, em geral, elas são menos resistentes a seus efeitos. As famílias pobres geralmente detêm uma porcentagem maior de seus ativos em formas materiais, como moradia, materiais de construção ou gado, enquanto as famílias não pobres têm maior acesso financeiro e podem economizar em instituições financeiras (Hallegatte et al., 2017; Moser e Felton, 2007; Nkedianye et al., 2011). Essa assimetria no tipo de ativo se traduz em danos mais significativos para os pobres. Por exemplo, o quintil mais baixo de Honduras perdeu 18% de seus ativos com o furacão Mitch, em comparação com 3% do quintil mais alto (Morris et al., 2002).

A vulnerabilidade é exacerbada porque as famílias pobres investem menos na redução de riscos e têm pouco acesso a mecanismos de alerta precoce. Sem recursos para investimentos de longo prazo, as pessoas mais pobres tendem a confiar em horizontes de planejamento de curto prazo (Lawrance, 1991). Além disso, muitas famílias de baixa renda residem em assentamentos informais onde a propriedade da terra

¹ Consulte o [Capítulo 6. Cidades Resilientes](#).

² Consulte o [Capítulo 2. Replantando a biodiversidade e repensando a nutrição](#).

não é clara e correm o risco de serem despejadas. Suas condições de vida inseguras desestimulam ainda mais o investimento na redução de riscos, como a reforma para fortalecer as moradias contra desastres (Rentschler, 2013). Em Buenos Aires, o medo de despejo e a baixa renda familiar são os principais motivos para o subinvestimento em infraestrutura habitacional em assentamentos informais sem segurança de posse (van Gelder, 2010).

Vivendo no limite da pobreza

A pobreza e a vulnerabilidade exacerbam os efeitos negativos das mudanças climáticas. A perda de um dólar no consumo tem um impacto mais significativo no bem-estar das famílias pobres do que nas famílias não pobres, pois elas vivem mais perto do nível de subsistência e têm menos recursos para lidar com eventos climáticos extremos (Hallegatte et al., 2017). A incapacidade dos pobres de reduzir as despesas - enquanto os ricos podem cortar itens de luxo - compromete sua capacidade de atender às necessidades básicas, como alimentos, quando confrontados com eventos climáticos extremos (Hallegatte et al., 2016; 2017).

De fato, os efeitos das mudanças climáticas sobre a produção de alimentos representam uma ameaça para as famílias pobres, que gastam uma parcela maior de sua renda com alimentos (Hallegatte et al., 2016).³ O aumento dos preços dos alimentos pode reduzir o consumo de alimentos. Em países de baixa renda, um aumento de 10% nos preços dos alimentos pode reduzir a ingestão diária em 72 quilocalorias (Green et al., 2013). No entanto, o acesso aos mercados pode ajudar a mitigar o impacto dos choques nos preços dos alimentos causados pelas mudanças climáticas, diversificando o mix de suprimentos alimentares. Estudos demonstraram que as áreas das Filipinas com baixa pluviosidade sofreram um declínio de 4% no consumo de alimentos; entretanto, esse efeito desaparece em áreas próximas a rodovias (Safir et al., 2013; Hallegatte et al., 2016).

Os eventos climáticos extremos também podem empurrar pessoas não pobres, mas vulneráveis, para a pobreza. As pessoas que estão à margem da linha de pobreza correm o risco constante de ficar abaixo da linha de pobreza. Na América Latina e no Caribe, pesquisas domiciliares coletadas pelo BID revelam que 37% da população ganha entre US\$ 5 e US\$ 12,4 por dia e, portanto, correm o risco de cair na pobreza

em decorrência de eventos climáticos extremos. Na Índia, 44% dos 12% dos domicílios em 36 comunidades em Andhra Pradesh, que caíram na pobreza ao longo de 25 anos, relataram “seca, falta de irrigação ou doenças nas colheitas” como a causa de sua perda de renda (Krishna, 2006).

As famílias pobres e as que estão em risco de pobreza também dependem mais da infraestrutura e dos serviços públicos e são menos capazes de lidar com as falhas do sistema por conta própria (Hallegatte et al., 2017). Os desastres naturais podem levar a interrupções de serviços na infraestrutura pública, o que afeta a todos até certo ponto. Entretanto, as pessoas mais pobres tendem a ter menos condições de se proteger contra essas interrupções. Elas geralmente dependem de uma infraestrutura menos desenvolvida ou mal conservada, como estradas não pavimentadas que são impraticáveis em tempo chuvoso ou sistemas de drenagem insuficientes que podem ficar entupidos com resíduos sólidos (Hallegatte et al., 2017).

Emprego e salários

As mudanças climáticas terão sérias repercussões nos mercados de trabalho e, sem dúvida, consequências sociais negativas. Nos países em desenvolvimento, as micro, pequenas e médias empresas (MPMEs) individuais - geralmente no setor informal - são a principal fonte de criação de empregos e desempenham um papel importante na redução da pobreza. Entretanto, elas também são as mais vulneráveis devido à sua capacidade limitada de prever ou se adaptar aos efeitos das mudanças climáticas (Hallegatte et al., 2016). Os setores de agricultura, pecuária, pesca, silvicultura e turismo serão gravemente afetados pelas mudanças climáticas e sofrerão com as consequências resultantes em termos de emprego. A mudança climática também afeta negativamente a produtividade: o aumento das temperaturas e as ondas de calor diminuem a produtividade do trabalho, pois o calor extremo dificulta o trabalho e os trabalhadores precisam diminuir o ritmo. Na América Latina e no Caribe, essa perda de produtividade poderia custar o equivalente a 2,5 milhões de empregos em tempo integral, afetando principalmente os trabalhadores informais da construção civil e da agricultura (Saget et al., 2020).⁴ Os desastres naturais, como furacões e inundações, também levam a perdas de produtividade do trabalho e ao aumento da informalidade (OIT, 2018; Pecha, 2017).

³ Consulte o [Capítulo 2. Replantando a biodiversidade e repensando a nutrição](#).

⁴ [Capítulo 7. Verificando o bem-estar: Mudança climática e o setor de saúde](#).

Baixa renda = Baixa resiliência

As famílias com renda mais baixa são menos resistentes. Elas são as menos preparadas para se adaptar às mudanças climáticas e, quando afetadas por elas, têm menos condições de se recuperar. As possíveis consequências de longo prazo incluem o risco de cair em armadilhas de pobreza devido a perdas catastróficas de ativos ou interrupções na acumulação de capital humano (IPCC, 2022, Hallegatte et al., 2017).

A perda de ativos é, de fato, um dos principais fatores que levam à queda nas armadilhas da pobreza. Se os ativos das famílias caírem abaixo de um determinado valor crítico, a reconstrução da riqueza se torna difícil ou quase impossível (Carter e Barrett, 2006). A fome de 1984-1985 na Etiópia é um exemplo claro desse efeito: as famílias com poucos ativos levaram uma década, em média, para que o rebanho voltasse aos níveis anteriores à fome (Dercon, 2004). A falta de acesso a ferramentas de gerenciamento de risco também contribui para o impacto das mudanças climáticas sobre a pobreza, pois incentiva decisões de investimento abaixo do ideal. Por exemplo, os pequenos proprietários plantam culturas de baixo rendimento e baixo risco e limitam seu investimento em fertilizantes (Cole et al., 2013).

Uma lição difícil: impacto de longo prazo na educação e na saúde

Os eventos climáticos extremos também podem ter impactos significativos de longo prazo sobre a educação e a saúde das pessoas, afetando o acúmulo de capital humano. Esses eventos podem levar as famílias pobres e vulneráveis a adotar estratégias negativas de enfrentamento, como a interrupção da escolaridade das crianças, o aumento do trabalho infantil ou a interrupção dos exames médicos. No final da década de 1990, nas áreas rurais da Nicarágua mais afetadas pelo furacão Mitch, o trabalho infantil aumentou e a retenção escolar e a progressão no ensino médio diminuíram (Ureta, 2005; Vakis, Kruger e Mason, 2004; Baez e Santos, 2007; Baez e Mason, 2008). A desnutrição infantil também aumenta após os desastres naturais, colocando as crianças em risco de “atrofiamento”, um déficit de crescimento

que é duradouro e limita sua saúde e habilidades cognitivas futuras. As consequências negativas de eventos climáticos extremos podem, portanto, contribuir para a criação de armadilhas de pobreza duradouras e para a transmissão intergeracional da pobreza.

Eventos climáticos extremos também causam graves danos à infraestrutura educacional, resultando em perda de dias letivos e redução do aprendizado. Na América Latina e no Caribe, nove em cada dez crianças estão expostas a pelo menos dois tipos de riscos climáticos e ambientais, colocando em risco seu acesso à educação (UNICEF, 2021a). Em 2021, os furacões e as tempestades tropicais Eta e Iota danificaram ou destruíram quase 1.000 escolas em Honduras e na Guatemala. Em Honduras, o ano letivo foi encerrado um mês antes do previsto (BID e CEPAL, 2021). O furacão Mathew danificou mais de 300 escolas no Haiti em 2016. As escolas que permaneceram intactas foram frequentemente usadas como abrigos, fazendo com que mais de 100.000 alunos perdessem as aulas (UNICEF 2016).

As altas temperaturas têm um impacto negativo no desempenho acadêmico, especialmente para alunos de minorias e de baixa renda (Park et al., 2021). Nas salas de aula, elas fazem com que as crianças percam a concentração, resultando em taxas mais baixas de conclusão do ensino médio dentro do prazo. Setenta por cento das salas de aula pesquisadas pelo BID na região há dez anos não tinham níveis adequados de conforto térmico (San Juan, 2014).

As mudanças climáticas e os eventos climáticos extremos também podem deixar as pessoas doentes, feridas ou incapacitadas e causar a morte.⁵ Os custos de saúde resultantes levam cerca de 100 milhões de pessoas em todo o mundo à pobreza a cada ano (OMS 2013). A perda de renda dos doentes e de seus cuidadores também tem um impacto significativo no bem-estar da família. As famílias pobres, em sua maioria, não têm seguro e precisam arcar com os custos, muitas vezes por meio de dívidas com altas taxas de juros, para ter acesso à assistência médica (Hallegatte et al., 2016; 2017). O acesso à cobertura universal de saúde apresenta uma alternativa de redução de riscos aos perigos à saúde.

⁵ Capítulo 7. Verificando o bem-estar: Mudança climática e o setor de saúde.

É necessário um colchão financeiro maior

A inclusão financeira ajuda as pessoas afetadas por eventos adversos a se recuperarem. O acesso a serviços bancários reduz os riscos de ativos, pois as economias em contas bancárias são menos vulneráveis do que as economias em gado ou moradia (Hallegatte et al., 2017). No entanto, as famílias mais vulneráveis geralmente não têm acesso a produtos formais de poupança, empréstimo ou seguro. As pessoas podem não ter acesso a ferramentas financeiras formais por vários motivos, como o custo das contas bancárias, a distância e o tempo necessários para acessar uma agência, a falta de documentação e a desconfiança em relação aos bancos. Além disso, algumas pessoas preferem permanecer no setor informal ou não têm conhecimento das vantagens de usar ferramentas financeiras para o gerenciamento de riscos (Allen et al. 2012).

O seguro é outro instrumento para proteger os ativos e gerenciar os riscos. Quando ocorrem desastres mais graves, o acesso ao crédito e ao seguro proporciona resiliência às famílias afetadas (Hallegatte et al., 2016; 2017).⁶ O seguro também incentiva o investimento na redução de riscos. Por exemplo, os agricultores que têm seguro tendem a investir mais em métodos agrícolas mais arriscados e de maior rendimento do que os agricultores que não têm seguro. Eles também fazem investimentos gerais mais altos na fase de plantio, o que lhes permite equilibrar suas decisões de investimento com o gerenciamento eficaz de riscos (Emerick et al. 2016). No entanto, a cobertura de seguro é praticamente inexistente para as famílias mais pobres da região. Quando não têm seguro, as pessoas em países de baixa e média renda sofrem mais e se recuperam mais lentamente de catástrofes naturais (Peter, Dahlen e Saxena 2012).

É importante diversificar a renda das famílias pobres e vulneráveis. Muitas famílias dependem de uma única fonte de renda. Isso ocorre porque barreiras como acesso limitado a crédito e financiamento, falta de habilidades técnicas ou acesso inadequado a mercados restringem sua capacidade de ganhar a vida com diferentes fontes. Alguns programas sociais são projetados especificamente para superar essas barreiras (Davies et al., 2013). Esses programas geralmente complementam as transferências de dinheiro com acesso a treinamento, financiamento ou transferência de ativos produtivos. Na Nicarágua, um programa piloto combinou transferências de dinheiro

com subsídios dedicados a treinamento ou ao início de uma pequena atividade não agrícola. Dois anos depois, os agricultores que haviam recebido treinamento ou subsídio para negócios tinham maior probabilidade de manter a renda e o consumo diante de secas (Macours, 2022). Embora esses programas e as evidências de sua eficácia sejam escassos, a avaliação dos programas existentes mostra resultados promissores (Andrews et al., 2021).

Migração: uma bênção ou uma maldição?

Os eventos climáticos extremos são um dos principais fatores de migração e deslocamento, e as mudanças climáticas só aumentarão a pressão. A migração e o deslocamento relacionados ao clima estão concentrados principalmente em países de baixa e média renda. Eles geralmente se originam em áreas rurais e os destinos são principalmente cidades e outras regiões rurais dentro de um país, seguidos de migração para países limítrofes (IPCC, 2022). A realocação de 300 famílias indígenas de uma ilha no Panamá, que fica logo acima do nível do mar, gerou interesse internacional, pois poderia servir como uma experiência piloto para ondas populacionais muito maiores que poderiam surgir (Newsome, 2023). Na América Latina e no Caribe, até 17 milhões de pessoas, ou 3% da população regional, poderiam ser forçadas a se mudar até 2050 para áreas com menor disponibilidade de água, menor produtividade das culturas ou ameaçadas pelo aumento do nível do mar (Clement et al., 2021).

A migração não é necessariamente uma consequência negativa da mudança climática; ela também pode ser uma boa adaptação (IPCC, 2022). Ela é viável quando as alternativas de adaptação são severamente limitadas ou esgotadas, e a exposição e a vulnerabilidade são significativas. Em ambos os casos, a migração por causa das mudanças climáticas nem sempre é uma escolha voluntária, pois as pessoas podem estar profundamente ligadas a seus meios de subsistência, oportunidades econômicas, redes sociais e laços culturais com um lugar específico. As pessoas que vivem em pequenos estados insulares podem não ver a realocação como uma solução favorável ou prática, e alguns indivíduos podem querer migrar, mas não têm os meios para isso.

A migração geralmente altera a composição e a estrutura das famílias, pois algumas não migram como

⁶ Consulte o Capítulo 9. Adaptação do financiamento público e privado para o financiamento da adaptação.

uma unidade. Muitas vezes, os homens são os únicos membros que se mudam para enviar remessas para suas famílias. Essa migração parcial das famílias pode aumentar as vulnerabilidades ou apresentar oportunidades (IPCC, 2022). Quando apenas um adulto deixa uma família, o adulto que permanece (geralmente uma mulher) precisa assumir uma carga de trabalho maior. Ao mesmo tempo, as famílias também podem ter maior liberdade econômica, e as remessas lhes proporcionam uma fonte de renda mais diversificada.

Ao adaptar todos os setores às mudanças climáticas e garantir que a adaptação seja inclusiva, os governos devem evitar o deslocamento involuntário. As políticas públicas também devem ajudar aqueles

que precisam se deslocar. Quando a migração for a melhor opção, as políticas e práticas relacionadas aos movimentos populacionais através das fronteiras internacionais são importantes. Quando a realocação permanente e assistida pelo governo se torna inevitável, a participação ativa das populações locais no planejamento e na tomada de decisões aumenta a probabilidade de resultados bem-sucedidos. A inclusão efetiva dos migrantes nas comunidades receptoras requer decisões políticas sólidas e planejamento em nível regional, nacional e local para moradia, infraestrutura, abastecimento de água, escolas, proteção social e assistência médica nas regiões receptoras (IPCC, 2022).

Sincronização da adaptação e do desenvolvimento

As ferramentas convencionais de desenvolvimento podem ser opções de adaptação. Por exemplo, novos assentamentos em áreas seguras e estruturas de melhor qualidade reduzem a vulnerabilidade no longo prazo (Hallegatte et al., 2016; 2017). No entanto, as transformações de adaptação devem ser inclusivas para que os impactos compensatórios sobre os pobres sejam alcançados. A infraestrutura de proteção contra inundações deve chegar aos bairros de baixa renda, inclusive os informais.⁷ Os sistemas de alerta precoce - essenciais para avisar as pessoas em risco para que se preparem ou evacuem - precisam chegar a todas as pessoas. A cobertura de seguro e o acesso à informação devem ser generalizados. O desenvolvimento de redes de transporte que conectam as comunidades pode melhorar o acesso aos mercados, aumentar a resistência aos choques de preços causados por crises alimentares locais e promover a diversificação da renda dos habitantes (Hallegatte et al., 2016; 2017).

Reduzir a exposição

Reduzir a exposição das famílias de baixa renda às mudanças climáticas é fundamental, e a inclusão é essencial para isso. O zoneamento é uma abordagem padrão para evitar o assentamento nas áreas mais expostas ou desprotegidas, mas para que o

zoneamento seja inclusivo, alguns problemas importantes precisam ser resolvidos. O primeiro problema é a falta de aplicação dos regulamentos, o que faz com que as pessoas se estabeleçam informalmente em áreas de risco, desconsiderando as restrições (Hallegatte et al., 2017). Em segundo lugar, o zoneamento baseado em risco pode elevar os preços em áreas mais seguras e colocá-las fora do alcance dos mais vulneráveis. As regulamentações restritivas de uso da terra podem ter consequências não intencionais, pois as famílias de baixa renda tendem a se estabelecer em áreas de risco. Isso pode levar a custos mais altos de moradia, tornando mais difícil para as famílias rurais pobres se mudarem para áreas urbanas e terem acesso a empregos mais bem remunerados, assistência médica e oportunidades educacionais (Hallegatte et al., 2017).

A criação de instituições fortes para fazer cumprir as normas de uso da terra é essencial para lidar com a exposição. Entretanto, a aplicação das regulamentações deve ser acompanhada de políticas que ofereçam alternativas viáveis para as famílias de baixa renda que optam por se estabelecer em áreas de risco. Para garantir que as pessoas possam residir em locais seguros e, ao mesmo tempo, ter acesso a empregos e serviços decentes, são necessários investimentos em transporte e outras infraestruturas,

⁷ Capítulo 6. Cidades Resilientes.

juntamente com as normas de zoneamento (Hallegatte et al., 2016). A redução da exposição também pode ser abordada de forma positiva por meio do desenvolvimento de zonas mais seguras. Uma abordagem fundamental para o planejamento urbano é sobrepor mapas de zonas seguras com mapas de alto potencial de desenvolvimento para determinar prioridades (Hallegatte et al., 2016; 2017). Ao decidir quais áreas proteger com investimentos como diques ou soluções baseadas na natureza, as autoridades não devem apenas tomar suas decisões com base no valor financeiro dos ativos que seriam protegidos, mas também podem contar os habitantes ou ponderar as perdas que as famílias mais pobres podem sofrer na análise econômica dos projetos de investimento público (Hallegatte et al., 2017).

Fortalecimento da saúde e da educação

Como a redução do acesso à educação e à saúde é uma das principais formas pelas quais as mudanças climáticas empurram as pessoas para as armadilhas da pobreza, os governos devem tornar os serviços de saúde e educação resilientes.⁸ Melhorar a resiliência do sistema educacional às mudanças climáticas requer a consideração de medidas durante o projeto, a construção e a manutenção dos prédios escolares que permitam que eles funcionem durante eventos climáticos extremos, como secas e ondas de calor, ou que ofereçam abrigo quando necessário.

A tecnologia digital pode permitir a educação a distância durante emergências climáticas até o retorno à sala de aula, mas isso exige que as famílias mais pobres tenham acesso à Internet. Em 2020, 77 milhões de habitantes rurais na América Latina ou no Caribe não tinham esse acesso (Ziegler et al., 2020). Além disso, os programas educacionais devem garantir que os alunos tenham o conhecimento, os valores e as habilidades para responder e se adaptar às mudanças climáticas. Eles devem garantir que os alunos estejam mais preparados para os meios de subsistência, capacitados e aptos a inovar e encontrar soluções. A educação melhora a resiliência aos eventos climáticos (UNICEF, 2021b).

Adaptação da proteção social para enfrentar com sucesso as mudanças climáticas

Os programas de proteção social, como as transferências de renda, são fundamentais para reduzir os impactos das mudanças climáticas sobre os meios de subsistência. Primeiro, as transferências de dinheiro regulares e consistentes aumentam a poupança por precaução, evitam estratégias de enfrentamento prejudiciais e melhoram a resiliência das famílias beneficiárias (Bastagli et al., 2016). Em segundo lugar, as transferências de dinheiro realizadas após desastres ajudam as famílias a manter o consumo de alimentos e diminuem a probabilidade de tirar os filhos da escola (Hallegatte et al., 2017).

Ao mesmo tempo, os sistemas e programas de proteção social precisam ser aprimorados para atender melhor aos propósitos de adaptação. Esses, por um lado, geralmente excluem as famílias pobres. E, muitas vezes, exigem emprego formal, o que é uma grande barreira para as pessoas pobres na América Latina e no Caribe, onde 59% da força de trabalho tem emprego informal (Saget et al., 2020). Os programas destinados a aliviar a pobreza, como os programas não contributivos de transferência de renda, também têm cobertura insuficiente. Na região, as transferências de renda cobrem, em média, apenas 56% da população que vive em extrema pobreza. É particularmente difícil chegar às áreas rurais remotas, onde vivem muitas pessoas pobres. Além disso, os valores transferidos são inadequados, representando apenas 30% da lacuna da pobreza, ou seja, o valor da renda adicional que os beneficiários deveriam receber para serem considerados não pobres (Stampini et al., 2021). Melhorar a cobertura e a adequação da proteção social é o primeiro passo para tornar as famílias mais resilientes.

Uma segunda melhoria necessária é tornar os programas mais flexíveis para que possam ser ampliados rapidamente para prestar assistência às pessoas afetadas por eventos climáticos extremos. Isso significa desembolsar quantias maiores para mais beneficiários (Figura 8.1) e requer ajustes em diferentes níveis (Beazley et al., 2019; Williams e Gonzales, 2020; Costella et al 2023; Bagolle et al 2023). No nível do programa, os governos precisam estabelecer com antecedência regras e critérios (como a declaração de um desastre natural) que acionem transferências extraordinárias, bem como critérios e mecanismos

⁸ Capítulo 7. Verificando o bem-estar: Mudança climática e o setor de saúde.

para determinar os beneficiários (por exemplo, com base na renda, na atividade econômica ou na composição da família). Simulações numéricas mostram que é mais seguro incluir um número excessivo de pessoas do que insistir em atender a critérios exclusivos ao custo de excluir algumas famílias quando elas mais precisam de ajuda (Hallegatte et al., 2017). No entanto, é importante que os valores e a duração das transferências emergenciais de dinheiro sejam fixados antecipadamente, com cláusulas automáticas de caducidade, para garantir a sustentabilidade fiscal.

No nível operacional, é essencial aprofundar os registros sociais. Os registros existentes devem ser expandidos para além da população tradicional dos programas de proteção social (famílias em situação de pobreza) para incluir populações vulneráveis próximas à linha de pobreza e outras categorias de população em risco (por exemplo, agricultores). As informações socioeconômicas contidas nos registros sociais devem ser integradas a outras fontes de informações relacionadas à exposição das famílias aos riscos climáticos, e os governos devem garantir que as informações sejam atualizadas com frequência. Os registros também devem incluir números de contas bancárias ou de serviços bancários móveis, quando apropriado, para garantir que o governo possa usar

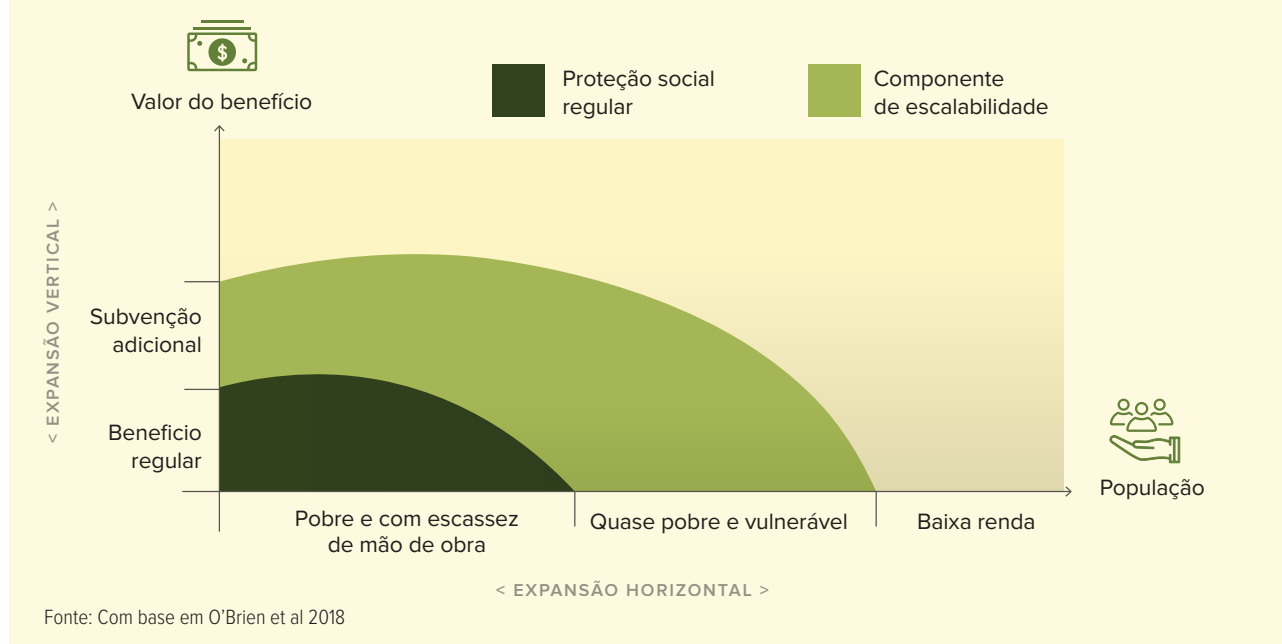
uma combinação de canais de pagamento digitais e presenciais (Costella et al., 2023).

Do ponto de vista financeiro, os governos precisam garantir a disponibilidade de fundos. Os fundos de reserva do governo, o financiamento contingente e o seguro do governo são todos rapidamente acionáveis durante emergências (Hallegatte et al., 2017).⁹ De modo mais geral, os governos precisarão garantir o orçamento para manter a cobertura adequada dos programas regulares de transferência de renda (Galindo et al., 2022). Uma opção é reduzir os subsídios à energia, que custaram 1,1% do PIB na região em 2018 (Conte Grand, Rasteletti e Muñoz, 2022) e são até seis vezes mais caros do que as transferências de renda por dólar desembolsado para as famílias pobres (Feng et al., 2022). Outra opção é direcionar melhor os programas de proteção social existentes, excluindo as famílias de renda mais alta (Vogt-Schilb et al., 2019).

Por fim, no nível da governança, novos processos, procedimentos e estruturas regulatórias precisam ser desenvolvidos (Costella et al., 2023). As estruturas devem especificar as funções e responsabilidades dos agentes de proteção social após os desastres naturais. Elas também devem estabelecer mecanismos de coordenação com organizações de gerenciamento de riscos e de ajuda humanitária.

FIGURA 8.1

Ampliação da proteção social após um desastre com mais dinheiro para atingir mais pessoas



⁹ Capítulo 9. Adaptação do financiamento público e privado para o financiamento da adaptação.

Referências

- Alderman, H., J. Hoddinott e B. Kinsey (2006). "Long Term Consequences of Early Childhood Malnutrition" (Consequências de longo prazo da desnutrição na primeira infância). *Oxford Economic Papers* 58: 450-74.
- Allen, F., A. Demirgüç-Kunt, L. F. Klapper e M. S. Martinez Peria. 2012. "The Foundations of Financial Inclusion: Understanding Ownership and Use of Formal Accounts". Policy Research Working Paper 6290, Banco Mundial.
- Andrews, Colin; de Montesquiou, Aude; Arevalo Sanchez, Ines; Dutta, Puja Vasudeva; Paul, Boban Varghese; Samaranyake, Sadna; Heisey, Janet; Clay, Timothy; Chaudhary, Sarang. 2021. *The State of Economic Inclusion Report 2021: The Potential to Scale*. Banco Mundial.
- Baez, J. E., & Mason, A. (2008). *Dealing with climate change: household risk management and adaptation in Latin America (Lidando com as mudanças climáticas: gerenciamento de riscos domésticos e adaptação na América Latina)*.
- Baez, Javier e Santos Indhira (2007). "Children's Vulnerability to Weather Shocks: A Natural Disaster as a Natural Experiment", Tese de Doutorado, Maxwell School of Public Affairs (Universidade de Syracuse) e Kennedy School of Government (Universidade de Harvard).
- Bagolle, A., C. Costella, L. Goyeneche (2023). *Social protection and climate change: how to protect the most vulnerable households from new climate hazards? BID*.
- Bastagli, F. (2014). "Responding to a Crisis: The Design and Delivery of Social Protection". Overseas Development Institute, Londres.
- Bastagli, F., Hagen-Zanker, J., Harman, L., Barca, V., Sturge, G., Schmidt, T. e Pellerano, L. (2016). "Cash transfers: what does the evidence say. A rigorous review of programme impact and the role of design and implementation features". Londres: Overseas Development Institute.
- Beazley, R., Solórzano, A., & Barca, V. (2019). *Study on Shock Responsive Social Protection in Latin America and the Caribbean Summary of key findings and policy recommendations (Estudo sobre proteção social sensível a choques na América Latina e no Caribe - Resumo das principais conclusões e recomendações de políticas)*. Oxford Policy Management em colaboração com o Programa Mundial de Alimentos.
- Carter, M. R., P. D. Little, T. Mogues e W. Negatu. 2007. *Poverty Traps and Natural Disasters in Ethiopia and Honduras [Armadilhas da pobreza e desastres naturais na Etiópia e em Honduras]*. *World Development* 35: 835-56.
- Carter, M. R. e C. B. Barrett. 2006. "The Economics of Poverty Traps and Persistent Poverty: An Asset-Based Approach" (A economia das armadilhas da pobreza e da pobreza persistente: uma abordagem baseada em ativos). *Journal of Development Studies* 42: 178-99.
- Clement, V., Rigaud, K.K., de Sherbinin, A., Jones, B., Adamo, S., Schewe, J., Sadiq, N., Shabahat, E., 2021. *Groundswell Part 2: Acting on Internal Climate Migration (Onda de Reação Parte 2: Agindo na Migração Climática Interna)*.
- Cole, S., X. Gine, J. Tobacman, P. Topalova, R. Townsend e J. Vickery. 2013. "Barriers to Household Risk Management: Evidence from India." *American Economic Journal: Applied Economics* 5: 104-35.
- Conte Grand, M., Rasteletti, A. e Muñoz, J.D., 2022. "Impostos sobre combustíveis na teoria e na prática." Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Costella, Cecilia; Diez, Ana; Beazley, Rodolfo; Alfonso, Mariana, 2023. *Proteção social sensível a choques e choques climáticos na América Latina e no Caribe: lições da COVID-19*. BID.
- Davies, Mark & Béné, Christophe & Arnall, Alexander & Tanner, Thomas & Newsham, Andrew & Coirolo, Cristina (2013). *Promoting Resilient Livelihoods Through Adaptive Social Protection: Lessons from 124 Programmes in South Asia (Promoção de meios de vida resilientes por meio da proteção social adaptativa: lições de 124 programas no sul da Ásia)*. *Development Policy Review*. 31.
- Dercon, S. 2004. "Growth and Shocks: Evidence from Rural Ethiopia". *Journal of Development Economics* 74: 309-29.
- Dercon, S. e C. Porter. 2014. "Live Aid Revisited: Long-Term Impacts of the 1984 Ethiopian Famine on Children". *Journal of European Economic Association* 12: 927-48.
- Emerick, K., A. de Janvry, E. Sadoulet e M. H. Dar. 2016. "Technological Innovations, Downside Risk, and the Modernization of Agriculture". *American Economic Review* 106: 1537-61.
- Fay, M. 2005. *The Urban Poor in Latin America [Os Pobres Urbanos na América Latina]*. *Directions in Development Series*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Feng, K., Hubacek, K., Marchan, E., Vogt-Schilb, A., 2018. *Managing Distributive Impact of Energy Subsidies and Reform in Latin America and the Caribbean [Gerenciando o impacto distributivo dos subsídios e da reforma energética na América Latina e no Caribe]*. *Applied Energy*.

- Galindo Paliza, L.M., Hoffman, B. e Vogt-Schilb, A., 2022. Quanto custará para atingir as metas de mudança climática na América Latina e no Caribe? Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Green, R., L. Cornelisen, A. D. Dangour, R. Turner, B. Shankar, M. Mazzocchi e R. D. Smith. 2013. "The Effect of Rising Food Prices on Food Consumption: Systematic Review with Meta-regression." *BMJ* 346: f3703.
- Hallegatte, Stephane; Bangalore, Mook; Bonzanigo, Laura; Fay, Marianne; Kane, Tamaro; Narloch, Ulf; Rozenberg, Julie; Treguer, David; Vogt-Schilb, Adrien. 2016. *Shock Waves : Managing the Impacts of Climate Change on Poverty (Ondas de Choque: Gerenciando os Impactos das Mudanças Climáticas na Pobreza)*. Banco Mundial.
- Hallegatte, S., M. Bangalore e M. A. Jouanjean. 2016. "Higher Losses and Slower Development in the Absence of Disaster Risk Management Investments." Policy Research Working Paper 7632, Banco Mundial.
- Hallegatte, Stephane; Vogt-Schilb, Adrien; Bangalore, Mook; Rozenberg, Julie. 2017. *Unbreakable : Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters [Inquebrável: Construindo a Resiliência dos Pobres diante de Desastres Naturais]*. Banco Mundial.
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2020. *Adaptation Principles: A Guide for Designing Strategies for Climate Change Adaptation and Resilience (Princípios de adaptação: um guia para a elaboração de estratégias de adaptação e resiliência às mudanças climáticas)*. Banco Mundial.
- Hoddinott, J. 2006. "Shocks and Their Consequences across and within Households in Rural Zimbabwe". *Journal of Development Studies* 42: 301-21.
- BID e CEPAL (2021) Avaliação dos efeitos e impactos da tempestade tropical Eta e do furacão Iota em Honduras. BID e Comissão Econômica das Nações Unidas para a América Latina e o Caribe.
- Jensen, R. 2000. "Agricultural Volatility and Investments in Children" (Volatilidade agrícola e investimentos em crianças). *American Economic Review*.
- Krishna, A. 2006. "Pathways Out of and into Poverty in 36 Villages of Andhra Pradesh, India" (Caminhos para sair e entrar na pobreza em 36 vilarejos de Andhra Pradesh, Índia). *World Development*, edição especial: "Corruption and Development: Analysis and Measurement".
- Lall, S. V., e U. Deichmann. 2012. "Density and Disasters: Economics of Urban Hazard Risk". *World Bank Research Observer* 27: 74-105.
- Lawrance, E. C. 1991. "Poverty and the Rate of Time Preference: Evidence from Panel Data". *Journal of Political Economy* 54-77.
- Macours, K., Premand, P., & Vakis, R. (2022). Transfers, Diversification and Household Risk Strategies: Can Productive Safety Nets Help Households Manage Climatic Variability? *The Economic Journal*.
- Morris, S. S., Neidecker-Gonzales, O., Carletto, C., Mungui a, M., Medina, J. M., & Wodon, Q. (2002). Hurricane Mitch and the livelihoods of the rural poor in Honduras (O furacão Mitch e os meios de subsistência da população rural pobre em Honduras). *World development*.
- Moser, C. e A. Felton. 2007. "Intergenerational Asset Accumulation and Poverty Reduction in Guayaquil, Ecuador, 1978-2004." *Reducing Glob. Poverty Case Asset Accumul.* 15-50
- Moser, C. O. N. 2008. *Reducing Global Poverty: The Case for Asset Accumulation [Reduzindo a Pobreza Global: O Caso da Acumulação de Ativos]*. Washington, DC: Brookings Institution Press.
- Newsome, M., 2023. Como uma comunidade indígena no Panamá está escapando da elevação dos mares. *Science News*.
- Nkedianye, D., J. de Leeuw, J. O. Ogutu, M. Y. Said, T. L. Saidimu, S. C. Kifugo, D. S. Kaelo e R. S. Reid. 2011. "Mobility and Livestock Mortality in Communally Used Pastoral Areas: The Impact of the 2005-2006 Drought on Livestock Mortality in Maasailand." *Pastoralism* 1: 1-17.
- ODI (Overseas Development Institute) e GFDRR (Global Facility for Disaster Reduction and Recovery). 2015. "Unlocking the Triple Dividend of Resilience-Why Investing in DRM Pays Off" (Desbloqueando o dividendo triplo da resiliência - por que investir em DRM compensa).
- Park, R.J., Behrer, A.P. & Goodman, J. (2021) Learning is inhibited by heat exposure, both internationally and within the United States. *Nat Hum Behav* 5, 19-27
- Patankar, A. 2015. "The Exposure, Vulnerability and Adaptive Capacity of Households to Floods in Mumbai." Policy Research Working Paper 7481, Banco Mundial.
- Peter, G. von, S. von Dahlen e S. C. Saxena. 2012. "Unmitigated Disasters? New Evidence on the Macroeconomic Cost of Natural Catastrophes". Documento de Trabalho do BIS nº 394, Banco de Compensações Internacionais.
- Rentschler, J. E. 2013. "Why Resilience Matters-The Poverty Impacts of Disasters" (Por que a resiliência é importante - os impactos dos desastres sobre a pobreza). Policy Research Working Paper 6699, Banco Mundial.
- Safir, A., S. F. A. Piza e E. Skoufias. 2013. "Disquiet on the Weather Front: The Welfare Impacts of Climatic Variability in the Rural Philippines". Policy Research Working Paper 6579, Banco Mundial.
- Saget, C, A Vogt-Schilb e T Luu, 2020. Employment in a zero net emissions future in Latin America and the Caribbean (Emprego em um futuro de emissões líquidas zero na América Latina e no Caribe). Banco Interamericano de Desenvolvimento e Organização Internacional do Trabalho.

- San Juan, Hoses e Martini (2014). Aprendizagem nas escolas do século XXI: Nota 5: Auditoria ambiental e condições de conforto nas escolas. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- UNICEF (2016) Uma semana após a passagem do furacão Matthew, pelo menos 300 escolas foram danificadas no Haiti, mais de 100.000 crianças perderam o aprendizado. 10 de outubro Press Release. Fundo das Nações Unidas para a Infância.
- UNICEF (2021) The climate crisis is a child rights crisis: Introducing the Children's Climate Risk Index. Fundo das Nações Unidas para a Infância.
- Ureta, Manuelita (2005). "Hurricane Mitch, Family Budgets and Schooling in Nicaragua", manuscrito, Department of Economics, Texas A&M University.
- Vakis, R., Kruger, D., e Mason, A. (2004). "Shocks and Coffee: Lessons from Nicaragua", minuta, Departamento de Desenvolvimento Humano, Região da América Latina e do Caribe, Banco Mundial.
- van Gelder, J.-L. 2010. "Tenure Security and Housing Improvement in Buenos Aires." *Land Lines* 33(1):126-146.
- Vogt-Schilb, A., Walsh, B., Feng, K., Di Capua, L., Liu, Y., Zuluaga, D., Robles, M., Hubaceck, K., 2019. Cash transfers for pro-poor carbon taxes in Latin America and the Caribbean (Transferências de dinheiro para impostos sobre carbono a favor dos pobres na América Latina e no Caribe). *Nature Sustainability*.
- OMS (Organização Mundial da Saúde). 2013. *Universal Health Coverage: Report by the Secretariat (Cobertura Universal de Saúde: Relatório do Secretariado)*.
- Williams, A. M., & Gonzalez, S. B. (2020). *Towards Adaptive Social Protection Systems in Latin America and the Caribbean: A Synthesis Note on Using Social Protection to Mitigate and Respond to Disaster Risk*. Grupo do Banco Mundial.
- Banco Mundial, 2015. "Another Nargis Strikes Everyday: Post-Nargis Social Impacts Monitoring Five Years On" (Outro Nargis Atinge Todos os Dias: Monitoramento dos Impactos Sociais Pós-Nargis Cinco Anos Depois).
- Banco Mundial. 2013. *World Development Report 2014: Risk and Opportunity-Managing Risk for Development (Relatório sobre o desenvolvimento mundial 2014: riscos e oportunidades - gerenciando riscos para o desenvolvimento)*. Banco Mundial.
- Yamano, T., H. Alderman e L. Christiaensen. 2005. "Child Growth, Shocks, and Food Aid in Rural Ethiopia". *American Journal of Agricultural Economics* 87: 273-88.
- Ziegler, S., Segura, J.A., Bosio, M. e Camacho, K., 2020. Conectividade rural na América Latina e no Caribe: uma ponte para o desenvolvimento sustentável em tempos de pandemia.

CAPÍTULO 9.

Adaptação do financiamento público e privado para o financiamento da adaptação



Autores

Hipólito Talbot-Wright

ASSESSOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
hipolitet@iadb.org

Marco Buttazzoni

ESPECIALISTA SÊNIOR, GESTÃO FISCAL
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
mbuttazzoni@iadb.org

Gianleo Frisari

ECONOMISTA SÊNIOR, FINANÇAS E MERCADOS AMBIENTAIS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO

Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SÊNIOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO
avogtschilb@iadb.org

Ilustrações de Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Buttazzoni, M., Frisari, G., Vogt-Schilb, A., 2023. Adaptação do financiamento público e privado para o financiamento da adaptação, em: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Com calor e água até ao pescoço: nove caminhos para um desenvolvimento resiliente às mudanças climática. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Adaptação do financiamento público e privado para o financiamento da adaptação

A mudança climática representa um risco para as finanças públicas e privadas. Eventos climáticos extremos podem aumentar os gastos com socorro a desastres e reduzir as receitas fiscais. Os eventos climáticos também causam perdas comerciais e inadimplência de empréstimos que podem se espalhar por toda a economia. Ao mesmo tempo, a adaptação da infraestrutura, da agricultura e dos sistemas sociais exige grandes investimentos por parte dos governos e dos agentes privados. Os governos podem usar ferramentas fiscais, como crédito contingente, títulos verdes e reformas tributárias ambientais para gerenciar o risco climático e financiar a adaptação. Eles também devem atualizar as regras de aquisição e investimento para levar em conta o risco climático. As regulamentações financeiras, como a divulgação dos riscos climáticos e os testes de estresse, podem reduzir o risco de repercussão e, ao mesmo tempo, incentivar a adaptação. Os bancos centrais devem integrar fatores climáticos aos portfólios e à política monetária. A expansão da inclusão financeira, por meio do acesso a seguros e poupança, reduz a dependência das famílias em relação à ajuda pós-desastre. É essencial melhorar a coordenação entre os órgãos financeiros, ambientais e setoriais. O desenvolvimento de ferramentas como estratégias de financiamento climático, taxonomias de investimento e rastreadores de despesas climáticas contribui para o planejamento e a avaliação. Por fim, somente uma transição ordenada para emissões líquidas zero pode realmente conter os riscos climáticos.

As mudanças climáticas acarretam riscos físicos e transitórios

As finanças públicas e privadas estão ameaçadas por dois tipos de riscos relacionados às mudanças climáticas (TCFD, 2017; Delgado et al., 2021). Os riscos de transição são o primeiro tipo e estão associados a mudanças de políticas, inovação tecnológica disruptiva e sentimento do investidor e do consumidor em relação a atividades que são incompatíveis com a transição para uma economia global com emissões líquidas zero. Por exemplo, à medida que a preferência do consumidor muda para veículos elétricos e os proprietários de geradores de energia favorecem as energias renováveis em detrimento dos combustíveis fósseis, a demanda global por petróleo e gás provavelmente diminuirá. Isso reduzirá os lucros das empresas de combustíveis fósseis e as receitas fiscais dos governos. Na América Latina e no Caribe, entre um e três trilhões de dólares em royalties de petróleo e gás podem ser perdidos dessa forma

até 2035 (Solano-Rodriguez et al., 2021; Welsby et al., 2021).

Este capítulo se concentra em um segundo tipo de risco, chamado de risco físico. Esses são riscos relacionados a eventos climáticos extremos e eventos climáticos de início lento. Entre 2000 e 2019, 110 tempestades afetaram a América Latina e o Caribe, causando danos no valor de US\$ 39 bilhões, principalmente no Mar do Caribe (Frisari, 2022). Durante o mesmo período, as inundações causaram danos no valor de US\$ 26 bilhões e as secas, US\$ 13 bilhões. É provável que esses números aumentem devido aos efeitos da mudança climática. Os eventos de início lento, conforme mostrado nos capítulos anteriores, também afetarão a agricultura, a infraestrutura, as cidades e os sistemas sociais, ameaçando gerar custos adicionais para governos, empresas e famílias.

Política fiscal para gerenciar o risco climático

Eventos climáticos extremos afetam as finanças públicas. Após grandes desastres, espera-se que os governos gastem com ajuda emergencial para as populações afetadas (Delgado et al., 2021). Em geral, eles têm de pagar pela reconstrução da infraestrutura e das instalações públicas. Se as empresas públicas ou os bancos nacionais forem significativamente afetados, espera-se que os governos os socorram. Essa expectativa também pode se estender a empresas privadas de importância econômica, política ou cultural. Os governos também sofrem com a redução da receita tributária, pois a produção cai por alguns meses ou anos. Na região, a ocorrência de pelo menos um evento climático extremo por ano pode aumentar o déficit fiscal em 0,8% a 0,9% do PIB (Alejos, 2018).

Financiamento dos custos de eventos climáticos extremos

Ao avaliar a sustentabilidade fiscal, o tesouro deve tratar a ajuda e a reconstrução como um passivo contingente e estar preparado para isso. Dadas as incertezas das mudanças climáticas que afetam os sistemas financeiros, os tomadores de decisão precisam de análises para antecipar os riscos.¹ Ao explorar vários cenários de como os riscos climáticos podem se materializar, os governos podem antecipar os impactos climáticos e gerenciar possíveis passivos fiscais em vez de abordá-los de forma reativa como seguradoras de último recurso (Delgado et al., 2021).

Uma série de instrumentos financeiros pode ajudar os países a gerenciar essa responsabilidade. Todos os dias, em algum lugar da região, uma inundação relativamente pequena causa danos a edifícios,

¹ Veja Tomada de decisão sob incerteza no Capítulo 1. Tomada de decisões para um futuro imprevisível.

estradas e outras infraestruturas. Os governos podem usar a (re)alocação orçamentária, os fundos de contingência e os fundos de reserva para absorver as perdas decorrentes de eventos de baixo impacto com uma probabilidade de ocorrência média-alta. Eles devem autorizar previamente os gastos com esforços de socorro e reconstrução em seus orçamentos nacionais e subnacionais para evitar a necessidade de refazer o orçamento após os desastres.

No caso de desastres de baixa probabilidade e impacto médio-alto, como incêndios florestais graves, outra opção de retenção de risco são os créditos contingentes. Os créditos contingentes são empréstimos concedidos antes do desastre para fornecer liquidez logo após sua ocorrência. Por exemplo, o *Contingent Credit Facility for Natural Disaster Emergencies* (CCF) do BID emite empréstimos que são acionados por gatilhos paramétricos predefinidos, como o tipo, a localização e a intensidade de um desastre natural (Lewis et al., 2023). É importante ressaltar que esses empréstimos também incluem incentivos para reduzir o risco e melhorar o gerenciamento do risco de desastres, que geralmente são mais importantes do que a liquidez em si. Em novembro de 2022, doze países da região haviam assinado empréstimos no valor de US\$ 2,6 bilhões para cobrir riscos climáticos. Outras instituições, como o Banco Mundial e o FMI, oferecem empréstimos semelhantes.

No caso de eventos de probabilidade muito baixa e impacto muito alto, como furacões catastróficos, as opções de transferência de risco incluem seguro, especialmente para proteger a infraestrutura crítica, por um lado, e títulos de desastre e pools de risco, por outro (BMZ, 2022, Cissé, 2021). Esses instrumentos geralmente são caros. O governo do Chile emitiu títulos e swaps no valor de USD 630 milhões reembolsáveis com determinadas condições no caso de um terremoto, pelos quais paga um prêmio anual de 4,75% desse valor (Ministério das Finanças do Chile, 2023a). O governo da Nicarágua também assinou recentemente o *Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility*, que fornece rapidamente recursos ao país caso ele seja afetado por um evento climático extremo.

As cláusulas de resiliência climática na dívida pública, muitas vezes chamadas de “cláusulas de furacão”, podem ajudar os países a administrar as consequências macroeconômicas de eventos de grande

escala. Elas permitem que os mutuários atrasem os pagamentos por alguns anos após a ocorrência de um evento de alto impacto, como um furacão. O mais importante é que os empréstimos geralmente são condicionados à melhoria das regulamentações orçamentárias e setoriais para melhorar a preparação para desastres. As Bahamas e Barbados contrataram empréstimos com o BID que têm essas cláusulas (Lewis et al., 2023). As empresas privadas também usam cláusulas semelhantes (Meirovich et al., 2022).

Na 27ª conferência anual da ONU sobre mudanças climáticas, foi decidido fornecer assistência financeira aos países em desenvolvimento mais afetados pelas mudanças climáticas. Esse apoio é voltado especificamente para perdas e danos, que podem ser causados por eventos climáticos extremos ou impactos de mudanças climáticas de início lento. Foi criado um comitê para definir os detalhes desse financiamento, mas ainda não se sabe qual será o impacto da decisão nos países da região.

A inclusão financeira reduz a necessidade de apoio público. As contas bancárias e os ativos financeiros ajudam a manter as economias fora de perigo, enquanto as economias em espécie, como gado e moradia, podem desaparecer devido a desastres naturais (Hallegatte et al., 2017). O seguro privado permite que as famílias e as empresas transfiram o risco, dando-lhes acesso a recursos para financiar a reconstrução. Por exemplo, o seguro indexado ao clima paga com base em variáveis facilmente observáveis, como a precipitação. Isso pode levar a cobertura de transferência de risco a agricultores menores e mais pobres, reduzindo os custos de administração (Lema et al., 2023).² A contrapartida é que os pagamentos não estão diretamente vinculados às perdas, o que significa que alguns agricultores sofrerão perdas e não serão compensados, enquanto outros serão compensados sem sofrer perdas. Os governos devem definir e aplicar padrões de qualidade para produtos de seguro paramétricos (Cissé, 2021).

Os mais vulneráveis geralmente não têm acesso a produtos formais de poupança, empréstimo ou seguro. Os motivos incluem os custos de manutenção de uma conta, falta de documentação, falta de acesso a uma agência e custos de transação. Ao remover essas barreiras, os governos devem desempenhar um papel fundamental na promoção da inclusão financeira.

² Consulte o [Capítulo 2. Replantando a biodiversidade e repensando a nutrição](#).

Financiamento da adaptação

A melhor maneira de reduzir a necessidade de financiamento de risco ex-post é reduzir o risco em primeiro lugar. Os recursos privados são cruciais para financiar a redução de riscos, mas os incentivos errados, as informações insuficientes e as regulamentações onerosas geralmente impedem os gastos privados com adaptação (CPI, 2023; Delgado et al., 2021). Os capítulos anteriores mostram como os governos podem atualizar as regulamentações, usar incentivos econômicos e gastar melhor para aliviar essas barreiras.

Os governos também podem atualizar as regras de investimento público para garantir que os novos projetos levem em conta os riscos climáticos. Os sistemas nacionais de investimento público, por meio dos quais a maioria dos países da região regulamenta os projetos de infraestrutura, podem ser atualizados para exigir a análise de risco de desastres para dar luz verde a novos projetos (Delgado et al., 2021). Na Jamaica, a Política de Parceria Público-Privada exige a integração dos riscos climáticos nas diferentes fases do ciclo do projeto, de modo que os impactos climáticos que possam surgir durante a vida esperada do projeto sejam levados em conta (Frisari et al., 2020). No Panamá, o Ministério do Meio Ambiente emitiu orientações para garantir que os riscos climáticos e a adaptação sejam levados em conta na avaliação, no projeto e na estruturação financeira dos investimentos públicos (Ministério do Meio Ambiente do Panamá, 2020).

Os governos devem incluir considerações sobre adaptação climática nos processos de compras públicas. Um problema comum é que as regras de aquisição pública geralmente priorizam a minimização dos custos de aquisição, negligenciando a manutenção futura e os custos relacionados ao clima. Para evitar isso, os governos podem incluir requisitos ambientais nas especificações técnicas, na seleção de contratos, nos critérios de adjudicação, nas cláusulas de desempenho do contrato e nos produtos de referência (Delgado et al., 2023). Duas ferramentas são usadas para avançar nesse processo: a primeira é a Estrutura de Avaliação da Gestão Financeira Pública para Mudanças Climáticas (PEFA), que avalia a preparação dos sistemas para os riscos climáticos, garantindo que eles possam se adaptar a possíveis interrupções. A segunda, que pertence ao módulo de sustentabilidade, é a Methodology for the Assessment of Procurement Systems (MAPS) e é usada para

destacar áreas dos processos de aquisição que podem se tornar mais amigáveis ao meio ambiente.

De modo mais geral, a adaptação às mudanças climáticas está vinculada ao orçamento público (Delgado et al., 2021, Hallegatte et al., 2019). Muitas das adaptações discutidas nos capítulos anteriores exigem gastos públicos, por exemplo, para melhorar a redundância da rede de transporte, para plantar e manter a vegetação que protege contra enchentes e ondas de calor ou para fortalecer os esquemas de proteção social. Embora algumas dessas medidas possam parecer inacessíveis à primeira vista, o apoio fiscal insuficiente para o gerenciamento de riscos climáticos pode ser contraproducente, afetando negativamente o equilíbrio orçamentário e a dívida pública. O orçamento para manutenção é fundamental, pois a falta de manutenção adequada pode aumentar os custos de capital da infraestrutura em 50% (Rozenberg e Fay, 2019).

Os governos também podem promover transformações de adaptação por meio da criação de fundos específicos. Na Colômbia, 80% da receita gerada pelo imposto sobre o carbono, cerca de US\$ 100 milhões em 2022, vai para o fundo de sustentabilidade e resiliência climática (Fondo para la Sustentabilidad e Resiliência). Esse fundo apoia a redução e o monitoramento do desmatamento, promove a conservação de fontes de água e incentiva a proteção, a preservação, a restauração e o uso sustentável de áreas e ecossistemas estratégicos (Talbot-Wright et al., 2023).

Por fim, as reformas fiscais ambientais podem ajudar a financiar a adaptação. Em 2020, a América Latina e o Caribe gastaram US\$ 60 bilhões, 1,3% do PIB, em subsídios aos combustíveis fósseis (Parry, Black e Vernon, 2021). Os governos de todo o mundo gastam quase US\$ 540 bilhões para apoiar os produtores agrícolas, principalmente nos setores de carne bovina e laticínios. Oitenta e sete por cento desse apoio é considerado ineficaz e injusto. Eles também geram riscos relacionados à poluição, à promoção de dietas não saudáveis e à falta de resiliência devido à escolha de culturas (FAO, PNUD e PNUMA, 2021). Esses subsídios desestimulam a ação climática e oneram as finanças públicas. Reformar esses subsídios e, ao mesmo tempo, proteger as famílias pobres e as empresas vulneráveis deve ser uma prioridade (Ahumada et al., 2023; Missbach et al., 2023).

São oferecidas recompensas? Títulos verdes e títulos vinculados à sustentabilidade

Em última análise, o financiamento de qualquer gasto público com adaptação provém do sistema fiscal geral, e a maioria dos gastos públicos com adaptação que exigem altos investimentos iniciais será financiada pela dívida pública. Mas os governos também podem usar instrumentos financeiros específicos destinados à adaptação.

Um exemplo disso são os títulos verdes soberanos (Delgado et al., 2021). Os títulos verdes são emitidos para financiar projetos em setores elegíveis ou para fins elegíveis, como o reforço da infraestrutura pública contra eventos climáticos extremos (CBI, 2022). Os investidores interessados em projetos relacionados às mudanças climáticas podem oferecer condições ligeiramente melhores para um título verde (*greenium*) do que para um título convencional (Delgado et al., 2021). Mas os *greeniums* são pequenos em comparação com os spreads dos países e as variações diárias típicas das taxas de mercado. Por exemplo, a Colômbia emitiu títulos verdes e convencionais simultaneamente em 2021 com termos financeiros idênticos, e os títulos verdes foram negociados em média 0,1 ponto percentual abaixo dos títulos convencionais (Hussain, 2022). Para fins de comparação, no último ano, os títulos colombianos foram negociados entre 6 e 10 pontos percentuais acima dos títulos do Tesouro dos EUA.

Além dos títulos verdes, os títulos verdes obrigam os governos a desenvolver planos claros de investimento em adaptação (Delgado et al., 2021). Na Colômbia, a estrutura dos títulos verdes inclui atividades para a conservação de recursos naturais, como água e biodiversidade; gestão de riscos climáticos na agricultura, incluindo sistemas de alerta precoce; e construções sustentáveis (Ministério das Finanças e Crédito Público da Colômbia, 2021). A emissão de títulos verdes na região aumentou de US\$ 14 bilhões em setembro de 2019 para US\$ 30 bilhões em junho de 2021 (Green Finance LAC Platform 2022).

Outro exemplo são os títulos vinculados à sustentabilidade. Em vez de financiar projetos específicos, como fazem os títulos verdes, eles estão vinculados a indicadores-chave de desempenho. Quando o governo emite esses títulos, ele define metas para os próximos anos. Ele estabelece penalidades a serem pagas aos subscritores dos títulos caso não atinja essas metas ou, da mesma forma, um bônus caso as atinja. Isso cria um incentivo de longo prazo para que as regulamentações e os investimentos sejam usados para promover as metas ambientais. O Chile foi o primeiro país a emitir títulos vinculados à sustentabilidade em 2022. O país levantou US\$ 2 bilhões e se comprometeu a reduzir as emissões de gases de efeito estufa e aumentar a produção de energia renovável até 2032 (Ministry of Finance of Chile, 2023b). Ainda não foram emitidos títulos vinculados à sustentabilidade com metas de adaptação; os outros capítulos deste documento podem servir de inspiração para a elaboração de indicadores de desempenho voltados para a adaptação.

Promoção de um setor financeiro resiliente

Surpresas e reações em cadeia

Um dos principais problemas do risco físico é que ele pode se espalhar e gerar reações em cadeia no sistema financeiro. As empresas e as famílias podem estar diretamente expostas ao risco físico, por exemplo, se possuírem imóveis em uma área costeira ameaçada pelo aumento do nível do mar. Um banco localizado a alguma distância da costa também pode estar exposto ao risco de aumento do nível do mar se sua carteira incluir hipotecas sobre imóveis costeiros (Brunetti et al., 2021). No Brasil, o impacto das mudanças climáticas em secas, inundações e ondas de calor até 2050 poderia aumentar os empréstimos inadimplentes em 12%, reduzir os depósitos em 3% a 22% e contrair o crédito em cerca de 23% (Asunção et al., 2023). Na Colômbia, a Superintendência Financeira constatou que as inundações induzidas pelas mudanças climáticas poderiam aumentar as perdas de crédito em 0,2% a 2,2% do total de ativos bancários até 2080 (FSB, NGFS 2022).

O setor financeiro pode não estar prevendo a extensão total dos riscos físicos (Brunetti et al., 2021, Grippa et al., 2019). Devido a mudanças na intensidade, frequência e localização de eventos extremos, como secas e tempestades, os modelos de risco financeiro existentes podem não identificar novos riscos. Como resultado, alguns ativos podem ter um preço mais alto do que uma compreensão precisa de sua exposição a riscos físicos poderia sugerir. Quando usados como garantia, esses ativos podem gerar mais dívidas do que seria ideal, aumentando assim o risco para os credores (Brunetti et al., 2021). Por exemplo, um banco que detém hipotecas pode parecer ter balanços patrimoniais saudáveis quando o risco de inadimplência das hipotecas é avaliado com base em dados anteriores. Mas se o aumento do risco de furacões implicar mais inadimplência no futuro, o banco pode falir.³ Isso pode gerar reações em cadeia: as empresas e as famílias que dependem desse banco podem perder suas economias, a menos que o governo ou o banco central decida socorrer o banco, distribuindo o custo aos contribuintes ou aos detentores da moeda nacional.

Além disso, o risco físico pode reduzir a diversificação das carteiras de investidores, seguradoras e resseguradoras. Isso ocorre porque os riscos de incêndios florestais, inundações e aumento do nível do mar podem mudar rapidamente e afetar muitas classes de ativos ao mesmo tempo (Brunetti et al., 2021). Isso pode levar a riscos sistematicamente correlacionados em toda a economia e no sistema financeiro, reduzindo a precisão dos modelos que estimam os riscos em instituições financeiras alavancadas.

As seguradoras, em resposta ao aumento da exposição de seus clientes, podem aumentar os preços ou limitar a cobertura (às vezes chamada de “recuo da seguradora”). Na Califórnia, muitos provedores de seguro residencial pararam de cobrir o risco de incêndios florestais. Isso deixa muitas empresas e residências sem seguro, deixando-as mais expostas aos efeitos das mudanças climáticas (Collier et al., 2021; Grippa et al., 2019; Brunetti et al., 2021). Além disso, as mudanças climáticas aumentam os custos para as seguradoras. As seguradoras cobram prêmios dos segurados e investem esses fundos em vários ativos, como ações, títulos e imóveis. Mas, de acordo com um estudo, mais de 35% dos investimentos das seguradoras em todo o mundo estão expostos a riscos físicos ou transitórios (IAIS, 2021). Em diferentes cenários de mudanças climáticas, as seguradoras poderiam perder entre 7% e 50% de seu capital disponível para cobrir sinistros.

Por fim, o risco climático é um problema para os bancos centrais. Ele coloca em risco seus objetivos de promover o crescimento, controlar a inflação e garantir a estabilidade financeira do sistema (NGFS, 2021; Frisari et al., 2019). Como no caso das seguradoras, os bancos centrais precisam se preocupar com os riscos climáticos não apenas nos sistemas bancários e monetários da economia que supervisionam, mas também em seus próprios balanços patrimoniais (NGFS, 2021).

³ Consulte também Tomada de decisão sob incerteza no [capítulo 1](#).

Diagnóstico de risco financeiro

A primeira etapa do gerenciamento de riscos é avaliá-los. A Network for Greening the Financial System (NGFS), uma rede de supervisores e bancos centrais que está liderando a resposta financeira ao risco climático globalmente, usou os chamados modelos de avaliação integrada para avaliar os riscos físicos e transitórios para o sistema financeiro global em seis cenários de mudanças climáticas (NGFS, 2023). Uma das principais deficiências desses modelos é que eles oferecem cobertura geográfica limitada; por exemplo, eles tendem a agrupar todos os países da América do Sul, o que restringe muito sua capacidade de avaliar o risco físico em uma escala relevante.

Os governos também podem avaliar diretamente o risco para os ativos físicos e transmitir essas informações ao público (Frisari et al., 2019). No Chile, o Ministério do Meio Ambiente desenvolveu a plataforma ARCLim, na qual os dados sobre a exposição e a vulnerabilidade dos ativos físicos a diferentes cenários de mudanças climáticas são coletados e disponibilizados para a sociedade (Pica-Tellez et al., 2020). Como as mudanças climáticas futuras são altamente incertas, os modelos financeiros e físicos nunca avaliarão com precisão os riscos, e os tomadores de decisão devem se basear em uma ampla gama de cenários.⁴

Os bancos centrais também devem incorporar os riscos climáticos em seus modelos e em suas análises de como conduzir a política monetária, inclusive usando cenários climáticos prospectivos (Frisari et al., 2019; Grippa et al., 2019; NGFS, 2021). Por exemplo, a Autoridade Bancária Europeia conduziu um projeto piloto em toda a UE com o objetivo de mapear a exposição dos bancos ao risco climático e estimar a parcela de ativos vulneráveis ao risco climático (EBA 2020). O Banco Central Europeu incluiu testes de estresse climático em suas atividades anuais de supervisão bancária para identificar a exposição dos bancos aos riscos climáticos (BCE, 2022).

Grupos de trabalho institucionalizados podem ajudar a ampliar o entendimento do sistema financeiro sobre esses riscos e identificar as melhores práticas no setor (Jaramillo et al., 2023). Por exemplo, o Chile organizou uma mesa redonda público-privada sobre finanças verdes, na qual os atores do setor privado, o Ministério das Finanças, os reguladores financeiros e os supervisores identificaram boas práticas que contribuem para o desenvolvimento de diretrizes significativas. No Equador, a recém-criada Iniciativa de Finanças Sustentáveis é uma parceria

público-privada-acadêmica que busca catalisar os benefícios que as finanças sustentáveis e o investimento de impacto podem trazer para a economia equatoriana.

Avaliar, gerenciar e divulgar os riscos

Para reduzir o risco climático nos negócios e evitar sua disseminação, os governos podem exigir que as empresas avaliem e divulguem com frequência seus riscos climáticos e as medidas que tomaram para enfrentá-los (Frisari et al., 2019).

Em 2017, um grupo de trabalho global de empresas e instituições financeiras, o “*Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD)*”, recomendou que qualquer empresa ou instituição financeira listada divulgasse 11 elementos de governança, estratégia, opções de gerenciamento de risco, métricas e objetivos que usa para avaliar riscos e oportunidades relacionados ao clima (Quadro 9.1).

Os governos exigem cada vez mais que as empresas financeiras divulguem os riscos climáticos e implementem práticas para gerenciá-los. Essas empresas podem ser obrigadas, por exemplo, a manter um nível seguro de liquidez estrutural para minimizar os riscos de falência. As grandes empresas podem ser obrigadas a implementar boas práticas, como as recomendadas pelo TCFD (Delgado et al., 2021, Frisari et al., 2019).

Onze países da região implementaram medidas regulatórias ou de supervisão dedicadas às mudanças climáticas nos últimos anos (Frisari, 2022). No Chile e na Colômbia, por exemplo, regulamentações recentes obrigam os emissores a incorporar o risco climático em seu relatório anual, seguindo as recomendações da TCFD (CMF 2022; SFC, 2021). Outros países, como Costa Rica, República Dominicana, Honduras e México, emitiram diretrizes para incentivar a divulgação voluntária de informações de sustentabilidade pelos emissores (Herrera et al., 2023).

Os bancos centrais também devem divulgar sua exposição ao risco climático e a estratégia para gerenciar essa exposição. No Brasil, a estratégia do Banco Central segue as recomendações da TCFD. Recentemente, criou um comitê de responsabilidade socioambiental organizacional e desenvolveu um relatório de risco socioambiental e uma política de responsabilidade. Também está incluindo considerações sobre mudanças climáticas em suas funções regulatórias e de supervisão (BCB, 2023). Por exemplo, desde 2020, o BCB exige que as instituições

⁴ Capítulo 1. Tomada de decisões para um futuro imprevisível.

RECUADRO 9.1**As 11 divulgações recomendadas pela TCFD sobre riscos e oportunidades climáticas**

As divulgações recomendadas pelo TCFD têm o objetivo de fornecer informações úteis aos investidores e outras partes interessadas sobre governança corporativa, estratégias, gerenciamento de riscos, métricas e metas em relação às mudanças climáticas. As divulgações recomendadas são as seguintes:

GOVERNANÇA

- a. Descreva a supervisão da diretoria sobre os riscos e oportunidades climáticos.
- b. Descreva o papel da gerência na avaliação e no gerenciamento de riscos e oportunidades climáticas.

ESTRATÉGIA

- a. Descreva as oportunidades e os riscos climáticos que a organização identificou no curto, médio e longo prazo.
- b. Descreva o impacto das oportunidades e dos riscos climáticos sobre as atividades, a estratégia e o planejamento financeiro da organização.
- c. Descreva a resiliência da estratégia da organização, levando em conta diferentes cenários relacionados ao clima, incluindo um cenário de 2°C ou menos.

Fonte: TCFD (2017)

GERENCIAMENTO DE RISCOS

- a. Descreva os processos da organização para identificar e avaliar os riscos climáticos.
- b. Descreva os processos da organização para gerenciar os riscos climáticos.
- c. Descreva como os processos de identificação, avaliação e gerenciamento de riscos climáticos são integrados ao gerenciamento geral de riscos da organização.

MÉTRICAS E METAS

- a. Divulgue os parâmetros usados pela organização para avaliar os riscos e oportunidades climáticos de acordo com sua estratégia e processo de gerenciamento de riscos.
- b. Descreva as emissões de gases de efeito estufa (GEE) do Escopo 1, Escopo 2 e, se aplicável, Escopo 3, bem como os riscos relacionados.
- c. Descreva os objetivos usados pela organização para gerenciar os riscos e oportunidades climáticos e os resultados em relação aos objetivos.

financeiras desenvolvam processos e funções para o gerenciamento de riscos climáticos e introduziu divulgações obrigatórias inspiradas na Estrutura TCFD. Os bancos centrais também podem liderar pelo exemplo, integrando considerações de sustentabilidade em sua gestão de portfólio (Frisari et al., 2019; Grippa et al., 2019; NGFS, 2021). Isso pode significar evitar investimentos em ativos expostos a riscos climáticos ou descontar seu valor ao avaliar os riscos e retornos de diferentes ativos em seus portfólios.

O governo também pode obrigar instituições altamente regulamentadas, como os fundos de pensão, a avaliar e gerenciar os riscos climáticos ao investir. No Chile, o governo exige que os fundos de pensão integrem considerações de risco climático em suas políticas e processos de investimento, bem como em seus sistemas de avaliação de risco (Frisari et al., 2019; Frisari, 2022).

Uma tempestade está se formando: necessidades de treinamento, planejamento e coordenação

Classificação das atividades econômicas e dos gastos públicos

Os ministérios das finanças podem promover a transparência e melhorar as informações relacionadas ao financiamento climático. Um desafio é que não há definições estabelecidas sobre o que significa adaptação climática. Isso pode levar ao subfinanciamento da adaptação e ao greenwashing, em que as atividades são falsamente apresentadas como benéficas ao meio ambiente, quando não o são.

Para resolver esse problema, alguns ministérios estão desenvolvendo uma taxonomia que classifica as atividades de acordo com sua contribuição para os objetivos ambientais, incluindo a adaptação. A União Europeia foi pioneira nessa abordagem com sua Taxonomia de Finanças Sustentáveis em 2020. Seu princípio fundamental é que, para que uma atividade de investimento seja considerada sustentável, ela deve contribuir substancialmente para pelo menos um dos objetivos da taxonomia, incluindo a promoção da adaptação às mudanças climáticas, evitando danos significativos a qualquer um dos outros objetivos e atendendo a salvaguardas mínimas (Pettingale, 2022). A Colômbia, em 2022, e o México, em 2023, adotaram taxonomias nacionais que enfatizam a adaptação climática.

Os governos também estão desenvolvendo ferramentas para monitorar quanto de seu orçamento é gasto em mudanças climáticas. O principal desafio na contabilização das despesas com mudanças climáticas é passar de uma classificação econômica ou administrativa do orçamento - ou seja, de acordo com a instituição, programa ou finalidade administrativa (pessoal, operações etc.) - para uma classificação funcional (despesas com mudanças climáticas, gênero, redução da pobreza etc.). A rotulagem das despesas com mudanças climáticas pode ser uma solução de curto prazo. Com a rotulagem de despesas, os governos identificam, ou «etiquetam», as despesas de acordo com critérios definidos e permitem uma classificação orçamentária paralela (Ferro et al., 2020). No Chile, uma análise governamental de 729 iniciativas ou programas no orçamento de 2021 constatou

que 58 deles, com um valor combinado de quase US\$ 1 bilhão, têm um componente climático, sendo 22 relacionados à adaptação e 16 afetando tanto a adaptação quanto a mitigação (DIPRES, 2022).

A rotulagem de gastos também pode identificar gastos que vão contra os objetivos da mudança climática. Um estudo do BID constatou que a Argentina, a Colômbia, a Jamaica, o México e o Peru gastam entre 1,1% e 3,3% de seus orçamentos nacionais em ações positivas de mudança climática. No entanto, esses países também gastam uma porcentagem maior, variando de 1,9% a 8,6% de seus orçamentos, em programas que têm um impacto negativo sobre os esforços de mudança climática, como subsídios a combustíveis fósseis (Ferro et al., 2020).

Planejamento e coordenação de políticas climáticas

Não é possível tomar medidas com base em dados se as habilidades não estiverem presentes. Os formuladores de políticas precisam reconhecer que as habilidades necessárias para adaptar as finanças às mudanças climáticas vão além da alfabetização financeira tradicional. Eles precisam identificar as habilidades críticas, avaliar as capacidades internas, identificar as lacunas de conhecimento, preencher essas lacunas e desenvolver sua capacidade de agir em relação às mudanças climáticas.

Os ministérios das finanças podem desenvolver estratégias financeiras para delinear suas metas climáticas e um roteiro de políticas, regulamentações e investimentos para alcançá-las (Jaramillo et al., 2023). Essas estratégias podem ser usadas para se comprometer com um cronograma de desenvolvimento de reformas fiscais ambientais, taxonomias verdes, classificadores funcionais de gastos públicos e regulamentos de divulgação financeira. Elas também podem promover a cooperação internacional, servir como uma ferramenta para o diálogo com bancos multilaterais de desenvolvimento e definir vínculos público-privados para identificar necessidades e ações.

Idealmente, as estratégias financeiras devem estar vinculadas a estratégias climáticas nacionais mais amplas (Jaramillo et al., 2023). Por exemplo, a Lei-Quadro sobre Mudanças Climáticas do Chile define metas para alcançar uma economia resiliente ao clima até 2050 e estabelece metas e responsabilidades para a maioria dos ministérios, inclusive o de finanças. Embora cada ministério deva buscar suas próprias metas de adaptação, os ministérios do meio ambiente e das finanças são fundamentais para coordenar as ações, garantir o financiamento e endossar as metas ambientais e fiscais gerais.

Por fim, a melhor maneira de reduzir o risco climático é se preparar para uma transição ordenada, mas

rápida, para emissões líquidas zero (Fazekas et al., 2022). Simulações recentes feitas por supervisores financeiros mostram que a exposição do mercado aos riscos climáticos seria gerenciável em cenários ordenados de transição para uma economia de baixo carbono. No entanto, a continuidade das emissões de gases de efeito estufa agravaria a mudança climática e levaria a perdas econômicas e financeiras significativas decorrentes da materialização de riscos físicos. Atrasar as políticas de descarbonização só aumentaria os riscos de transição (FSB, NGFS 2022). As estratégias nacionais devem ter como objetivo o desenvolvimento de baixo carbono, além da resiliência climática.

Referências

- Ahumada, H., Espina-Mairal, S., Navajas, F. e Rasteletti, A., 2023. Effective Carbon Rates on Energy Use in Latin America and the Caribbean: Estimates and Directions for Reform. Nota técnica. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Alejos, L. A. 2018. Three Essays in Public Finance in Developing Countries [Três ensaios sobre finanças públicas em países em desenvolvimento]. Tese de doutorado, Universidade de Michigan.
- Brunetti, C., Dennis, B., Gates, D., Hancock, D., Ignell, D., Kiser, E.K., Kotta, G., Kovner, A., Rosen, R.J. e Tabor, N.K., 2021. Climate change and financial stability (Mudanças climáticas e estabilidade financeira). Notas do FEDS
- IWC. 2022. Metodologia do banco de dados de títulos verdes. Iniciativa Climate Bonds
- Cissé, J. D. (2021). Climate and Disaster Risk Financing Instruments: An Overview (Instrumentos de financiamento de riscos climáticos e de desastres: uma visão geral).
- CMF (2021). Norma Geral nº 461. Modifica a estrutura e o conteúdo do relatório anual dos emissores de valores mobiliários e altera e revoga os regulamentos indicados. Comissão do Mercado Financeiro do Chile.
- Collier, S. J., Elliott, R., & Lehtonen, T. K. (2021). Climate change and insurance (Mudanças climáticas e seguros). *Economy and Society*, 50(2), 158-172.
- DIPRES (2022). Despesas orçamentárias totais em questões de mudanças climáticas, ano de 2021. Revisão da oferta programática e das iniciativas de investimento. Direção de Orçamento do Ministério da Fazenda do Chile.
- Delgado, R., Huáscar, E., Pereira, A. (2021). Política fiscal e mudança climática: experiências recentes dos ministérios da Fazenda na América Latina e no Caribe. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Delgado, R., Eguino, H., Vogt-Schilb, A., Alejos, L., Pimenta, C., Harper, L., Edwards, G., & Rasteletti, A. (2023). Fiscal policy for resilience and decarbonization: contributions to policy dialogue (Política fiscal para resiliência e descarbonização: contribuições para o diálogo sobre políticas). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- EBA.2022. Mapeamento do risco climático: principais conclusões do exercício piloto em toda a UE. Autoridade Bancária Europeia.
- BCE, 2023. Teste de estresse de risco climático de 2022. Banco Central Europeu.
- FAO, PNUD e PNUMA. 2021. A multi-billion-dollar opportunity - Repurposing agricultural support to transform food systems (Uma oportunidade multibilionária - Reorientando o apoio agrícola para transformar os sistemas alimentares). Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, Programas das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente.
- Fazekas, A., Bataille, C., Vogt-Schilb, A., 2022. Carbon-free prosperity: how governments can enable 15 essential transformations (Prosperidade sem carbono: como os governos podem viabilizar 15 transformações essenciais). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- FSB, NGFS. "Climate Scenario Analysis by Jurisdictions: Initial findings and lessons". Conselho de Estabilidade Financeira (2022).
- Frisari, G. L., Gallardo, M., Nakano, C., Cárdenas, V., & Monnin, P. (2019). Financial systems and climate risk: Mapping regulatory, supervisory and industry practices in Latin America and the Caribbean, and applicable international best practices. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Nota técnica, BID-TN, 18.
- Frisari, G., Mills, A., Silva Zuniga, M., Donadi, E., Ham, M., Shepherd, C., Pohl, I. 2020. Improving Climate Resilience in Public Private Partnerships in Jamaica (Melhorando a resiliência climática em parcerias público-privadas na Jamaica). Banco Interamericano de Desenvolvimento
- Frisari, G., 2022. Scaling Up Sustainable Finance and Investment in the Global South: The case of Latin Marica and the Caribban [Aumentando o financiamento e o investimento sustentáveis no Sul Global: o caso da América Latina e do Caribe]. Em U Volz (editor), *Scaling Up Sustainable Finance and Investment in the Global South*. CEPR Press, Londres
- GRI, 2023. GRI Standards by language (Padrões GRI por idioma). <https://www.globalreporting.org/standards/download-the-standards/>. Global Reporting Initiative.
- Grippa, P., Schmittmann, J., Suntheim, F., (2019). Climate change and financial risk (Mudança climática e risco financeiro). Finanças e desenvolvimento. Fundo Monetário Internacional.
- Hallegatte, Stephane; Vogt-Schilb, Adrien; Bangalore, Mook; Rozenberg, Julie. 2017. Unbreakable : Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters [Inquebrável: Construindo a Resiliência dos Pobres diante de Desastres Naturais]. Mudanças climáticas e desenvolvimento. Banco Mundial.

- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2019. Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity (Linhas de vida: a oportunidade de infraestrutura resiliente). Sustainable Infrastructure. Banco Mundial.
- Herrera, Diego, Andrea Pradilla, Estefania Rubio e Jaime Sarmiento, 2023. Disclosure of sustainability and climate change-related risks in Latin America and the Caribbean: towards transparency in green financial markets. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- IAIS (2021). O impacto das mudanças climáticas sobre a estabilidade financeira do setor de seguros. Global Insurance Market Report Special Topic Edition. Basileia, Suíça: Associação Internacional de Supervisores de Seguros.
- Jaramillo, M., Delgado, R., Talbot-Wright, H., Torres, D. 2023. Estratégias de financiamento climático: análise de experiências internacionais. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Lema, D., Gallacher, M., Galetto, A., Gastaldi, L., Gatti, N., 2023. Climate variability and parametric insurance in Southern Cone agriculture (Variabilidade climática e seguro paramétrico na agricultura do Cone Sul). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Lewis, Amy, A Vogt-Schilb, A Fazekas e H Talbot-Wright, 2023. Climate Change Sector Framework Document. Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Meirovich, H., S. Gómez e I. Araujo. 2022. Scaling Adaptation Finance in the Private Sector [Ampliação do financiamento da adaptação no setor privado]. Washington, D.C.: BID Invest.
- Ministério do Meio Ambiente do Panamá. 2020. Guia técnico de mudança climática para projetos de infraestrutura de investimento público. Ministério do Meio Ambiente do Governo do Panamá.
- Ministério das Finanças e Crédito Público da Colômbia. 2021. Quadro de Títulos Verdes Soberanos da Colômbia. Ministério das Finanças e do Crédito Público da Colômbia.
- Ministério das Finanças do Chile. 2021. Títulos verdes. Alocação, elegibilidade e impacto ambiental. Relatório de 2020. Ministério das Finanças do Chile.
- Ministério das Finanças do Chile. 2023a. Ministério da Fazenda finaliza contrato de seguro contra terremotos no valor de US\$ 630 milhões com o Banco Mundial. Recuperado de <https://www.hacienda.cl/noticias-y-eventos/noticias/hacienda-finaliza-contratacion-seguro-terremotos>
- Ministério da Fazenda do Chile. 2023b. Relatório de títulos vinculados à sustentabilidade do Chile. Ministério das Finanças do Chile.
- Missbach, L., Steckel, J.C. e Vogt-Schilb, A., 2022. Cash transfers in the context of carbon pricing reforms in Latin America and the Caribbean (Transferências de dinheiro no contexto de reformas de precificação de carbono na América Latina e no Caribe). Documento de trabalho do Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Portal de cenários do NGFS (2023). Recuperado de <https://www.ngfs.net/ngfs-scenarios-portal/explore/>
- Parry, I., S. Black e N. Vernon. 2021. Still Not Getting Energy Prices Right: A Global and Country Update of Fossil Fuel Subsidies [Ainda não está acertando os preços da energia: uma atualização global e nacional dos subsídios aos combustíveis fósseis].
- Pica-Téllez, A.; Garreaud, R.; Meza, F.; Bustos, S.; Falvey, M.; Ibarra, M.; Duarte, K.; Ormazábal, R.; Dittborn, R. & Silva, I.; 2020. Relatório do Projeto ARCLim: Atlas de Risco Climático para o Chile. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Centro de Cambio Global UC e Meteodata para o Ministério do Meio Ambiente por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago, Chile.
- Pettingale, H., Maupeou, S., Reilly, P., FTI Consulting, (2022). EU Taxonomy and the Future of Reporting (Taxonomia da UE e o futuro dos relatórios). Fórum da Harvard Law School sobre Governança Corporativa.
- Rozenberg, J. e M. Fay. 2019. Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need While Protecting the Planet [Além da lacuna: como os países podem arcar com a infraestrutura de que precisam enquanto protegem o planeta]. Banco Mundial.
- SFC (2021, 31 de dezembro). Circular Externa 31 de 2021 de dezembro de 2022: Instruções sobre a divulgação de informações sobre questões sociais e ambientais, incluindo questões climáticas. Superintendência Financeira da Colômbia.
- Solano-Rodríguez, B., Pye, S., Li, P.H., Ekins, P., Manzano, O. e Vogt-Schilb, A., 2021. Implications of climate targets on oil production and fiscal revenues in Latin America and the Caribbean (Implicações das metas climáticas na produção de petróleo e nas receitas fiscais na América Latina e no Caribe). Energy and Climate Change, 2.
- Talbot-Wright, H., Delgado, R., Vogt-Schilb, A., Torres, D., Loo-Kung, R., 2023. Expectations of ministries of finance, economy and finance on carbon pricing and evidence of its effectiveness (Expectativas dos ministérios da fazenda, economia e finanças sobre a precificação de carbono e evidências de sua eficácia). Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- TCFD, 2017. Recomendações da Força-Tarefa sobre Divulgações Financeiras Relacionadas ao Clima. Força-tarefa sobre divulgações financeiras relacionadas ao clima.
- Welsby, D., Solano, B., Pye, S., Vogt-Schilb, A., 2021. False expectations: stranded natural gas reserves and associated fiscal revenues in Latin America and the Caribbean (Falsas expectativas: reservas de gás natural ociosas e receitas fiscais associadas na América Latina e no Caribe). Banco Interamericano de Desenvolvimento.

As mudanças climáticas estão aí, colocando vidas, ecossistemas e economias em risco. "*Com calor e água até ao pescoço*" fornece uma cartilha muito necessária sobre como os países podem se adaptar a essa nova e dura realidade. Escrito para um público geral em linguagem clara e não técnica, o livro examina as ameaças climáticas e as estratégias de resiliência setor por setor, concentrando-se nos desafios específicos da América Latina e do Caribe.

Como os centros populacionais densos podem usar áreas úmidas e parques, bem como outros elementos do planejamento urbano, para se proteger contra inundações e deslizamentos de terra? O que pode ser feito para garantir a saúde e o bem-estar de pessoas vulneráveis durante ondas de calor e epidemias? Existem inovações em energia renovável, segurança alimentar, energia, transporte e política fiscal e financeira particularmente adequadas às novas circunstâncias da região e outras que provavelmente fracassarão? O livro aborda essas questões e muitas outras com uma análise profunda baseada em três princípios fundamentais: a necessidade de soluções flexíveis em meio à incerteza das mudanças climáticas; a interdependência dos setores na vida social e econômica; e a necessidade de reformar a governança para garantir uma adaptação coordenada e inclusiva que enfatize as comunidades locais e as partes interessadas.

Ao dividir o complexo tópico da adaptação climática em capítulos fáceis de digerir, "*Com calor e água até ao pescoço*" oferece ferramentas para que cidadãos, formuladores de políticas e líderes empresariais construam sociedades prósperas e resilientes em meio às perturbações climáticas, ao mesmo tempo em que elucida lições valiosas para um público global.