

Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial

2010



■ VISÃO GERAL

Desenvolvimento e Mudança Climática

1000 1500 2000 2100



BANCO MUNDIAL

+3°

+2°

+1°

Rumo a uma zona perigosa

A atividade humana está aquecendo o planeta. No último milênio a temperatura média da terra variou em uma faixa inferior a 0.7°C (mostrada em verde); no entanto, as emissões de gases de efeito estufa, causadas pelo homem, resultaram em um aumento dramático da temperatura do planeta acima do índice do século passado (mostrado em amarelo). O crescimento futuro projetado para os próximos 100 anos (mostrado em vermelho), causado por emissões crescentes, talvez possa aquecer o planeta 5°C com relação ao período pré-industrial. A humanidade nunca experimentou tal aquecimento e os impactos físicos resultantes limitariam drasticamente o desenvolvimento. Somente por meio de ações imediatas e ambiciosas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa se poderá evitar um aquecimento perigoso.

A evolução da temperatura do planeta nos últimos 1.000 anos baseia-se em uma série de estimativas de substituição (tais como a análise dos anéis de idade ou uma amostra do núcleo de gelo) que definem o invólucro de uma variação de longo prazo da temperatura. Graças a observações climáticas modernas, iniciadas no século XIX, a temperatura global pode ser calculada com mais precisão; os dados termométricos dos últimos 150 anos ou

nessa proximidade documentam um aumento global da temperatura de quase 1°C desde o período pré-industrial. Os modelos climáticos globais que calculam o efeito de diferentes cenários de futuras emissões sobre o clima da terra indicam uma faixa de possíveis temperaturas globais para este século. Essas estimativas mostram que, apesar dos esforços de mitigação mais agressivos, poderá haver um aquecimento de 2°C ou mais (um nível já considerado perigoso) e a maioria dos modelos projetam que menos mitigação poderia levar a um aquecimento de 3°C ou até mesmo de 5°C e ou mais (embora com menos certeza no tocante a estes índices mais altos de aquecimento).

Os três globos mostrados na capa são composições de dados coletados por satélites nos meses do verão setentrional de 1998 a 2007. As cores do oceano representam uma concentração de clorofila, que é uma medida da distribuição global da vida das plantas oceânicas (fitoplâncton). As cores em azul mais forte são áreas de baixa concentração de clorofila, ao passo que as cores verde, amarelo e vermelho indicam uma concentração ainda maior. As cores do solo mostram a vegetação; as cores branca, marrom e bronze representam a cobertura

vegetativa mínima; as cores de verde-claro a verde-escuro indicam uma vegetação ainda mais densa. Os processos biológicos no solo e nos oceanos desempenham um papel-chave na regulação da temperatura da terra e do ciclo do carbono. As informações apresentadas nesses mapas do globo são essenciais para gerenciar os recursos naturais limitados em um mundo com uma população cada vez maior.

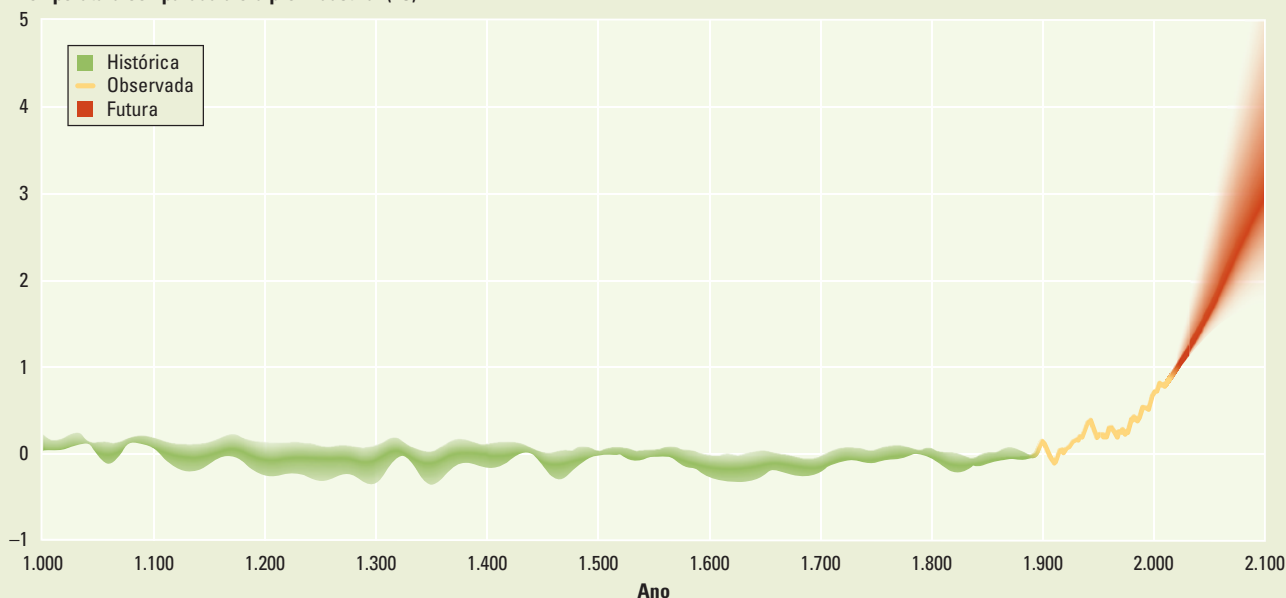
Fontes:

Jones, P. D. e M. E. Mann. 2004. *Climate Over Past Millennia*. *Reviews of Geophysics* 42(2): doi: 10.1029/2003RG000143.

Jones, P. D., D. E. Parker, T. J. Osborn e K. R. Bri a. 2009. *Global and Hemispheric Temperature Anomalies—Land and Marine Instrumental Records*. Em *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Centro de Análise de Informações sobre Dióxido de Carbono, Oak Ridge National Laboratory, Departamento de Energia dos EUA, Oak Ridge, Tennessee, doi: 10.3334/CDIAC/cli.002

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC): 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Genebra: IPCC.

Temperatura comparada à era pré-industrial (°C)



Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial **2010**

*Desenvolvimento
e Mudança Climática*

Visão geral

*A Mudança do Clima
para o Desenvolvimento*



BANCO MUNDIAL
Washington, D.C.

© 2010 The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank
1818 H Street, N.W.
Washington DC 20433
Telefone: 202-473-1000
Internet: www.worldbank.org
E-mail: feedback@worldbank.org

Todos os direitos reservados

1 2 3 4 12 11 10 09

Este documento resume o *Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial de 2010*. É um produto do pessoal do Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento / Banco Mundial. As apurações, interpretações e conclusões expressas neste relatório não refletem necessariamente a opinião dos Diretores Executivos do Banco Mundial nem dos governos dos países que representam.

O Banco Mundial não garante a exatidão dos dados apresentados neste trabalho. As fronteiras, cores, denominações e outras informações apresentadas em qualquer mapa deste trabalho não indicam nenhum julgamento do Banco Mundial sobre a situação legal de qualquer território, nem o endosso ou a aceitação de tais fronteiras.

Direitos e Permissões

O material desta publicação é protegido por direitos autorais. Sua reprodução e/ou transmissão, total ou parcial, sem permissão pode constituir violação das leis em vigor. O Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento / Banco Mundial estimula a divulgação de seu trabalho e geralmente concede pronta permissão para sua reprodução parcial.

Para obter permissão para fazer fotocópias ou reimprimir parte deste trabalho, favor enviar uma solicitação com informações completas para: Copyright Clearance Center Inc., 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA; telefone: 978-750-8400; fax: 978-750-4470; Internet: www.copyright.com.

Todas as outras consultas sobre direitos e licenças, inclusive direitos subsidiários, devem ser endereçadas a: Office of the Publisher, The World Bank, 1818 H Street, NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2422; e-mail: pubrights@worldbank.org.

Desenho da capa: Rock Creek Strategic Marketing
Fotocomposição: Precision Graphics

Capa – imagens do globo Norman Kuring, Grupo de Processamento de Biologia Oceânica, Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>)
Desenho do interior: Naylor Design, Inc.

Crédito das fotos: Gary Braasch.

Para obter informações mais detalhadas a respeito do Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2010 favor consultar o site <http://www.worldbank.org/wdr>.

Conteúdo do Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2010

Prefácio

Agradecimentos

Principais mensagens

Visão Geral: A mudança do clima para o desenvolvimento

Glossário

1 Compreendendo o vínculo entre mudança climática e desenvolvimento

Foco A: A Ciência da Mudança Climática

Parte 1

2 Reduzindo a vulnerabilidade humana: ajudando as pessoas a ajudarem a si mesmas

Foco B: Biodiversidade e serviços de ecossistema em uma mudança climática

3 Gerenciando o solo e a água para alimentar nove bilhões de pessoas e proteger sistemas naturais

4 Alimentando o desenvolvimento sem comprometer o clima

Parte 2

5 Integrando o desenvolvimento em um regime climático global

Foco C: Comércio e Mudança Climática

6 Gerando o financiamento necessário para mitigação e adaptação

7 Acelerando a difusão de inovação e de tecnologia

8 Superando a inércia comportamental e institucional

Nota bibliográfica

Glossário

Indicadores selecionados

Indicadores Seleccionados de Desenvolvimento Mundial

Índice

Prefácio

A mudança climática é um dos desafios mais complexos de nosso jovem século. Nenhum país está imune. Nenhum país sozinho é capaz de enfrentar os desafios interligados impostos pela mudança climática, que incluem decisões políticas controversas, mudanças tecnológicas assustadoras e consequências globais de longo alcance.

À medida que o planeta aquece, os padrões pluviiais mudam e eventos climáticos extremos como secas, inundações e incêndios florestais se tornam mais frequentes. Milhões de pessoas em áreas costeiras populosas e em nações insulares perderão suas casas quando o nível do mar subir. A população pobre na África e Ásia, e em outros lugares enfrentam perspectivas de trágicas falhas de colheitas; produtividade agrícola reduzida; e aumento da fome, desnutrição e doenças.

Como instituição multilateral cuja missão é o desenvolvimento inclusivo e sustentável, o Grupo Banco Mundial tem a responsabilidade de tentar explicar algumas dessas interconexões entre as disciplinas — economia do desenvolvimento, ciência, energia, ecologia, tecnologia, finanças e regimes internacionais efetivos e governança. Com 186 membros, o Grupo Banco Mundial enfrenta o desafio, todos os dias, de fortalecer a cooperação entre estados amplamente diferentes, o setor privado, e a sociedade civil para obter produtos comuns. O 32º *Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial* busca aplicar essa experiência, combinada com pesquisa, para avançar o conhecimento sobre o *Desenvolvimento e a Mudança Climática*.

Os países em desenvolvimento suportarão o peso dos efeitos da mudança climática, mesmo que lutem para superar a pobreza e impulsionem o crescimento econômico. Para esses países, a mudança climática ameaça aprofundar as vulnerabilidades, minar os ganhos conquistados com dificuldade e prejudicar seriamente as perspectivas de desenvolvimento. Torna-se ainda mais difícil alcançar os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio — e garantir um futuro seguro e sustentável após 2015. Ao mesmo tempo, muitos países em desenvolvimento temem restrições na promoção crucial do desenvolvimento energético ou novas regras que possam reprimir suas várias necessidades — de infraestrutura ao empreendedorismo.

Enfrentar o imenso e multidimensional desafio da mudança climática exige habilidade e cooperação extraordinárias. Um mundo “climático inteligente” é possível em nosso tempo — ainda assim, como argumenta este Relatório, para efetuar esse tipo de transformação precisamos agir agora, agir juntos e agir de modo diferente.

Devemos agir agora, porque o que fazemos hoje determina o clima de amanhã e as escolhas que definem nosso futuro. Hoje, estamos emitindo gases do efeito estufa que armazenam calor na atmosfera por décadas ou mesmo séculos. Estamos construindo usinas de energia elétrica, reservatórios, casas e sistemas de transporte, e cidades que devem durar 50 anos ou mais. As tecnologias inovadoras e as variedades de colheitas que criamos hoje podem definir as fontes de energia e alimentos para atender as necessidades de 3 bilhões de pessoas até 2050.

Devemos agir juntos porque a mudança climática é uma crise que atinge o patrimônio global. A mudança climática não pode ser resolvida sem a cooperação dos países em uma escala global para melhorar as eficiências energéticas, desenvolver e implantar tecnologias limpas, e expandir “reservatórios” naturais para cultivar o verde, absorvendo gases. Precisamos proteger a vida humana e os recursos ecológicos. Os países desenvolvidos têm produzido a maior parte das emissões do passado e têm as emissões *per capita* mais altas. Esses países devem tomar a dianteira reduzindo significativamente suas pegadas de carbono e estimulando a pesquisa

sobre alternativas verdes. Mesmo assim, a maior parte das emissões futuras serão geradas no mundo em desenvolvimento. Esses países precisarão da transferência adequada de fundos e tecnologia para poder buscar reduzir a emissão de carbono sem prejudicar suas perspectivas de desenvolvimento.

Devemos agir de modo diferente porque não podemos planejar o futuro baseado no clima do passado. As necessidades climáticas de amanhã exigirão de nós que desenvolvamos uma infraestrutura capaz de resistir às novas condições e suportar o crescente número de pessoas; utilizemos os recursos limitados de solo e água para fornecer alimentos e biomassa para combustível suficientes enquanto preservamos os ecossistemas; e reconfiguremos os sistemas de energia do mundo. Isso exigirá medidas de adaptação que sejam baseadas em novas informações sobre padrões de mudança de temperatura, precipitação e espécies. Mudanças dessa magnitude exigirão um financiamento adicional substancial para adaptação e mitigação, e para que uma pesquisa estrategicamente intensificada amplie abordagens promissoras e explore novas ideias ousadas.

A esta altura, os diversos países do mundo não restringiram suficientemente as emissões ou financiaram os países em desenvolvimento. Precisamos de um novo impulso. A atual crise econômica global não deve nos impedir de avançar — em vez disso, ela apresenta uma oportunidade de repensar a situação. Os fundos de incentivo “verde” em muitos países podem dinamizar a inovação necessária para resolver os problemas gerados pela mudança climática. É crucial estabelecer um acordo climático em dezembro, em Copenhague, que integre as necessidades de desenvolvimento às ações climáticas.

O Grupo Banco Mundial desenvolveu várias iniciativas de financiamento para ajudar os países a lidar com a mudança climática, conforme descrito em nossa Estrutura Estratégica de Desenvolvimento e Mudança Climática. Essas iniciativas incluem nossos mecanismos e fundos de carbono, que continuam a crescer à medida que a eficiência energética e uma nova energia renovável aumentam substancialmente. Estamos tentando desenvolver uma experiência prática sobre como os países em desenvolvimento podem apoiar um regime de mudança climática e obter benefícios com ele — desde mecanismos viáveis para florestamento e desmatamento evitado por meio de sistemas comerciais de carbono, até modelos de menor emissão de carbono e iniciativas que combinem adaptação e mitigação. Dessa forma, podemos apoiar o processo da UNFCCC e os países que preparam novos incentivos e desincentivos internacionais.

É necessário muito mais. Com relação ao futuro, o Grupo Banco Mundial está reformulando nossas estratégias energéticas e ambientais para o futuro, e ajudando os países a intensificarem suas práticas de gestão de riscos e expandirem suas redes de segurança para lidar com os riscos que não podem ser totalmente mitigados.

O *Relatório de Desenvolvimento Mundial de 2010* exige ação com relação aos problemas climáticos antes que seja tarde. Se agirmos agora, agirmos juntos e agirmos de modo diferente, haverá oportunidades reais de reformular nosso futuro climático para uma globalização inclusiva e sustentável.



Robert B. Zoellick
Presidente
Grupo Banco Mundial

Agradecimentos

Este Relatório foi preparado por uma equipe central liderada por Rosina Bierbaum e Marianne Fay, e composta por Julia Bucknall, Samuel Fankhauser, Ricardo Fuentes, Kirk Hamilton, Andreas Kopp, Andrea Liverani, Alexander Lotsch, Ian Noble, Jean-Louis Racine, Mark Rosegrant, Xiaodong Wang, Xueman Wang e Michael Ian Westphal. As principais contribuições foram feitas por Arun Agrawal, Philippe Ambrosi, Elliot Diring, Calestous Juma, Jean-Charles Hourcade, Kseniya Lvovsky, Muthukumara Mani, Alan Miller e Michael Toman. A equipe foi auxiliada por Rachel Block, Doina Cebotari, Nicola Cenacchi, Sandy Chang, Nate Engle, Hilary Gopnik e Hrishikesh Patel. Contribuições adicionais foram feitas por Lidvard Gronnevet e Jon Strand.

Bruce Ross-Larson foi o editor-chefe. Os mapas foram criados pela Unidade de Projetos de Mapas do Banco Mundial sob a direção de Jeff Lecksell. O Escritório de Editoria do Banco Mundial prestou serviços editoriais, de design, composição e impressão sob a supervisão de Mary Fisk, Stephen McGroarty e Andrés Meneses.

O *Relatório do Desenvolvimento Mundial 2010* foi copatrocinado pela Vice-Presidência de Economia do Desenvolvimento (DEC) e Rede de Desenvolvimento Sustentável (SDN). O trabalho foi realizado sob a orientação geral de Justin Yifu Lin na DEC and Katherine Sierra na SDN. Warren Evans e Alan H. Gelb também forneceram uma valiosa orientação. Um Conselho Consultivo composto por Neil Adger, Zhou Dadi, Rashid Hassan, Geoffrey Heal, John Holdren (até dezembro de 2008), Jean-Charles Hourcade, Saleemul Huq, Calestous Juma, Nebojša Nakićenović, Carlos Nobre, John Schellnhuber, Robert Watson e John Weyant forneceram um extenso e excelente assessoramento em todos os estágios do Relatório.

Robert B. Zoellick, Presidente, Grupo Banco Mundial forneceu comentários e orientação.

Muitas outras pessoas de dentro e de fora do Banco Mundial colaboraram com comentários e sugestões. O Grupo de Dados sobre o Desenvolvimento contribuiu para os dados anexos e foi responsável pelos Indicadores Seleccionados de Desenvolvimento Mundial.

A equipe foi amplamente beneficiada por uma grande variedade de consultas. Reuniões e workshops regionais foram realizados localmente ou por meio de videoconferência (usando a Rede Global de Aprendizagem do Desenvolvimento do Banco Mundial) em: África do Sul, Alemanha, Argentina, Bangladesh, Bélgica, Benin, Botsuana, Burkina Faso, China, Costa do Marfim, Costa Rica, Dinamarca, Emirados Árabes Unidos, Etiópia, Filipinas, Finlândia, França, Gana, Holanda, Índia, Indonésia, Kuwait, México, Moçambique, Nicarágua, Noruega, Peru, Polónia, Quênia, Reino Unido, República Dominicana, Senegal, Suécia, Tailândia, Tanzânia, Togo, Tunísia e Uganda. A equipe deseja agradecer aos participantes desses workshops, videoconferências e debates que incluíram acadêmicos, pesquisadores, autoridades governamentais e funcionários de organizações não-governamentais e do setor privado.

Finalmente, a equipe estende seus agradecimentos ao apoio generoso do Governo da Noruega, Departamento de Desenvolvimento Internacional do Reino Unido, Governo da Dinamarca, Governo da Alemanha por meio do Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit, Governo Sueco por meio do Programa de Biodiversidade/Centro de Biodiversidade Sueco (SwedBio), Fundo Fiduciário para o Desenvolvimento Ambiental e Socialmente Sustentável (TFESSD), fundo fiduciário programático de vários doadores e Programa Conhecimento para a Mudança (KCP).

Rebecca Sogui trabalhou como executiva sênior do grupo; Sonia Joseph e Jason Victor como assistentes de programa; e Bertha Medina como assistente de equipe. Evangeline Santo Domingo exerceu a função de assistente de gestão de recursos.

Mensagens mais importantes: Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial de 2010

A redução da pobreza e o desenvolvimento sustentável continuam a ser prioridades globais.

Um quarto da população dos países em desenvolvimento ainda vive com menos de US\$ 1,25 por dia. Um bilhão de pessoas carece de água potável; 1,6 bilhão de eletricidade; e 3 bilhões de saneamento adequado. Um quarto de todas as crianças dos países em desenvolvimento sofre de desnutrição. Abordar essas necessidades deve continuar a ser prioridade tanto dos países em desenvolvimento como da ajuda para o desenvolvimento — reconhecendo que o desenvolvimento se tornará mais difícil, e não mais fácil, com a mudança climática.

No entanto, a mudança climática precisa ser urgentemente abordada. A mudança climática ameaça todos os países, sendo os países em desenvolvimento os mais vulneráveis. Segundo as estimativas, recaí sobre eles de 75% a 80% dos custos de prejuízos causados pela mudança climática. Até mesmo um aquecimento de 2°C acima das temperaturas pré-industriais — o mínimo que provavelmente o mundo experimentará — poderia resultar em reduções permanentes do PIB de 4% a 5% para a África e o Sudeste Asiático. A maioria dos países em desenvolvimento carece de suficientes capacidades financeiras e técnicas para gerenciar um risco climático cada vez maior. Eles também dependem mais diretamente de recursos naturais sensíveis ao clima para a geração de renda e bem-estar. E a maioria está em regiões tropicais e subtropicais já sujeitas a um clima altamente variável.

É improvável que o crescimento por si só seja suficientemente rápido ou suficientemente igualitário para combater as ameaças da mudança climática, especialmente se o crescimento global continuar a fazer uso intensivo do carbono e acelerar a mudança climática. Assim, a política climática não pode ser concebida como a escolha entre o crescimento e a mudança climática. De fato, as políticas climáticas inteligentes são aquelas que melhoram o desenvolvimento, reduzem a vulnerabilidade e financiam a transição para uma trajetória de baixo carbono para o crescimento.

Um mundo com uma atitude climática inteligente está ao nosso alcance se agirmos agora e se atuarmos de forma diferente do passado:

- **Agir imediatamente**, caso contrário, as opções desaparecem e os custos aumentam à medida que o mundo se compromete com uma série de ações de elevado uso de carbono e trajetórias irreversíveis que levam ao aquecimento. A mudança climática já está comprometendo esforços para melhorar padrões de vida e alcançar os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Manter-se próximo dos 2°C acima dos níveis pré-industriais — provavelmente o melhor que podemos fazer — requer uma verdadeira revolução de energia, com a implantação imediata de eficiência energética e de tecnologias de baixo carbono disponíveis, juntamente com investimentos maciços na próxima geração de tecnologias sem as quais o crescimento com baixo carbono não poderá ser alcançado. São necessárias ações imediatas para enfrentar a mudança climática e minimizar os custos para pessoas, infraestrutura e ecossistemas hoje, bem como nos preparar para maiores desafios que nos aguardam.
- **Atuar em conjunto** é a chave para manter os custos baixos e enfrentar efetivamente tanto a adaptação como a mitigação. É preciso começar com os países de alta renda adotando uma ação agressiva para reduzir as próprias emissões. Isso liberaria certo “espaço para

poluição” por parte dos países em desenvolvimento, porém, mais importante ainda, incentivaria a inovação e a procura por novas tecnologias, de forma que possam ser rapidamente ampliadas. Também ajudaria a criar um mercado de carbono suficientemente grande e estável. Ambos os efeitos são críticos para capacitar os países a passarem para uma trajetória de carbono mais baixo, ganhando ao mesmo tempo rápido acesso aos serviços de energia necessários para o desenvolvimento, embora devam ser complementados com o apoio financeiro. Mas atuar em conjunto é também crítico para avançar o desenvolvimento em um ambiente mais hostil — o aumento dos riscos climáticos ultrapassará a capacidade de adaptação das comunidades. O apoio tanto nacional como internacional será essencial para proteger os mais vulneráveis por meio de programas de assistência social, desenvolver acordos internacionais de compartilhamento de riscos e promover o intercâmbio de conhecimento, tecnologia e informação.

- **Atuar de forma diferente** é necessário para permitir um futuro sustentável em um mundo em evolução. Nas próximas décadas os sistemas energéticos do mundo deverão ser transformados para que as emissões globais caiam de 50% a 80%. Deve-se reforçar a infraestrutura para suportar novos eventos climáticos extremos. Para alimentar mais três bilhões de pessoas sem ameaçar ainda mais ecossistemas já estressados será preciso aumentar a produtividade e a eficiência agrícolas do uso dos recursos hídricos. Somente uma gestão integrada e um planejamento flexível de longo prazo e larga escala poderão atender às crescentes demandas sobre os recursos naturais de alimentos, bioenergia, energia hidroelétrica e serviços do ecossistema, conservando ao mesmo tempo a biodiversidade e mantendo estoques de carbono no solo e florestas. Estratégias econômicas e sociais robustas serão aquelas que levarem em conta a crescente incerteza e melhorarem a adaptação a uma diversidade de futuros climáticos, não apenas lidar “da melhor forma possível” com o clima do passado. Uma política eficaz implica em uma avaliação conjunta das ações para o desenvolvimento, a adaptação e a mitigação, uma vez que todas elas se valem dos mesmos recursos finitos (humanos, financeiros e naturais).

É preciso um acordo climático global equitativo e eficaz. Esse acordo reconheceria as diversas necessidades e limitações dos países em desenvolvimento, os ajudaria em matéria de financiamento e tecnologia para enfrentar os desafios crescentes ao desenvolvimento. Além disso, asseguraria que eles não estejam presos a uma parcela permanente baixa do patrimônio global e estabeleceria mecanismos que separariam onde ocorre a mitigação daqueles que pagam por ela. A maior parte do aumento das emissões ocorrerá nos países em desenvolvimento, cuja atual pegada de carbono é extremamente pequena e cujas economias precisam crescer rapidamente para reduzir a pobreza. Os países de alta renda devem prestar aos países em desenvolvimento assistência financeira e técnica tanto para a adaptação como para o crescimento de baixo carbono. O financiamento atual para adaptação e mitigação é inferior a 5% em relação ao que poderia ser necessário anualmente até 2030, mas as desvantagens podem ser compensadas por meio de mecanismos de financiamento inovadores.

O sucesso depende da alteração do comportamento e da mudança da opinião pública. Os indivíduos, como cidadãos e consumidores, determinarão o futuro do planeta. Embora um número maior de pessoas conheça a questão da mudança climática e acredite que uma ação seja necessária, um número muito pequeno faz dessa questão uma prioridade e muitos não tomam nenhuma atitude quando têm oportunidade de fazê-lo. Assim o maior desafio está em mudar os comportamentos e instituições, especialmente em países de alta renda. Mudanças na política pública — local, regional, nacional e internacional — são necessárias para tornar a ação tanto cívica como privada mais fácil e mais atraente.

Capítulo 1: As metas de desenvolvimento são ameaçadas pela mudança climática, ocorrendo os impactos mais pesados sobre os países pobres e as pessoas de baixa renda. E a mudança climática não pode ser controlada, exceto se o crescimento nos países, tanto ricos com pobres, se tornar menos intensivo em termos de produção de gases de efeito estufa. Precisamos agir agora: as decisões sobre desenvolvimento dos países prendem o mundo em uma intensidade de carbono específica e determinam o aquecimento futuro. Deixar a situação como está poderia levar a aumentos de temperatura de 5°C ou mais neste século. E precisamos agir em conjunto: adiar a mitigação nos países em desenvolvimento poderia dobrar os custos da mitigação e isso poderia realmente acontecer, exceto se for mobilizado um financiamento substancial. Mas se agirmos agora e em conjunto, os custos incrementais de manter o aquecimento em cerca de 2°C são pequenos e podem ser justificados, dados os perigos prováveis de uma mudança climática maior.

Capítulo 2: Uma mudança climática adicional é inevitável. Estressará as pessoas física e economicamente, de modo especial nos países pobres. A adaptação requer uma tomada de decisão firme: planejamento em um horizonte de longo prazo e consideração de um amplo alcance de cenários climáticos e socioeconômicos. Os países podem reduzir riscos físicos e financeiros associados a condições climáticas variáveis e extremas. Podem também proteger os mais vulneráveis. Algumas práticas estabelecidas precisarão ser ampliadas, tais como seguro e proteção social, e outras terão de ser implementadas de forma diferente, tais como planejamento urbano e infraestrutura. Essas ações de adaptação trarão benefícios, mesmo sem mudança climática. Estão surgindo iniciativas promissoras, mas aplicá-las na escala necessária implicará dinheiro, esforço, engenhosidade e informação.

Capítulo 3: A mudança climática tornará mais difícil produzir alimentos suficientes para a população mundial crescente e alterará a oportunidade, disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos. Para evitar invadir ecossistemas já estressados, as sociedades deverão quase dobrar a taxa atual de aumento da produtividade agrícola, ao mesmo tempo reduzindo ao mínimo o prejuízo ambiental correlato. Isso requer esforços dedicados para implantar práticas conhecidas, porém negligenciadas; identificar diversidades de cultivo capazes de aguentar choques climáticos; diversificar a subsistência rural; melhorar a gestão de florestas e aquicultura; e investir em sistemas da informação. Os países precisarão colaborar entre si na gestão de recursos hídricos comuns e melhorar o comércio de alimentos. É importante utilizar as políticas básicas corretas, mas estão surgindo novas tecnologias e novas práticas. Os incentivos financeiros ajudarão. Alguns países estão redirecionando seus subsídios agrícolas para apoiar ações ambientais e os futuros créditos em carbono armazenados nas árvores e solos poderão beneficiar as reduções de emissões e as metas de conservação.

Capítulo 4: Solucionar o problema da mudança climática requer ação imediata em todos os países e uma transformação fundamental dos sistemas energéticos — melhoria significativa na eficiência energética; mudança dramática no sentido da energia renovável e possivelmente energia nuclear; e uso generalizado de tecnologias avançadas para captar e armazenar emissões de carbono. Os países desenvolvidos deverão assumir a liderança e reduzir drasticamente as próprias emissões em até 80% até 2050, trazer novas tecnologias ao mercado e ajudar a financiar a transição dos países em desenvolvimento para caminhos de energia limpa. Mas também é do interesse dos países em desenvolvimento agir agora para evitar ficarem presos em uma infraestrutura de alto carbono. Muitas mudanças — tais como remoção de sinais de preços distorcidos e aumento da eficiência energética — são boas tanto para o desenvolvimento como para o meio ambiente.

Capítulo 5: Um problema global como o de dimensões da mudança climática requer coordenação internacional. No entanto, a implementação depende de ações nos países. Portanto, um regime climático internacional eficaz deve integrar as preocupações do desenvolvimento, libertando-se da dicotomia ambiente versus equidade. Uma estrutura com múltiplos caminhos para a ação climática, com metas ou políticas diferentes para os países desenvolvidos e países em desenvolvimento poderia ser uma das formas de avançar. Essa estrutura precisaria levar em consideração o processo para definir e medir o sucesso. O regime climático internacional também deverá apoiar a integração da adaptação no desenvolvimento.

Capítulo 6: O financiamento climático oferece os meios para reconciliar a equidade com a eficácia e a eficiência em ações para a redução de emissões e adaptação à mudança climática. No entanto, os níveis atuais estão muito aquém das necessidades estimadas — o financiamento climático total para os países em desenvolvimento eleva-se hoje a US\$ 10 bilhões por ano, em comparação com requisitos projetados de US\$ 75 bilhões para adaptação e US\$ 400 bilhões para mitigação anualmente até 2030. Preencher o hiato implica reformular os mercados de carbono existentes e aproveitar novas fontes, inclusive impostos sobre o carbono. A determinação de preço do carbono transformará o financiamento climático nacional, serão necessárias transferências financeiras e comércio de direitos de emissão, ambos em âmbito internacional para se evitar que o crescimento e a redução da pobreza nos países em desenvolvimento sejam frustrados por um mundo restrito ao carbono.

Capítulo 7: Cumprir as metas da mudança climática e do desenvolvimento requer intensificar de modo significativo os esforços para divulgar as tecnologias existentes, bem como desenvolver e implantar as novas. O investimento tanto público como privado — atualmente em bilhões de dólares por ano — precisará ser aumentado de forma considerável a várias centenas de bilhões de dólares por ano. Políticas de “impulso tecnológico”, baseadas no aumento dos investimentos públicos em pesquisa e desenvolvimento, não serão suficientes. Precisam ter a contrapartida de políticas “direcionadas para o mercado” que criem incentivos provenientes dos setores tanto público como privado, para o empreendedorismo, a colaboração e a busca de soluções inovadoras em lugares improváveis. Divulgar tecnologias inteligentes em termos de clima requer muito mais do que remeter equipamento pronto para ser usado aos países em desenvolvimento. Requer reforçar a capacidade de absorção e aumentar a capacidade dos setores público e privado para identificar, adotar, adaptar, melhorar e empregar as tecnologias mais apropriadas.

Capítulo 8: Conseguir resultados ao enfrentar o desafio climático implica ir além da mobilização internacional de financiamento e tecnologia, enfocando barreiras psicológicas, organizacionais e políticas à ação climática. Essas barreiras surgem da forma como as pessoas percebem e consideram o problema climático, da forma como funcionam as burocracias e dos interesses que constituem a ação pública. A mudança de política requer alterar o direcionamento de incentivos políticos e até mesmo as responsabilidades organizacionais. E requer um marketing ativo de políticas climáticas, aproveitando normas sociais e de comportamento, a fim de transformar as preocupações do público em compreensão e a compreensão em ação — começando em casa.



Visão geral

A Mudança do Clima para o Desenvolvimento

Há trinta anos, metade do mundo em desenvolvimento vivia em extrema pobreza — hoje essa proporção é de um quarto.¹ Agora, uma parcela muito menor de crianças está subnutrida e vive em situação de risco de morte prematura. E o acesso à infraestrutura moderna é muito mais disseminado. Essencial para o progresso: rápido crescimento econômico impulsionado pela inovação tecnológica e reforma institucional, especialmente nos atuais países de renda média, onde os rendimentos *per capita* dobraram. Ainda assim, as necessidades continuam imensas, com o número de pessoas que sofrem de fome tendo passado a marca do bilhão este ano pela primeira vez na história.² Com tantas pessoas ainda vivendo na pobreza e com fome, o crescimento e o alívio da pobreza continuam a ser a principal prioridade dos países em desenvolvimento.

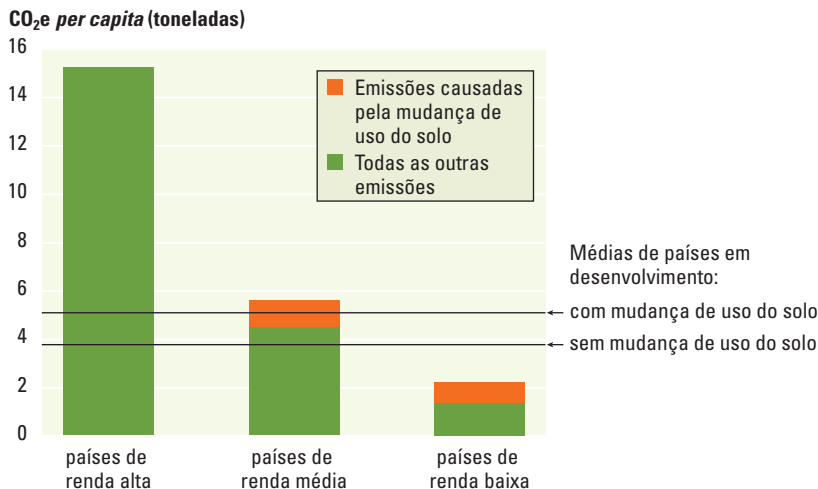
A mudança climática torna o desafio mais complicado. Em primeiro lugar, os impactos da mudança climática já estão sendo sentidos, com mais secas, mais inundações, um número maior de tempestades fortes e de ondas de calor — sobrecarregando pessoas, empresas e governos, afastando os recursos do desenvolvimento. Segundo, a continuação da mudança climática, às taxas atuais, significará desafios cada vez maiores ao desenvolvimento. Até o final do século, a mudança climática poderia provocar temperaturas no mínimo 5°C mais elevadas do que as da era pré-industrial e criar um mundo extremamente diferente do atual, com mais eventos climáticos extremos, a maioria dos sistemas estressados e em fase de mudança, muitas espécies condenadas à extinção e nações insulares inteiras ameaçada pela inundação. Mesmo com nossas melhores

iniciativas, é pouco provável estabilizar as temperaturas em menos de 2°C acima da temperatura pré-industrial, aquecimento que exigirá uma adaptação substancial.

Os países de renda elevada podem e devem reduzir suas pegadas de carbono. Eles não podem continuar a ocupar uma parcela injusta e insustentável do patrimônio atmosférico. Mas os países em desenvolvimento — cujas emissões médias *per capita* correspondem a um terço das emissões dos países de alta renda (figura 1) — precisam de expansões muito expressivas em energia, transporte, sistemas urbanos e produção agrícola. Se forem buscadas por meio de tecnologias tradicionais e intensidades de carbono, essas tão necessárias expansões produzirão mais gases do efeito estufa e, portanto, mais mudanças climáticas. A questão, portanto, não é somente como tornar o desenvolvimento mais resiliente à mudança climática. É como buscar o crescimento e a prosperidade sem gerar uma “perigosa” mudança climática.³

A política de mudança climática não é um dilema simples entre um mundo com elevado crescimento e alto carbono e um mundo com baixo crescimento e baixo carbono — uma dúvida simples entre crescer ou preservar o planeta. Muitas ineficiências são responsáveis pela atual intensidade elevada de carbono.⁴ As tecnologias existentes e melhores práticas, por exemplo, podem reduzir em 20–30% o consumo de energia nos setores industrial e energético, ajudando, assim, a reduzir a pegada de carbono desses setores sem prejudicar o crescimento.⁵ Muitas ações voltadas para a mitigação, que significam mudanças destinadas a reduzir as emissões de gases do efeito estufa, têm enormes benefícios correlatos em saúde

Figura 1 Pegadas desiguais: Emissões *per capita* em países de renda baixa, média e alta, 2005



Fontes: Banco Mundial 2008c; WRI 2008 aumentou com as emissões na mudança de uso do solo de Houghton 2009. Emissões de gases do efeito estufa incluem dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e gases potenciais do alto aquecimento global (F-gases). Todos eles são expressos em termos de CO₂ equivalente (CO₂e) — a quantidade de CO₂ que causaria a mesma quantidade de aquecimento. Em 2005, as emissões causadas pela mudança no uso do solo nos países de renda alta foram insignificantes.

pública, segurança energética, economias financeiras, etc. Na África, por exemplo, as oportunidades de mitigação estão vinculadas a uma gestão mais sustentável do solo e florestas, a uma energia mais limpa (como a geotérmica ou hidrelétrica) e à criação de sistemas de transporte urbano sustentáveis. Portanto, a agenda de mitigação na África é provavelmente compatível com o aumento do desenvolvimento.⁶ Este também é o caso da América Latina.⁷

Nem a maior riqueza nem a prosperidade produz inerentemente mais gases do efeito estufa, mesmo que tenham atuado em conjunto no passado. Determinados padrões de consumo e produção o fazem. Mesmo excluindo os países produtores de petróleo, as emissões *per capita* em países de renda elevada variam em um fator de quatro, das seven toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e)⁸ *per capita* na Suíça, para 27 na Austrália e Luxemburgo.⁹

E a dependência de combustível fóssil não pode ser considerada inevitável devido à insuficiência de iniciativas para encontrar alternativas. Embora os subsídios globais para produtos petrolíferos somem cerca de US\$ 150 bilhões anualmente, os gastos públicos em pesquisa, desenvolvimento e implantação (RD&D) de energia giraram em torno de US\$ 10 bilhões durante décadas, exceto por um breve pico após a crise do

petróleo (ver capítulo 7). Isso representa 4% do RD&D público global. Os gastos privados em RD&D de energia, cerca de US\$ 40 bilhões a US\$ 60 bilhões por ano, equivalem a 0,5% das receitas privadas — uma pequena parcela do que as indústrias inovadoras como a de telecomunicações (8%) ou farmacêutica (15%) investem em RD&D.¹⁰

Uma mudança para um mundo com baixo carbono por meio de inovação tecnológica e reformas institucionais complementares precisa começar por uma ação drástica e imediata por parte dos países de renda elevada no sentido de reduzir suas pegadas de carbono insustentáveis. Isso liberaria algum espaço no patrimônio atmosférico comum (figura 2). Mais importante ainda, um compromisso confiável por parte dos países de renda alta de reduzir drasticamente suas emissões estimularia o necessário RD&D de novas tecnologias e processos em energia, transporte, indústria e agricultura. E uma grande e previsível demanda de tecnologias alternativas reduzirão seu preço ajudado a aumentar sua competitividade frente aos combustíveis fósseis. Somente com novas tecnologias a preços competitivos, a mudança climática pode ser reduzida sem prejuízo para o crescimento.

Os países em desenvolvimento têm margem de manobra para adotar trajetórias de baixo carbono sem comprometer o desenvolvimento, mas essa margem de manobra varia de um país para outro e dependerá da assistência financeira e técnica dos países de alta renda. Essa assistência seria igualitária (e em conformidade com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC) de 1992): os países de renda elevada, com um sexto da população mundial, são responsáveis por quase dois terços dos gases do efeito estufa existentes na atmosfera (figura 3). Ela também seria eficiente: as economias geradas pela ajuda ao financiamento da mitigação antecipada nos países em desenvolvimento mediante, por exemplo, a construção de infraestrutura e moradia nas próximas décadas, são tão grandes que produzem benefícios econômicos claros para todos.¹¹ Mas criar, sem falar em implementar, um acordo internacional que implique transferências de recursos substanciais, estáveis e previsíveis não é uma questão trivial.

Os países em desenvolvimento, especialmente os mais pobres e mais expostos, também precisarão de ajuda para se adaptarem à mudança climática. Eles já são os que mais sofrem com os eventos climáticos

extremos (ver capítulo 2). E até mesmo um aquecimento adicional relativamente modesto exigirá grandes ajustes na forma como a política de desenvolvimento é planejada e implementada, na forma como as pessoas vivem e se sustentam e nos perigos e oportunidades que enfrentam.

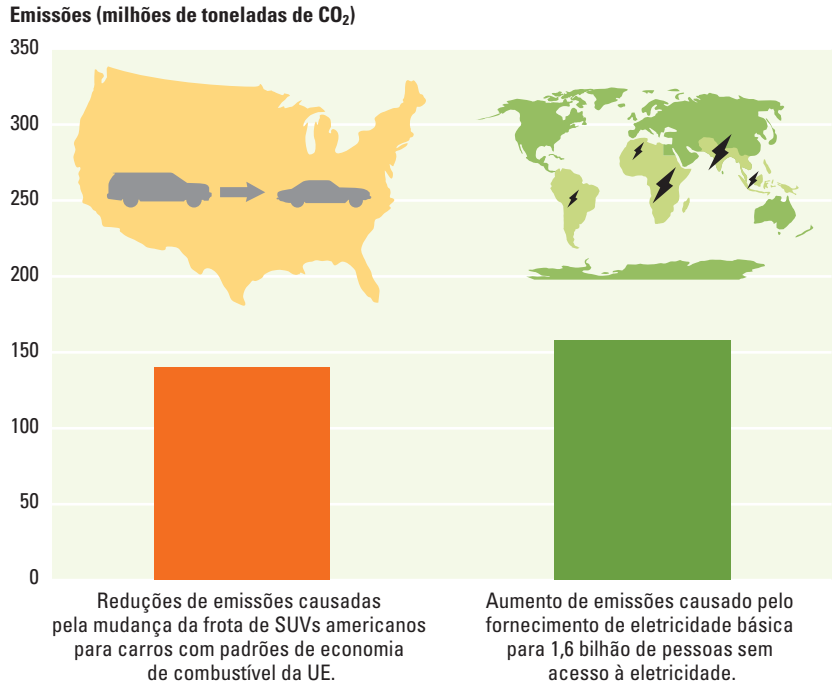
A atual crise financeira não pode ser uma desculpa para relegar o clima ao segundo plano. Uma crise financeira tem, em média, duração de menos de dois anos, resulta em uma perda de 3% do PIB e é mais tarde compensada por um crescimento de mais de 20% ao longo de oito anos de recuperação e prosperidade.¹² Assim, em que pese todo o mal que elas causam, as crises financeiras vêm e vão. O mesmo não acontece com a crescente ameaça imposta por um clima em transformação. Por quê?

Porque o tempo não é nosso aliado. Os impactos dos gases do efeito estufa liberados na atmosfera serão sentidos por décadas, até mesmo milênios,¹³ tornando muito difícil o retorno a um nível “seguro”. Essa inércia do sistema climático restringe seriamente a possibilidade de compensar os modestos esforços de hoje com uma mitigação acelerada no futuro.¹⁴ Os atrasos também aumentam os custos porque os impactos se agravam e as opções de baixo custo para a mitigação desaparecem ao ficarem as economias amarradas a infraestruturas e estilos de vida de alta emissão de carbono — mais inércia.

É necessária uma ação imediata para manter o aquecimento o mais próximo possível de 2°C. Esse aquecimento não é o desejável, mas é provavelmente o melhor que podemos fazer. Não há um consenso entre os economistas de que isso seja o ideal para a economia. Há, no entanto, um consenso crescente nos círculos políticos e científicos de que visar a um aquecimento de 2°C é a medida responsável tomar.¹⁵ Este Relatório endossa tal posição. Da perspectiva do desenvolvimento, um aquecimento muito acima de 2°C é simplesmente inaceitável. Mas a estabilização em 2°C exigirá grandes mudanças no estilo de vida, uma verdadeira revolução energética e uma transformação no modo como lidamos com o solo e com as florestas. E ainda seria necessária uma adaptação substancial. Para lidar com a mudança climática a raça humana terá que empregar toda a inovação e a criatividade que lhe são inerentes.

Inércia, equidade e criatividade são três temas que permeiam este Relatório. A inércia é a característica que define o desafio climático, motivo pelo qual uma ação se faz necessária com tanta urgência. A equidade é a chave para

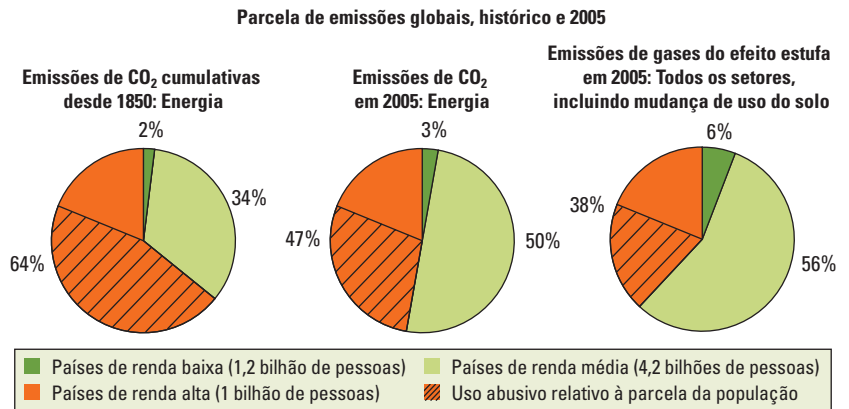
Figura 2 Lei de re-equilíbrio: Mudar de utilitários esportivos para carros de passageiro econômicos nos EUA somente praticamente compensaria as emissões geradas no fornecimento de eletricidade para mais 1,6 bilhão de pessoas



Fonte: Cálculos da equipe do WDR baseados em BTS 2008.

Nota: As estimativas são baseadas nos 40 milhões de SUVs (veículos utilitários esportivos) que viajam um total de 480 bilhões de milhas por ano nos Estados Unidos (supondo 12 mil milhas por carro). Com eficiência de combustível média de 18 milhas por galão, a frota de SUV consome 27 bilhões de galões de gasolina anualmente com emissões de 2.421 gramas de carbono por galão. Mudar para carros econômicos com a eficiência de combustível média dos novos carros de passageiros vendidos na União Europeia (45 milhas por galão; consulte ICCT 2007) resulta em uma redução de 142 milhões de toneladas de CO₂ (39 milhões de toneladas de carbono) anualmente. O consumo de eletricidade dos domicílios pobres nos países em desenvolvimento está estimado em 170 kilowatt-horas por pessoa ao ano e supõe-se que a eletricidade seja fornecida na intensidade do carbono médio mundial atual de 160 gramas de carbono um kilowatt-hora, equivalente a 160 milhões de toneladas de CO₂ (44 milhões de toneladas de carbono). O tamanho do símbolo da eletricidade no mapa global corresponde ao número de pessoas sem acesso à eletricidade.

Figura 3 Os países de renda alta têm contribuído historicamente para uma parcela desproporcional de emissões globais e continuam contribuindo



Fontes: DOE 2009; Banco Mundial 2008c; WRI 2008 aumentou com as emissões na mudança do uso do solo de Houghton 2009.

Nota: Os dados abrangem mais de 200 países dos anos mais recentes. Não há dados disponíveis de todos os países no século XIX, mas foram incluídos todos os principais emissores da era. Emissões de dióxido de carbono (CO₂) causadas pela produção de energia incluem toda a produção de cimento, queima de combustíveis fósseis e queima de gás. Emissões de gases do efeito estufa incluem CO₂, metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e gases potenciais do alto aquecimento global (F-gases). Os setores incluem os processos industriais e de energia, agricultura e mudança do uso do solo (de Houghton 2009) e resíduos. O uso abusivo do patrimônio atmosférico relativo à parcela da população é baseado nos desvios de emissões *per capita* iguais; em 2005, os países de renda alta equivalem a 16% da população global; desde 1850, em média, os países de renda alta de hoje equivalem a quase 20% da população global.

um acordo global eficaz, para a confiança necessária para encontrar uma solução eficiente para esta tragédia do patrimônio global — o motivo pelo qual precisamos agir de modo diferente de como agimos no passado 5°C a mais de aquecimento que uma mudança climática não-mitigada poderia causar neste século¹⁸ equivalem à diferença entre o clima de hoje e a última era glacial, quando as geleiras atingiram a Europa Central e a região norte dos Estados Unidos. A criatividade é a única resposta possível para um problema que é política e cientificamente complexo — a qualidade que nos poderia permitir agir de modo diferente de como agimos no passado. Agir agora, agir juntos, agir de modo diferente — são essas as etapas que podem colocar ao nosso alcance um mundo inteligente em termos climáticos. Mas primeiro é preciso acreditar que há motivo para agir.

O caso para a ação

A temperatura média do planeta já se elevou quase 1°C desde o início do período

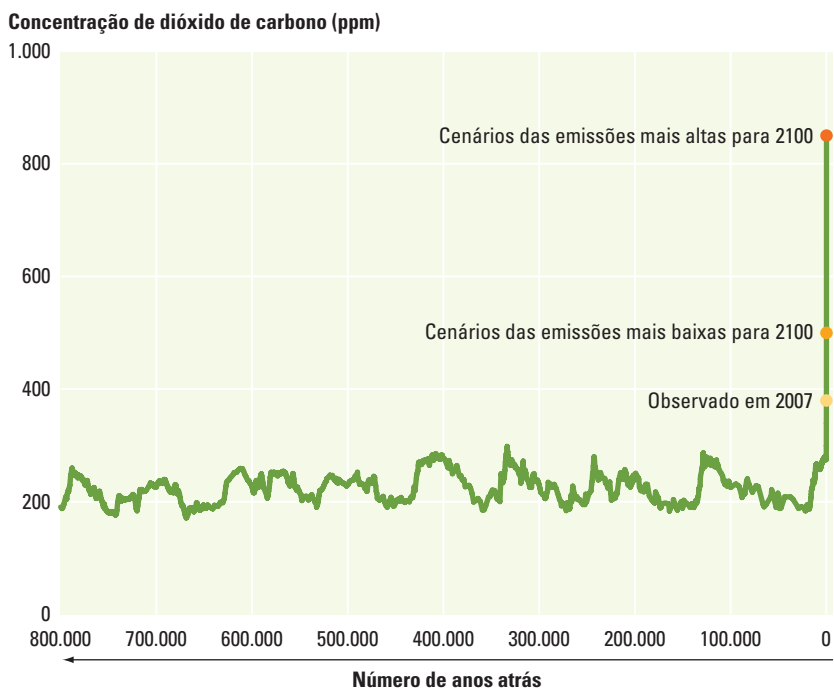
industrial. Nas palavras do Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre a Mudança Climática (IPCC), um documento de consenso produzido por mais de 2 mil cientistas representando todos os países membros das Nações Unidas: “O aquecimento do sistema climático é evidente”.¹⁶ As concentrações atmosféricas globais de CO₂, o mais importante gás do efeito estufa, ficaram na faixa de 200 a 300 partes por milhão (ppm) durante 800.000 anos, mas saltaram para cerca de 387 ppm nos últimos 150 anos (figura 4), principalmente por causa da queima de combustíveis fósseis e, em menor escala, da agricultura e alteração no uso da terra. Uma década após o Protocolo de Quioto definir os limites para as emissões internacionais de carbono, início do primeiro período de rigorosa contabilidade das emissões pelos países desenvolvidos, os gases causadores do efeito estufa na atmosfera ainda estão aumentando. E o que é pior — estão aumentando a uma taxa acelerada.¹⁷

Os efeitos já são visíveis no aumento das temperaturas médias do ar e do oceano, no derretimento generalizado da neve e do gelo e na elevação dos níveis do mar. Dias frios, noites frias e geadas estão se tornando menos frequentes enquanto as ondas de calor são mais comuns. Em termos globais, a precipitação aumentou apesar de a Ásia Central, Austrália, bacia do Mediterrâneo, Sahel, oeste dos Estados Unidos e muitas outras regiões estarem enfrentando secas mais intensas e mais frequentes. Chuvas torrenciais e inundações estão se tornando mais comuns e tanto os danos causados por — e provavelmente a intensidade de — tempestades e ciclones tropicais aumentaram.

A mudança climática ameaça todos os países, mas sobretudo os países em desenvolvimento

O aquecimento de mais de 5°C que ocorreria neste século¹⁸ equivale à diferença entre o clima de hoje e a última era glacial, quando as geleiras atingiram a Europa Central e a porta de entrada da cidade de Nova York. Essa mudança ocorreu no decorrer de milênios; a mudança climática provocada pelos seres humanos está ocorrendo na escala de um século, dando pouco tempo para as sociedades e os ecossistemas se adaptarem ao ritmo rápido. Uma mudança de temperatura tão drástica causaria grandes deslocamentos em ecossistemas fundamentais para as sociedades e economias humanas — como a possível morte descendente da floresta

Figura 4 Tirado dos gráficos com CO₂



Fonte: Lüthi e outros, 2008.

Nota: Análise de bolhas de ar presas em um núcleo de gelo de 800.000 anos documenta a mudança de concentração de CO₂ da Terra. Nesse longo período, os fatores naturais levaram a concentração de CO₂ na atmosfera a variar numa faixa de cerca de 170 a 300 partes por milhão (ppm). Os dados relacionados à temperatura deixam claro que essas variações tiveram um papel central na determinação do clima global. Como resultado das atividades humanas, a atual concentração de CO₂ de cerca de 387 ppm fica aproximadamente 30% acima de seu nível mais alto durante pelo menos os últimos 800.000 anos. Na ausência de medidas de controle sólidas, as emissões projetadas para este século resultariam em uma concentração de CO₂ quase duas a três vezes o nível mais alto experimentado nos últimos 800.000 ou mais anos, conforme demonstrado nos dois cenários das emissões projetadas para 2100.

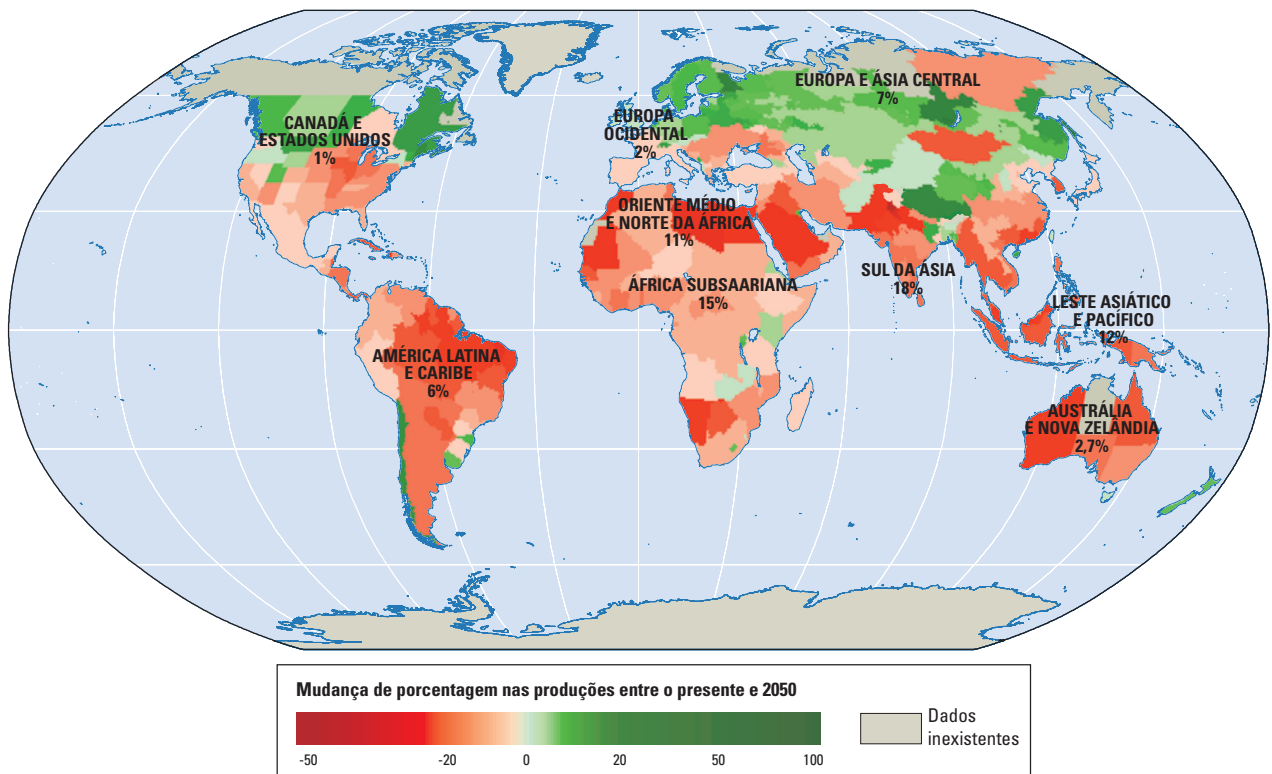
amazônica, perda completa de geleiras dos Andes e do Himalaia e rápida acidificação do oceano, gerando a ruptura dos ecossistemas marinhos e a morte dos recifes de corais. A velocidade e a magnitude da mudança poderiam condenar à extinção mais de 50% das espécies. Os níveis do mar podem subir até um metro este século,¹⁹ ameaçando mais de 60 milhões de pessoas e mais de US\$ 200 bilhões em ativos apenas nos países em desenvolvimento.²⁰ A produtividade agrícola provavelmente declinará em todo o mundo, especialmente nos trópicos, até mesmo com mudanças dramáticas nas práticas agrícolas. E o número de pessoas que poderiam morrer de desnutrição a cada ano aumentaria em 3 milhões.²¹

Até mesmo um aquecimento de 2°C acima das temperaturas pré-industriais resultaria em novos padrões climáticos com consequências globais. Aumento da variabilidade do clima, eventos extremos mais frequentes e mais

intensos e maior exposição a surtos de tempestades costeiras resultariam em um risco muito maior de impactos catastróficos e irreversíveis. De 100 milhões a 400 milhões de pessoas a mais poderiam correr risco de passar fome.²² E de 1 bilhão a 2 bilhões de pessoas a mais possivelmente não teriam mais água suficiente para atender as suas necessidades.²³

Os países em desenvolvimento são mais expostos e menos resilientes aos perigos climáticos. Essas consequências atingirão desproporcionalmente os países em desenvolvimento. Um aquecimento de 2°C pode resultar em uma redução permanente de 4% a 5% na renda anual *per capita* na África e Sul da Ásia,²⁴ em oposição a perdas mínimas nos países de renda elevada e uma perda média no PIB global de cerca de 1%.²⁵ Essas perdas seriam impulsionadas pelos impactos na agricultura, um setor importante

Mapa 1 A mudança climática reduzirá as produções agrícolas na maioria dos países em 2050, dadas as atuais práticas agrícolas e variedades de colheitas



Fontes: Müller e outros 2009; e Banco Mundial 2008.

Nota: A cor da figura mostra a mudança de porcentagem projetada nas produções das 11 principais colheitas (trigo, arroz, milho, ervilha de campo, beterraba, batata-doce, soja, girassol e semente de colza) de 2046 a 2055, comparado com 1996–2005. Os valores que produzem variação são o meio dos três cenários de emissões em todos os cinco modelos climáticos, presumindo que não haja fertilização de CO₂ (um possível impulso — de magnitude incerta — para o cultivo de plantas e eficiência do uso da água das concentrações mais altas de CO₂ no ambiente). Os números indicam a parcela do PIB proveniente da agricultura em cada região. (A parcela para a África Subsaariana é de 23% se excluirmos a África do Sul.) São previstos grandes impactos negativos na produção em muitas áreas que são altamente dependentes de agricultura.

QUADRO 1 *Todas as regiões em desenvolvimento são vulneráveis aos impactos da mudança climática — por diferentes razões*

Os problemas comuns aos países em desenvolvimento — recursos humanos e financeiros limitados, instituições frágeis — impulsionam sua vulnerabilidade. Mas outros fatores, atribuíveis a sua geografia e história, também são significativos.

A África SubSaariana sofre de fragilidade natural (dois terços de sua área de superfície são desertos ou possuem solo seco) e alta exposição a secas e enchentes, que devem aumentar com as futuras mudanças climáticas. As economias da região são altamente dependentes de recursos naturais. A biomassa fornece 80% do suprimento de energia básica interna. A agricultura dependente da água da chuva contribui com cerca de 23% do PIB (excluindo a África do Sul) e emprega aproximadamente 70% da população. A infraestrutura inadequada pode dificultar os esforços de adaptação, com armazenamento limitado de água apesar dos recursos abundantes. A malária, que já é a principal causa de morte na região, está se disseminando para altitudes mais elevadas, que antes eram seguras.

No **Leste Asiático e Pacífico** um importante impulsor de vulnerabilidade é o grande número de pessoas que vivem ao longo da costa e nas ilhas de baixas altitudes — mais de 130 milhões de pessoas na China, e aproximadamente 40 milhões, ou mais da metade de toda a população, no Vietnã. Um segundo impulsor é a contínua dependência da agricultura, especialmente entre os países mais pobres, em matéria de renda e emprego. À medida que aumentam as pressões sobre os recursos do solo, da água e das florestas, como resultado do crescimento da população, da urbanização e da degradação ambiental causados pela rápida industrialização, uma maior variabilidade e eventos climáticos extremos complicarão sua gestão. Na bacia hidrográfica do Mekong a estação chuvosa verá uma precipitação mais intensa, enquanto a estação seca prolonga-se em até dois meses. Um terceiro impulsor está relacionado às economias da região que são altamente dependentes dos

recursos marinhos. Somente no Sudeste da Ásia, o valor de recifes de corais bem gerenciados é de US\$ 13 bilhões, mas eles já foram prejudicados pela poluição industrial, desenvolvimento costeiro, pesca predatória e escoamento de pesticidas e nutrientes agrícolas.

A vulnerabilidade à mudança climática na **Europa Oriental e Ásia Central** é impulsionada por um legado soviético que ainda persiste de má administração ambiental e estado precário de boa parte da infraestrutura da região. Um exemplo: temperaturas elevadas e a precipitação reduzida na Ásia Central exacerbam o catástrofe ambiental do sul do Mar de Aral, que está desaparecendo (causada pelo desvio da água para o cultivo de algodão em um clima desértico) enquanto a areia e o sal do fundo do mar ressecado estão atingindo as geleiras da Ásia Central, acelerando o derretimento causado pelas temperaturas mais altas. Infraestruturas e moradias envelhecidas, mal construídas e precariamente mantidas — um legado da era soviética e dos anos de transição — não são apropriadas para suportar tempestades, ondas de calor ou enchentes.

Os ecossistemas mais importantes da **América Latina e do Caribe** estão ameaçados. Primeiro, as geleiras tropicais dos Andes devem desaparecer, reduzindo o tempo e a intensidade da água disponível para vários países, resultando em escassez de água para pelo menos 77 milhões de pessoas até 2020 e ameaçando a energia hidrelétrica, fonte de mais da metade da eletricidade em muitos países da América do Sul. Em segundo lugar, o aquecimento e a acidificação dos oceanos resultarão em um branqueamento frequente e possíveis mortes descendentes dos recifes de corais do Caribe, que abrigam viveiros de quase 65% de todas as espécies de peixes da bacia, fornecem uma proteção natural contra surto de tempestades e são um importante ativo do turismo. Em terceiro lugar, o dano causado aos pantanais do Golfo do México tornarão a costa mais vulnerável a furacões mais intensos e frequentes.

Em quarto lugar, o impacto mais desastroso pode ser a dramática morte descendente da floresta amazônica e uma conversão de grandes áreas em savanas, com graves consequências para o clima da região — e possivelmente do mundo.

A água é a principal vulnerabilidade do **Oriente Médio e África do Norte**, a região mais seca do mundo, onde a disponibilidade de água *per capita* deve ser reduzida pela metade até 2050 mesmo sem os efeitos da mudança climática. A região tem poucas opções atraentes para aumentar o armazenamento de água, uma vez que quase 90% de seus recursos de água doce são armazenados em reservatórios. A maior escassez de água combinada a uma maior variabilidade ameaçará a agricultura, que responde por cerca de 85% do uso hídrico da região. A vulnerabilidade é composta por uma pesada concentração de população e atividade econômica em zonas costeiras propensas a enchentes e portensões sociais e políticas que a escassez de recursos pode elevar.

O **Sul da Ásia** sofre com uma base de recursos naturais já escassa e amplamente degradada resultante de uma geografia acoplada a altos níveis de pobreza e densidade populacional. Os recursos hídricos devem ser afetados pela mudança climática, pelo seu efeito sobre a monção, que fornece 70% da precipitação anual em um período de quatro meses e sobre o derretimento das geleiras do Himalaia. Os elevados níveis do mar são uma terrível preocupação na região, que possui litorais longos e densamente povoados, planícies agrícolas ameaçadas pela invasão de água salgada e muitas ilhas de baixas altitudes. Nos cenários com mudança climática mais intensa, a elevação dos níveis do mar afundariam boa parte das Maldivas e inundariam 18% do solo de Bangladesh.

Fontes: de la Torre, Fajnzylber e Nash 2008; Fay, Block e Ebinger 2010; Banco Mundial 2007a; Banco Mundial 2007c; Banco Mundial 2008b; Banco Mundial 2009b.

para as economias da África e do Sul da Ásia (mapa 1).

Estima-se que os países em desenvolvimento arcarão com a maior parte dos custos pelos danos — cerca de 75%-80%.²⁶ São várias as razões que explicam isso (quadro 1). Os países em desenvolvimento são particularmente dependentes dos serviços

de ecossistema e de capital natural para a produção nos setores sensíveis ao clima. Grande parte de suas populações vive em locais fisicamente expostos e sua condição é precária do ponto de vista econômico. Sua capacidade financeira e institucional de adaptar-se é limitada. Os formuladores de políticas em alguns países em desenvolvimento já

percebem que uma parcela maior do seu orçamento para o desenvolvimento está sendo desviada para enfrentar as emergências relacionadas ao clima.²⁷

Os países de renda elevada também serão afetados até mesmo pelo aquecimento moderado. De fato, os danos *per capita* devem ser mais altos nos países mais ricos, uma vez que respondem por 16% da população mundial e arcariam com 20–25% dos custos do impacto global. Mas sua riqueza muito mais elevada permite que eles superem mais facilmente esses impactos. A mudança climática causará destruição no mundo inteiro, mas aumentará o abismo entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento.

Crescimento é necessário para aumentar a resiliência, mas não é suficiente O crescimento econômico é necessário para reduzir a pobreza e é fundamental no aumento da resiliência à mudança climática nos países pobres. Mas o crescimento por si só não é a resposta para uma mudança climática. O crescimento provavelmente não é suficientemente rápido para ajudar os países mais pobres e pode aumentar a vulnerabilidade aos perigos do clima (quadro 2). Nem o crescimento é em geral igualitário o bastante para garantir a proteção para os mais pobres e mais vulneráveis. Ele não garante que as principais instituições funcionarão bem. E se fizer uso intensivo de carbono, causará mais aquecimento.

Mas não há razão para pensar que uma trajetória com baixo carbono reduza necessariamente o crescimento econômico: muitas regulamentações ambientais foram precedidas por alertas de perdas de emprego brutais e colapso da indústria—, poucos dos quais se concretizaram.²⁸ Contudo, existem claramente elevados custos de transição, notadamente no desenvolvimento de tecnologias e infraestrutura de baixo carbono para energia, transportes, habitação, planejamento urbano e desenvolvimento rural. Dois argumentos frequentemente ouvidos é que esses custos de transição são inevitáveis dada a urgente necessidade de outros investimentos mais imediatos nos países pobres e que é preciso ter cuidado para não sacrificar o bem-estar das pessoas pobres em nome de gerações futuras, possivelmente mais ricas. Essas preocupações têm fundamento. Subsiste ainda o ponto de que um argumento econômico forte pode ser levantado para uma medida ambiciosa sobre a mudança climática.

QUADRO 2 *Crescimento econômico: Necessário, mas não suficiente*

Os países de renda elevada têm mais recursos para enfrentar os impactos do clima e as populações mais bem-educadas e mais saudáveis são inerentemente mais resilientes. Mas o processo de crescimento pode exacerbar a vulnerabilidade à mudança climática, como na sempre crescente extração de água para a agricultura, indústria e consumo nas províncias propensas à seca em torno de Pequim e como na Indonésia, Madagascar, Tailândia e Costa do Golfo dos Estados Unidos, onde mangues de proteção foram eliminados para o turismo e as fazendas de camarão.

O crescimento provavelmente não é rápido o bastante para que os países de baixa renda possam custear o tipo de proteção que os ricos têm condições de pagar. Bangladesh e a Holanda estão entre os países mais expostos à elevação dos níveis do mar. Bangladesh já está enviando vários esforços para reduzir

a vulnerabilidade da sua população com um sistema de alerta antecipado muito eficaz e baseado na comunidade para ciclones e um programa de previsão de inundações e resposta que utiliza perícia local e internacional. Mas a abrangência da possível adaptação é limitada pelos recursos — sua renda *per capita* é de US\$ 450 por ano. Ao mesmo tempo, o governo da Holanda está planejando investimentos no valor de US\$ 100 por ano para todos os seus cidadãos durante o próximo século. Até mesmo a Holanda, com renda *per capita* 100 vezes superior à de Bangladesh, iniciou um programa de retirada seletiva das áreas de baixa altitude, já que proteção contínua em todos os lugares é inviável.

Fontes: Barbier e Sathirathai, 2004; Deltacommissie, 2008; FAO, 2007; Governo de Bangladesh, 2008; Guam e Hubacek, 2008; Karim e Mimura, 2008; Shalizi, 2006; e Xia e outros, 2007.

A economia da mudança climática: A redução dos riscos climáticos é economicamente viável

A mudança climática é dispendiosa, seja qual for a política escolhida. Gastar menos com mitigação significará gastar mais com adaptação e aceitar danos maiores: o custo da ação deve ser comparado ao custo da inação. Mas, conforme discutido no capítulo 1, a comparação é complexa devido à considerável incerteza a respeito das tecnologias disponíveis no futuro (e seu custo), a capacidade de adaptação das sociedades e dos ecossistemas (e a que preço), da extensão dos danos que as concentrações mais altas de gases do efeito estufa causarão e as temperaturas que podem constituir limiares ou pontos-chave além dos quais ocorrem impactos catastróficos (ver foco da Ciência). A comparação também é complicada devido às questões de distribuição ao longo do tempo (mitigação incorrida por uma geração produz benefícios para muitas gerações futuras) e espaço (algumas áreas são mais vulneráveis do que outras, portanto, mais aptas a suportar os efeitos agressivos da mitigação global). E torna-se ainda mais complicada pela questão sobre como valorizar a perda da vida, de subsistência e serviços fora do mercado como a biodiversidade e os serviços de ecossistemas.

Os economistas normalmente tentam identificar a melhor política climática usando uma análise de custo-benefício. Mas como o quadro 3 ilustra, os resultados são sensíveis a determinadas premissas sobre as incertezas restantes e às escolhas normativas relacionadas às questões de distribuição e avaliação. (Uma tecnologia otimista. Quem esperar que o impacto da mudança climática seja relativamente modesto e que ocorra gradualmente ao longo do tempo e quem descontar pesadamente o que acontece no

futuro, favorecerá uma ação modesta agora. E vice-versa para os pessimistas em relação à tecnologia.) Assim, os economistas continuam a discordar acerca da trajetória de carbono ideal do ponto de vista econômico ou social. Mas há alguns acordos emergentes. Nos principais modelos, os benefícios da estabilização excedem os custos com aquecimento de 2,5°C (embora não necessariamente a 2°C).²⁹ E todos concluem que a rotina usual dos negócios (o que significa nenhum esforço de mitigação) poderia ser um desastre.

QUADRO 3 O custo do “seguro climático”

Hof, den Elzen e van Vuuren examinam a sensibilidade da meta climática ideal a premissas sobre o horizonte temporal, sensibilidade climática (o nível de aquecimento associado a uma duplicação de concentrações de dióxido de carbono de níveis pré-industriais), custos de mitigação, danos prováveis, e taxas de desconto. Para isso, eles executaram seu modelo de avaliação integrada (FAIR), variando os cenários do modelo ao longo das premissas encontradas nas publicações, notadamente as associadas a dois economistas bem conhecidos: Nicholas Stern, que defende uma ação preliminar e ambiciosa; e William Nordhaus, que apoia uma abordagem gradual para a mitigação climática.

Não é de surpreender que seu modelo produza metas ideais completamente diferentes, dependendo das premissas utilizadas. (Essa meta ideal é definida como a concentração que resultaria na redução mais baixa do valor atual de consumo global). As “premissas de Stern” (que incluem sensibilidade ao clima e danos climáticos relativamente elevados e um longo horizonte temporal combinado com taxas de desconto e custos de mitigação baixos) produzem uma concentração de pico de CO₂e ideal de 540 partes por milhão (ppm). As “premissas de Nordhaus” (que presumem sensibilidade e danos climáticos mais baixos, um horizonte temporal mais curto e uma taxa de desconto mais elevada) produzem uma concentração ideal de 750 ppm. Em ambos os casos, os custos de adaptação estão implicitamente incluídos na função de dano climático.

A figura apresenta o menor custo de estabilização das concentrações atmosféricas na faixa de 500 a 800 ppm para as premissas de Stern e de Nordhaus (descritas como a diferença entre o valor atual do modelo de consumo e o valor

atual de consumo do qual o mundo desfrutaria se não houvesse mudança climática). Um ponto-chave evidente na figura é o relativo achatamento das curvas de perda de consumo sobre amplas faixas de pico de concentrações de CO₂e. Consequentemente, passar de 750 ppm para 550 ppm resulta em uma perda relativamente pequena em consumo (0,3%) para as premissas de Nordhaus. Os resultados sugerem, portanto, que o custo da mitigação preventiva para 550 ppm é pequeno. Das premissas de Stern, uma meta de 550 ppm resulta em um *ganho* no valor de consumo presente de cerca de 0,5% com relação à meta de 750 ppm.

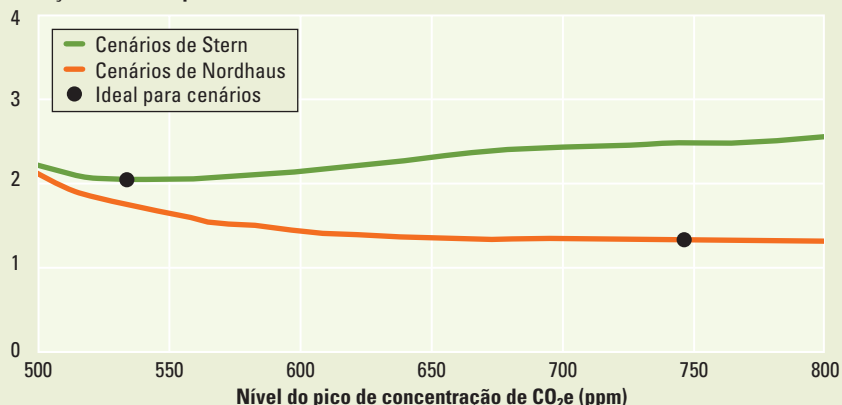
Uma forte motivação para escolher uma meta de concentração de pico mais baixa é

reduzir o risco de resultados catastróficos associados ao aquecimento global. A partir dessa perspectiva, o custo de mudar de uma meta alta de concentrações de pico de CO₂e para uma meta baixa pode ser visto como o custo do seguro climático — a quantidade de bem-estar que o mundo sacrificaria para reduzir o risco de uma catástrofe. A análise de Hof, den Elzen e van Vuuren sugere que o custo do seguro climático é modesto de acordo com uma faixa muito ampla de premissas sobre o sistema climático e o custo de mitigar a mudança climática.

Fonte: Hof, den Elzen e van Vuuren 2008.

Examinando compensações: A perda no consumo relativa a um mundo sem aquecimento para diferentes picos de concentrações de CO₂e

Redução no valor líquido atual de consumo (%)



Fonte: Adaptado de Hof, den Elzen e van Vuuren 2008, figura 3.

Nota: As curvas mostram a perda de porcentagem no valor atual de consumo, relativo ao que seria com um clima constante, como uma função da meta para concentrações de pico de CO₂e. As “premissas de Stern” e as “premissas de Nordhaus” referem-se a opções sobre o valor de parâmetros chave do modelo conforme explicado no texto. O ponto mostra o ideal para cada cenário, onde o ideal é definido como a concentração de gases do efeito estufa que minimizaria a perda de consumo global resultante da soma de custos de mitigação e danos de impacto.

Os defensores de uma redução mais gradual das emissões que a meta ideal — aquela que produzirá o menor custo total (o que significa a soma dos custos de impacto e mitigação) — poderia ficar muito acima de 3°C.³⁰ Mas eles indicam que o custo adicional de se manter o aquecimento em torno de 2°C seria modesto, menos de 0,5% do PIB (ver quadro 3). Em outras palavras, o custo total da opção 2°C não é muito maior do que os custos totais de um nível ótimo econômico menos ambicioso. Por quê? Em parte porque as economias obtidas com menos mitigação são amplamente compensadas pelos custos adicionais de impactos mais severos ou gastos mais altos com adaptação.³¹ E em parte porque a real diferença entre a ação climática ambiciosa e modesta reside nos custos que ocorrem no futuro, o que os gradualistas descontam pesadamente.

As grandes incertezas sobre as perdas potenciais associadas à mudança climática e à possibilidade de riscos catastróficos podem justificar uma ação preliminar e mais agressiva do que recomendaria uma simples análise custo-benefício. Essa quantia adicional poderia ser considerada como um prêmio de seguro para manter a mudança climática dentro do que os cientistas consideram uma faixa mais segura.³² Gastar menos de 0,5% do PIB como “seguro climático” parece ser uma proposta socialmente aceitável: o mundo gasta atualmente 3% do PIB global em seguro.³³

Mas além da questão do “seguro climático” está a questão de quanto seriam os custos resultantes da mitigação — e as necessidades de financiamento correlatas. No médio prazo, as estimativas dos custos da mitigação nos países em desenvolvimento variará de US\$ 140 bilhões a US\$ 175 bilhões anualmente até 2030. Isso representa os custos incrementais relativos ao cenário habitual (tabela 1).

No entanto, as necessidades financeiras seriam maiores, uma vez que as poupanças provenientes de custos operacionais mais baixos, associadas à energia renovável e aos ganhos de eficiência energética somente se materializam com o correr do tempo. McKinsey, por exemplo, estima que, embora o custo incremental em 2030 seria de US\$ 175 bilhões, os investimentos diretos requeridos se elevariam a US\$ 563 bilhões muito acima das necessidades habituais dos investimentos. McKinsey indica que isso corresponde a um aumento de praticamente 3% em investimentos globais habituais e, como tal, estará provavelmente dentro da capacidade dos mercados financeiros globais.³⁴ No entanto, historicamente o

financiamento tem sido uma limitação nos países em desenvolvimento, resultando em subinvestimento na infraestrutura, bem como em uma tendência no tocante às escolhas de energia com custos de capital diretos mais baixos, mesmo quando tais escolhas venham a resultar em custos globais mais altos. Portanto, a busca de mecanismos financeiros adequados deve ser uma prioridade.

E quanto ao longo prazo? Os custos da mitigação aumentarão com o tempo para lidar com o aumento da população e as necessidades de energia — mas a renda também aumentará. Como resultado, o valor atual dos custos da mitigação global deverá permanecer bem abaixo de 1% do PIB global, com estimativas

Tabela 1 Custos adicionais da mitigação e requisitos financeiros correlatos para uma trajetória de 2°C: O que será necessário nos países em desenvolvimento até 2030?
Dólares constantes de 2005

Modelo	Custo da mitigação	Requisito do financiamento
IEA ETP		565
McKinsey	175	563
MESSAGE		264
MiniCAM	139	
REMIND		384

Fontes: IEA ETP IEA 2008c; REMIND: McKinsey & Company 2009 e dados adicionais fornecidos por McKinsey (J. Dinkel) para 2030, usando a taxa de câmbio dólar-euro de US\$ 1,25 para €; MESSAGE: IIASA 2009 e dados adicionais fornecidos por V. Krey; MiniCAM: Edmonds e outros 2008 e dados adicionais fornecidos por J. Edmonds e L. Clarke; REMIND: Knopf e outros, a ser lançado e dados adicionais fornecidos por B. Knopf.

Nota: Tanto os custos da mitigação como os requisitos de financiamento correlatos são incrementais com relação à linha de base habitual. As estimativas são para a estabilização dos gases do efeito estufa a 450 ppm de CO₂e, que forneceria uma chance de 40–50% de manter o aquecimento abaixo de 2°C até 2100 (Schaeffer e outros 2008a; Hare e Meinshausen 2006). EA ETP é o modelo desenvolvido pela Agência Internacional de Energia Atômica e McKinsey é a metodologia patenteada desenvolvida pela McKinsey & Company; MESSAGE, MiniCAM e REMIND são modelos revistos por pares do Instituto Internacional de Análise de Sistemas Aplicados, Pacific Northwest Laboratory e Instituto Potsdam de Pesquisas sobre o Impacto Climático, respectivamente. McKinsey inclui todos os setores; outros modelos incluem somente iniciativas de mitigação no setor energético. Os relatórios MiniCAM reportam US\$ 168 bilhões em custos de mitigação até 2035, em dólares constantes de 2000; esta cifra foi interpolada a 2030 e convertida para dólares de 2005.

Tabela 2 No longo prazo, quanto custará? Valor atual dos custos da mitigação para 2100

Modelos	Valor atual dos custos da mitigação para 2100 para 450 ppm CO ₂ e % do PIB	
	Âmbito mundial	Países em desenvolvimento
DICE	0,7	
FAIR	0,6	
MESSAGE	0,3	0,5
MiniCAM	0,7	1,2
PAGE	0,4	0,9
REMIND	0,4	

Fontes: DICE: Nordhaus 2008 (estimado na tabela 5.3 e figura 5.3); FAIR: Hof, den Elzen e van Vuuren 2008; DICE: IIASA 2009; MiniCAM: Edmonds e outros 2008 e comunicação pessoal; PAGE: Hope e outros 2009 e comunicação pessoal; REMIND: Knopf e outros a serem publicados.

Nota: DICE, FAIR, MESSAGE, MiniCAM, PAGE, e REMIND são modelos revistos por colegas. As estimativas são para a estabilização dos gases do efeito estufa a 450 ppm de CO₂e, que forneceria uma chance de 40–50% de manter o aquecimento abaixo de 2°C até 2100 (Schaeffer e outros 2008a; Hare e Meinshausen 2006). O resultado do modelo FAIR reporta redução de custos por meio de configurações mais baixas (ver tabela 3 em Hof, den Elzen e van Vuuren 2008).

oscilando de 0,3% a 0,7% (ver tabela 1). No entanto, os custos da mitigação dos países em desenvolvimento representariam uma parcela maior de seu próprio PIB, variando de 0,5% a 1,2%.

Há um número muito menor de estimativas de investimentos necessários à adaptação, e as que existem não são prontamente comparáveis. Algumas levam em conta somente o custo dos projetos de ajuda externa à prova de clima. Outras incluem somente determinados setores. Pouquíssimas tentam examinar as necessidades gerais dos países (ver capítulo 6). Um estudo recente do Banco Mundial que procura enfrentar essas questões sugere que os investimentos necessários poderiam oscilar de US\$ 75 bilhões a US\$ 100 bilhões por ano, somente nos países em desenvolvimento.³⁵

Um mundo inteligente em termos climáticos está ao nosso alcance se agirmos agora, agirmos juntos e agirmos de modo diferente

Mesmo que o custo adicional de redução dos riscos climáticos seja modesto e as

necessidades de investimento estejam longe de ser proibitivas, a estabilização do aquecimento em torno de 2°C acima das temperaturas pré-industriais é extremamente ambiciosa. Até 2050 as emissões precisariam estar 50% abaixo dos níveis de 1990 e ser de zero ou negativas até 2100 (figura 5). Isso exigiria esforços hercúleos e imediatos: nos próximos 20 anos, o volume da redução das emissões globais — comparação com uma rotina usual — teria que ser igual ao volume total que os países de renda alta emitem hoje. Além disso, mesmo um aquecimento de 2°C também exigiria uma adaptação dispendiosa — a alteração dos tipos de riscos para os quais as pessoas se preparam; os locais onde elas moram; o que comem e a forma como planejam, desenvolvem e administram os sistemas agroecológicos e urbanos.³⁶

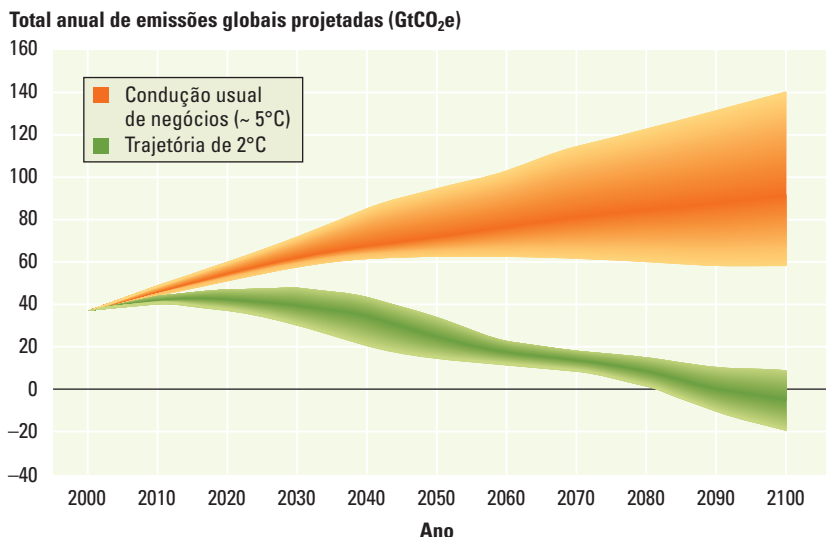
Portanto, tanto a mitigação quanto a adaptação representam desafios consideráveis. Mas a hipótese deste Relatório é de que eles podem ser superados por meio de políticas inteligentes em termos climáticos que implicam agir agora, agir juntos (ou globalmente) e agir de modo diferente. Agir agora por causa da imensa inércia, tanto dos sistemas climáticos quanto dos socioeconômicos. Agir juntos para manter os custos baixos e proteger os mais vulneráveis. E agir de modo diferente, porque um mundo inteligente em termos climáticos requer a transformação de nossos sistemas de energia, produção de alimentos e gestão de riscos.

Agir agora: a inércia significa que as ações de hoje determinarão as opções de amanhã

O sistema climático exibe inércia substancial (figura 6). As concentrações retardam as reduções de emissões: o CO₂ permanece na atmosfera durante décadas e séculos; portanto, uma queda nas emissões leva tempo para afetar as concentrações. Temperaturas retardam as concentrações: as temperaturas continuarão a aumentar por alguns séculos depois que as concentrações estiverem estabilizadas, o nível do mar ficam atrás das reduções de temperaturas: a expansão térmica do oceano resultante de um aumento na temperatura durará mil anos ou mais, ao passo que a elevação do nível do mar causada pelo derretimento do gelo pode durar vários milênios.³⁷

A dinâmica do sistema climático, portanto, limita o quanto a mitigação futura pode ser substituída pelos esforços de hoje. Por exemplo, para estabilizar o clima em

Figura 5 Como é o caminho a seguir? Duas opções entre muitas: condução habitual dos negócios ou mitigação agressiva



Fonte: Clarke e outros a serem publicados.

Nota: A faixa superior exibe a série de estimativas entre os modelos (GTEM, IMAGE, MESSAGE, MiniCAM) para emissões abaixo do cenário de rotina usual dos negócios. A faixa inferior exibe uma trajetória que pode produzir uma concentração de 450 ppm de CO₂e (com uma chance de 50% de limitar o aquecimento em menos de 2°C). As emissões dos gases do efeito estufa incluem CO₂, CH₄ e N₂O. As emissões negativas (no futuro na trajetória de 2°C) sugerem que a taxa anual de emissões é inferior à taxa de adesão e armazenamento de carbono por meio de processos naturais (por exemplo, cultivo de plantas) e processos de engenharia (por exemplo, cultivar biocombustíveis e ao queimá-los, sequestrar o CO₂ subterrâneo). GTEM, IMAGE, MESSAGE e MiniCAM são os modelos de avaliação integrada do Departamento Australiano de Economia Agrícola e de Recursos, da Agência de Avaliação Ambiental da Holanda, do Instituto Internacional de Análise de Sistemas Aplicados e do Laboratório Nacional do Noroeste do Pacífico.

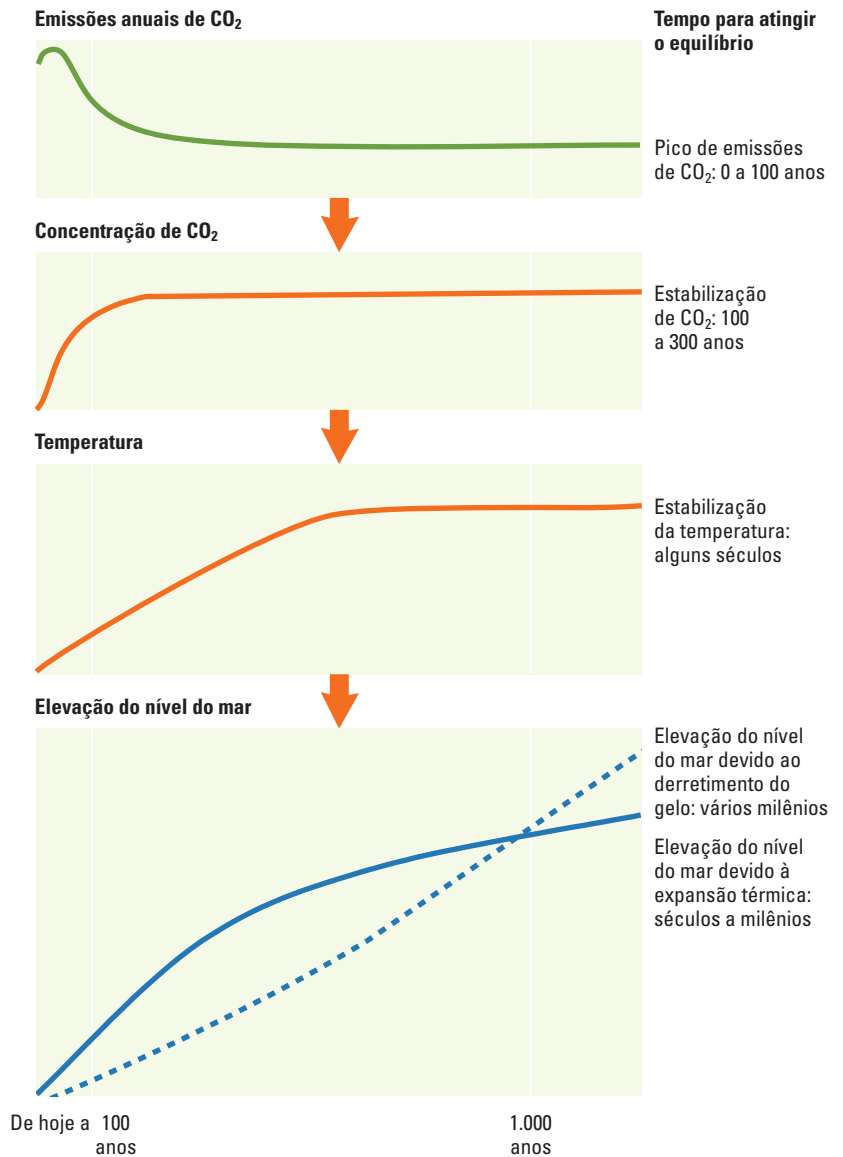
cerca de 2°C (cerca de 450 ppm de CO₂e) seria necessário que as emissões globais começassem a declinar imediatamente em cerca de 1,5% ao ano. Um atraso de cinco anos teria de ser compensado com declínios de emissões mais rápidos. E atrasos ainda mais longos simplesmente não poderiam ser compensados: um atraso de 10 anos em mitigação tornaria impossível impedir que o aquecimento ultrapassasse 2°C.³⁸

A inércia também está presente no ambiente construído, limitando a flexibilidade na redução dos gases do efeito estufa ou na elaboração de respostas à adaptação. Os investimentos em infraestrutura são volumosos, concentrados no tempo em vez de serem distribuídos de modo uniforme.³⁹ Eles também têm vida longa: 15–40 anos para fábricas e usinas de energia elétrica, 40–75 para estradas, ferrovias e redes de distribuição de energia. As decisões sobre o uso da terra e a forma urbana — a estrutura e a densidade das cidades — causam impactos por mais de um século. Uma infraestrutura de longa data aciona investimentos em capital associado (carros para cidades de baixa densidade; aquecimento para gás e capacidade de geração de energia em resposta aos gasodutos), amarrando as economias a padrões de estilos de vida e de consumo de energia.

A inércia no capital físico está muito longe da apatia nos sistemas climáticos e está mais sujeita a afetar o custo do que a viabilidade de cumprir uma determinada meta — ela é substancial. As oportunidades de mudar de capital social de alto carbono para capital social de baixo carbono não estão distribuídas uniformemente no tempo.⁴⁰ A China deve dobrar seu capital social entre 2000 e 2015. E as usinas de energia elétrica alimentadas a carvão propostas no mundo inteiro nos próximos 25 anos são tão numerosas que as emissões de CO₂ de sua vida útil equivaleriam às de todas as atividades de combustão de carvão desde o início da era industrial.⁴¹ Somente as instalações situadas muito próximas aos locais de armazenamento poderiam ser readaptadas para captura e armazenamento de carbono (quando essa tecnologia se tornar comercialmente disponível: ver capítulos 4 e 7). Aposentá-las antes do final de sua vida útil — se as mudanças no clima forçaressam essa medida tardia — seria extremamente dispendioso.

A inércia também é um fator na pesquisa e desenvolvimento (P&D) e na implantação de novas tecnologias. Novas fontes de energia levaram historicamente cerca de 50 anos para atingir metade de seu potencial.⁴²

Figura 6 Impactos climáticos são duradouros: elevação de temperaturas e do nível do mar associados às altas concentrações de CO₂



Fonte: Equipe do WDR, baseada no IPCC 2001.

Nota: Figuras estilizadas; as magnitudes em cada painel servem para ilustrar.

Investimentos substanciais em pesquisa e desenvolvimento são necessários agora para garantir que novas tecnologias estejam disponíveis e penetrem rapidamente no mercado no futuro próximo. Isso exigiria de US\$ 100 bilhões a US\$ 700 bilhões adicionais anualmente.⁴³ Também é necessário inovação no transporte, na construção, gestão da água, design urbano e muitos outros setores que afetam a mudança climática e são, por sua vez, afetados pela mudança climática — portanto a inovação também é uma questão crítica para a adaptação.

A inércia também faz parte do comportamento das pessoas e das organizações. Apesar da maior preocupação por parte do público, os comportamentos não mudaram muito. Tecnologias eficientes e eficazes disponíveis que se pagariam não são adotadas. É insuficiente o financiamento de P&D em energias renováveis. Os agricultores deparam-se com incentivos para irrigar excessivamente suas culturas o que, por sua vez, afeta o uso da energia, porque a energia é um importante insumo no fornecimento e tratamento da água. As construções continuam em áreas propensas a riscos, e a infraestrutura continua a ser projetada para o clima do passado.⁴⁴ Mudar comportamentos e metas e padrões organizacionais é difícil e geralmente lento, mas já foi feito antes (ver capítulo 8).

Agir juntos: para equidade e eficiência

É necessário que haja uma ação coletiva para combater efetivamente a mudança climática e reduzir os custos de mitigação.⁴⁵ Também é essencial facilitar a adaptação, notadamente por meio de uma melhor gestão de riscos e redes de segurança para proteger os mais vulneráveis.

Manter os custos baixos e distribuídos de modo justo.

A viabilidade financeira depende de que a mitigação seja feita de modo custo-efetivo. Ao avaliar os custos de mitigação discutidos anteriormente, os modeladores presumem que as reduções das emissões de gases do efeito estufa ocorrem quando e onde quer que sejam mais baratas. *Em qualquer lugar* significa buscar maior eficiência energética e outras opções de baixo custo para mitigar em qualquer que seja o país ou setor em que surgir a oportunidade. *A qualquer hora* implica em usar investimentos em novos equipamentos, infraestrutura ou projetos agrícolas e de silvicultura para minimizar custos e evitar que as economias fiquem amarradas a condições de alta emissão de carbono que seriam dispendiosas para mudar depois. Afrouxar a regra do *a qualquer hora e em qualquer lugar* — como necessariamente aconteceria no mundo real, especialmente na ausência de um preço global para o carbono — aumenta dramaticamente o custo da mitigação.

A implicação é que há enormes ganhos para os esforços globais — nesse ponto, os analistas são unânimes. Se um país ou grupo de países não mitigar, outros devem fazer opções mais caras de mitigação para atingir uma determinada meta global. Por exemplo,

segundo uma estimativa, a não-participação dos Estados Unidos, que produzem 20% de emissões mundiais, no Protocolo de Kyoto, aumenta o custo do alcance da meta original em cerca de 60%.⁴⁶

A equidade e a eficiência defendem o desenvolvimento de instrumentos financeiros que separam quem financia a mitigação de onde isso acontece. Do contrário, a mitigação substancial potencial nos países em desenvolvimento (65–70% das reduções de emissões, aumentando para 45–70% dos investimentos de mitigação global em 2030)⁴⁷ não será totalmente explorada, aumentando substancialmente o custo para atingir uma determinada meta. Levando isso ao extremo, uma falta de financiamento que resulte no adiamento total da mitigação nos países em desenvolvimento até 2020 mais do que dobraria o custo para estabilizar o clima em cerca de 2°C.⁴⁸ Com os custos da mitigação estimados para aumentar de US\$ 4 trilhões para US\$ 25 trilhões⁴⁹ no próximo século, as perdas implicadas por esses atrasos são tão grandes que ficam claros os benefícios econômicos para os países de renda alta comprometidos em limitar a mudança climática perigosa para financiar uma ação preliminar nos países em desenvolvimento.⁵⁰ De modo geral, o custo total da mitigação pode ser bastante reduzido por meio de mecanismos de financiamento de carbono de bom desempenho, transferências financeiras e sinalizações de preços que ajudem a aproximar o resultado produzido da premissa de a qualquer hora e em qualquer lugar.

Gerenciar melhor o risco e proteger os mais pobres.

Em muitos lugares, os riscos anteriormente incomuns estão se tornando mais disseminados. Levemos em conta a crise de alimentos, que já foi rara, mas hoje é cada vez mais comum na África e o primeiro furacão já registrado no Atlântico Sul, que atingiu o Brasil em 2004.⁵¹ A redução de riscos de desastres, por meio dos sistemas de alerta rápido baseados em comunidades, monitoramento do clima, infraestrutura mais segura, além do fortalecimento e cumprimento de regulamentações de zoneamento e códigos de construção, junto com outras medidas, tornam-se mais importantes em um clima em transformação. Inovações financeiras e institucionais também podem limitar os riscos para a saúde e a subsistência. Isso requer ação interna — mas uma ação interna será muito maior se for apoiada pelo financiamento internacional e compartilhamento de melhores práticas.

Mas conforme discutido no capítulo 2, reduzir ativamente o risco nunca será suficiente porque sempre haverá um risco residual que também deve ser gerenciado por meio de melhores mecanismos de resposta e preparação. A implicação é que o desenvolvimento possa precisar ser feito de modo diferente, com muito mais ênfase no risco climático. A cooperação internacional pode ajudar, por exemplo, por meio de esforços conjuntos para melhorar a produção de informações sobre o clima e sua ampla disponibilidade (ver capítulo 7), bem como compartilhando melhores práticas para lidar com um clima mais variável.⁵²

O seguro é outro instrumento criado para gerenciar o risco residual, mas ele tem suas limitações. O risco climático está aumentando e tende a afetar regiões inteiras, ou grandes grupos de pessoas ao mesmo tempo, o que dificulta o fornecimento de seguro. Mesmo com seguro, os prejuízos associados a catástrofes (tais como inundações de áreas extensas ou secas graves) não podem ser totalmente absorvidos por indivíduos, comunidades e pelo setor privado. Em um clima mais volátil, os governos se tornarão, cada vez mais, os seguradores em último caso e terão a responsabilidade implícita de apoiar a recuperação e a reconstrução de desastres. Isso exige que os governos protejam sua própria liquidez em tempos de crise, particularmente os países mais pobres e menores que são vulneráveis do ponto de vista financeiro aos impactos da mudança climática: o furacão Ivã causou danos equivalentes a 200% do PIB de Granada.⁵³ Ter fundos imediatos disponíveis para acelerar a reabilitação ou o processo de recuperação reduz o efeito de descarrilamento dos desastres sobre o desenvolvimento.

Os mecanismos multinacionais e de resseguro podem ajudar. O Mecanismo de Seguro contra Riscos de Catástrofes no Caribe divide o risco entre 16 países caribenhos, controlando o mercado de resseguros para fornecer liquidez aos governos logo após furacões terremotos destrutivos.⁵⁴ Esses mecanismos podem necessitar da ajuda da comunidade internacional. Em linhas mais gerais, os países de renda elevada desempenham um papel crítico em garantir que os países em desenvolvimento tenham acesso oportuno aos recursos necessários quando os choques ocorrerem, quer seja apoiando esses mecanismos ou por meio do fornecimento direto de recursos de emergência.

Mas o seguro e os recursos de emergência são apenas uma parte de uma estrutura mais

QUADRO 4 *Redes de segurança: do apoio aos rendimentos até a redução da vulnerabilidade à mudança climática*

Bangladesh tem tido uma longa história de ciclones e inundações, que provavelmente se tornarão mais frequentes. O governo possui redes de segurança que podem ser ajustadas com bastante facilidade aos efeitos da mudança climática. Os melhores exemplos são o programa de alimentação dos grupos vulneráveis, o programa de alimentação para o trabalho e o programa de garantia do novo emprego.

O programa de alimentação dos grupos vulneráveis é contínuo e geralmente abrange mais de 2 milhões de domicílios. Mas foi desenvolvido para ser intensificado em resposta a uma crise: após o ciclone em 2008, o programa foi expandido para cerca de 10 milhões de domicílios. O direcionamento, realizado pelo nível mais baixo do governo local e monitorado pelo nível administrativo mais baixo, é considerado muito bom.

O programa de alimento por trabalho, normalmente em execução durante o período de entressafra da agricultura, é intensificado durante as emergências. Também é realizado em colaboração com os governos locais, mas a gestão do programa tem sido subcontratada para organizações não-governamentais em muitas partes do país. Os trabalhadores que aparecem no local de trabalho geralmente encontram trabalho, mas normalmente não existe muito o que fazer e, assim, o trabalho é racionado por meio de rodízio.

O programa de garantia do novo emprego ajuda as pessoas sem nenhuma outra fonte de renda (incluindo o acesso a outras redes de segurança) com emprego por até 100 dias com salários vinculados ao salário praticado na entressafra. O elemento garantia assegura que as pessoas que precisam de ajuda a recebam. Se não houver oferta de trabalho, o trabalhador tem direito a receber 40 dias de salários no valor total e 60 dias a metade do valor.

Os programas de Bangladesh, e outros na Índia e nos outros lugares sugerem algumas lições. Uma resposta rápida requer acesso rápido a financiamento, regras de direcionamento para identificar pessoas necessitadas, pobres crônicos ou pessoas que provisoriamente passam por necessidades, e procedimentos acordados bem antes da ocorrência de um choque. Uma carteira de projetos “prontos” pode ser pré-identificada como particularmente relevante em relação ao aumento da resiliência (armazenamento de água, sistemas de irrigação, reflorestamento e barragens que podem duplicar como as estradas em áreas de baixa altitude). A experiência na Índia e em Bangladesh sugere a necessidade de recursos para fins de orientação profissional (engenheiros) na seleção, elaboração e implementação de serviços públicos, e em termos de equipamentos e suprimentos.

Fonte: Contribuição de Qaiser Khan.

ampla de gestão de risco. As políticas sociais se tornarão mais importantes para ajudar as pessoas a lidarem com ameaças mais frequentes e persistentes à própria subsistência. As políticas sociais reduzem a vulnerabilidade social e econômica e aumentam a resiliência à mudança climática. Assim, uma população saudável e bem-educada com acesso à proteção social poderá enfrentar melhor os choques climáticos e a mudança climática. As políticas de proteção social precisarão ser fortalecidas onde existem, desenvolvidas onde estão em falta e elaboradas de modo a poderem ser rapidamente ampliadas após um choque.⁵⁵ A criação de redes de segurança social em países que ainda não as possuem é fundamental, e Bangladesh mostra como isso pode ser feito, mesmo nos países muito pobres (quadro 4). As entidades de desenvolvimento podem ajudar a disseminar modelos bem-

sucedidos de redes de segurança social e adaptá-los às necessidades criadas pela mudança climática.

Assegurar alimento e água adequados para todos os países. A ação internacional é essencial para gerenciar os desafios da segurança alimentar e hídrica impostos pela combinação da mudança climática e das pressões da população — mesmo com a produtividade agrícola e a eficiência do uso hídrico melhoradas. Um quinto dos recursos renováveis de água doce do mundo são compartilhados entre países.⁵⁶ Isso inclui 261 bacias hidrográficas transfronteiriças, abrigam 40% da população mundial e são regidas por 150 tratados internacionais que nem sempre incluem todos os estados ribeirinhos.⁵⁷ Para gerenciar esses recursos com mais intensidade, os países terão de ampliar a cooperação relacionada às vias hídricas internacionais mediante novos tratados internacionais ou a revisão dos já existentes. O sistema de alocação de água precisará ser retrabalhado devido à crescente variabilidade, e a cooperação só pode ser efetiva quando todos os países ribeirinhos estiverem envolvidos e forem responsáveis pela gestão do curso de água.

Da mesma forma, tornar ainda mais áridas as condições dos países que já importam uma grande parcela de seu alimento, juntamente

com eventos climáticos extremos mais frequentes e crescimento da renda e da população, aumentará a necessidade de importar alimentos.⁵⁸ Mas os mercados globais de alimentos são restritos e há relativamente poucos países que exportam culturas de alimentos.⁵⁹ Portanto, pequenas mudanças tanto no fornecimento quanto na demanda podem ter graves efeitos sobre os preços. E pequenos países com pouco poder de mercado podem achar difícil garantir importações confiáveis de alimentos.

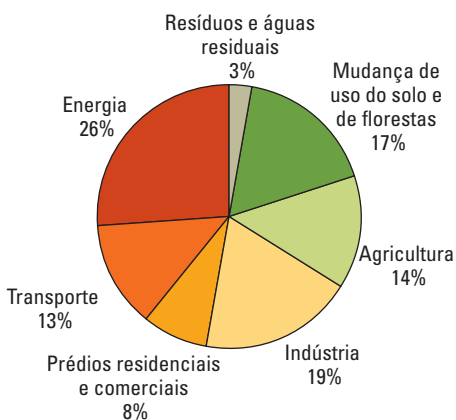
Para garantir água e nutrição adequadas para todos, o mundo terá que depender de um sistema comercial aprimorado menos vulnerável a grandes mudanças de preços. Facilitar o acesso dos países em desenvolvimento aos mercados reduzindo barreiras comerciais, fornecendo transporte resistente às intempéries (por exemplo, aumentando o acesso a estradas que operam o ano inteiro) melhorando os métodos de aquisição e fornecendo melhores informações sobre o clima e os índices de mercado podem tornar o comércio de alimentos mais eficiente e evitar grandes mudanças de preços. Os picos de preços também podem ser evitados investindo em reservas nacionais dos principais cereais e alimentos, bem como em instrumentos que compensam os riscos.⁶⁰

Agir de modo diferente: para transformar os sistemas de energia, produção de alimentos e tomada de decisões

Para conseguir a redução necessária de emissões é necessário transformar nosso sistema energético e a forma como gerenciamos a agricultura, o uso do solo e as florestas (figura 7). Essas transformações também devem incorporar as adaptações necessárias à mudança climática. Quer envolvam a decisão sobre qual colheita plantar ou quanto de energia hidrelétrica desenvolver, as decisões terão de ser robustas para a variedade de resultados climáticos que podemos enfrentar no futuro, em vez de se adaptarem de uma forma ideal ao clima do passado.

Acender uma verdadeira revolução energética. Supondo que o financiamento esteja disponível, as emissões podem ser profunda e rapidamente cortadas sem sacrificar o crescimento? A maior parte dos modelos sugere que é possível, embora ninguém considere isso fácil (ver capítulo 4). Eficiência energética muito maior,

Figura 7 Emissões globais de CO₂e por setor: energia, mas também agricultura e silvicultura são as principais fontes



Fonte: IPCC 2007a, figura 2.1.

Nota: Parcela de emissões de gases do efeito estufa antropogênicos (causados por humanos) em 2004 em CO₂e (ver figura 1 para obter a definição de CO₂e). As emissões associadas ao uso do solo e à mudança de uso do solo, como fertilizantes agrícolas, pecuária, desmatamento e queimadas, respondem por cerca de 30% do total de emissões dos gases do efeito estufa. E adesões de carbono em florestas e outras vegetações e solos constituem um importante reservatório de carbono, portanto, a melhoria da gestão do uso do solo é essencial em iniciativas para reduzir os gases do efeito estufa na atmosfera.

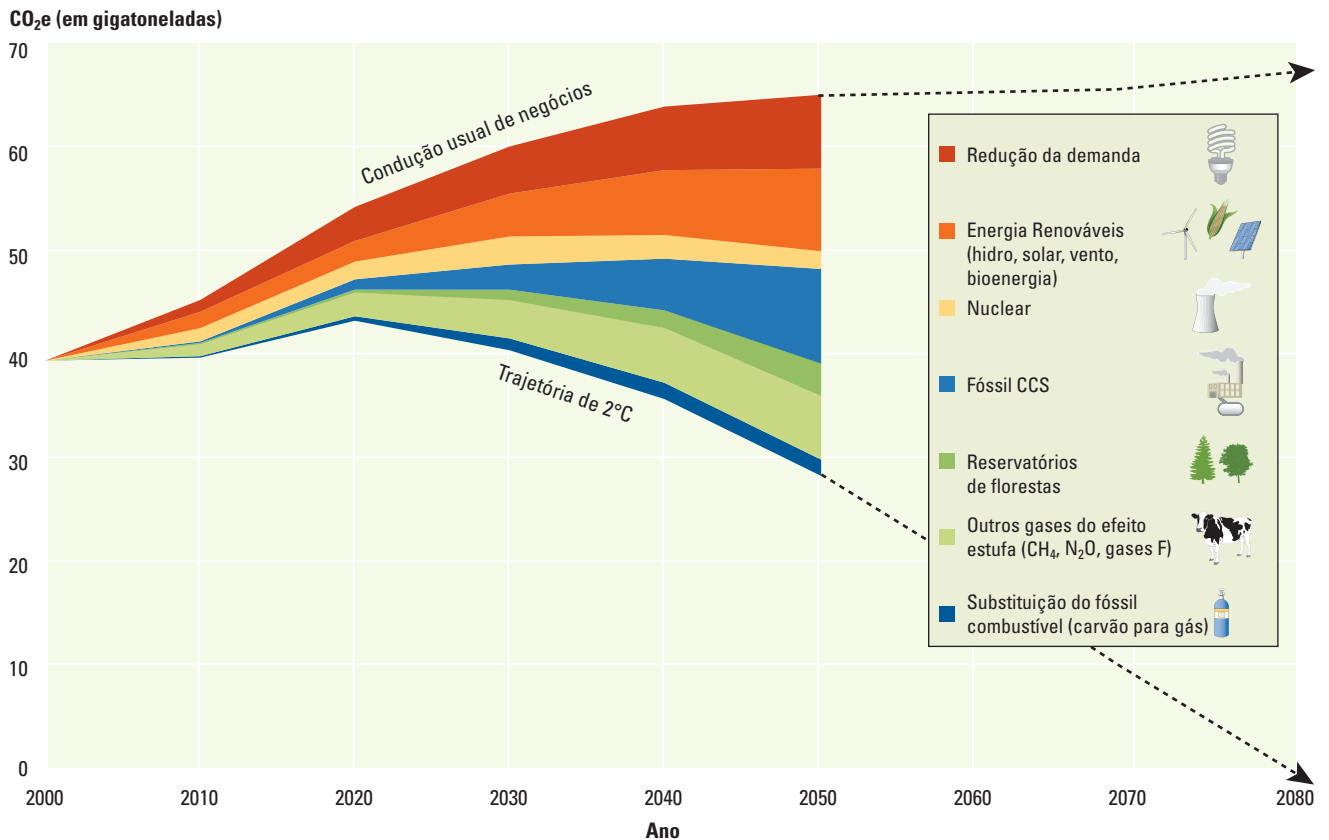
gestão mais sólida da demanda, implantação em grande escala das fontes de eletricidade existentes que emitem pouco CO₂ poderiam produzir cerca de metade das reduções de emissões necessárias para colocar o mundo na direção da marca de 2°C (figura 8). Muitas têm cobenefícios substanciais, mas são prejudicadas pelas restrições institucionais e financeiras que demonstraram ser difíceis de superar.

Assim, tecnologias e práticas conhecidas podem representar uma economia de tempo — se puderem ser ampliadas. Para que isso aconteça, é essencial a determinação apropriada dos preços de energia. O corte de subsídios e o aumento dos impostos de combustíveis são politicamente difíceis, mas o recente sobe-e-desce nos preços do petróleo e da gasolina torna o momento oportuno para isso. Na verdade, os países da Europa usaram o período da crise do petróleo pós-1974 para adotar altas taxas de combustível. Como resultado, a demanda de combustível é cerca da metade do que provavelmente seria se os preços estivessem próximos

daqueles praticados nos Estados Unidos.⁶¹ Do mesmo modo, os preços da eletricidade são duas vezes mais elevados na Europa do que nos Estados Unidos e o consumo de eletricidade *per capita* é a metade.⁶² Os preços ajudam a explicar por que as emissões europeias *per capita* (10 toneladas de CO₂e) equivalem a menos da metade das emissões nos Estados Unidos (23 toneladas).⁶³ Os subsídios globais à energia nos países em desenvolvimento foram calculados em cerca de US\$ 310 bilhões em 2007,⁶⁴ beneficiando desproporcionadamente as populações com renda mais elevada. Racionalizar subsídios de energia para destinar aos pobres e encorajar a energia e o transporte sustentáveis podem reduzir as emissões globais de CO₂ e fornecer um conjunto de outros benefícios.

Mas a determinação de preço é apenas uma parte da agenda de eficiência energética, que sofre com as falhas do mercado, altos custos das transações e restrições de financiamento. Normas, reforma regulamentar e incentivos financeiros também são necessários — e são

Figura 8 Será necessária uma carteira completa de medidas e tecnologias avançadas existentes, e não uma fórmula mágica, para ajustar o aquecimento mundial à trajetória de 2°C



Fonte: Equipe do WDR com dados do IIASA 2009.

custo-eficazes. Os padrões de eficiência e os programas de etiquetagem custam cerca de 1,5 centavo de dólar dos Estados Unidos por quilowatt-hora, muito menos do que qualquer opção de fornecimento de eletricidade,⁶⁵ enquanto as metas de desempenho energético industrial impulsionam a inovação e aumentam a competitividade.⁶⁶ Como os serviços de utilidade pública são canais potencialmente eficazes de fornecimento para tornar as casas, os prédios comerciais e a indústria mais eficientes em termos de energia, é preciso criar incentivos para que os serviços de utilidade pública poupem energia. Isso pode ser feito desatrelando os lucros dos serviços de utilidade pública de sua venda bruta, com o lucro aumentando com sucessos da conservação energética. Essa abordagem está por trás do notável programa de conservação de energia da Califórnia; sua adoção tornou-se uma condição para qualquer estado americano receber concessões federais de eficiência energética do incentivo fiscal de 2009.

Em termos de energia renovável, acordos de compra de energia a longo prazo dentro de uma estrutura normativa com garantia de um acesso justo à rede aberta por parte dos produtores independentes de energia, atrairão investidores. Isso pode ser feito por meio de compras obrigatórias de energia renovável a um preço fixo (conhecido como tarifa de suprimento) como na Alemanha e na Espanha; ou por meio de padrões de portfólios renováveis que exigem uma parcela mínima de energia proveniente de fontes renováveis de energia, como em muitos estados americanos.⁶⁷ O que é importante

é que a demanda previsivelmente mais alta deverá reduzir os custos das fontes renováveis, com benefícios para todos os países. De fato, a experiência mostra que a demanda esperada pode ter um impacto ainda maior do que a inovação tecnológica na redução dos preços (figura 9).

Mas novas tecnologias serão indispensáveis: todos os modelos de energia analisados neste Relatório concluem que é impossível seguir a trajetória de 2°C apenas com eficiência energética e disseminação das tecnologias existentes. Tecnologias novas ou emergentes, tais como captura e armazenamento de carbono, biocombustíveis de segunda geração e energia solar fotovoltaica, são extremamente necessárias.

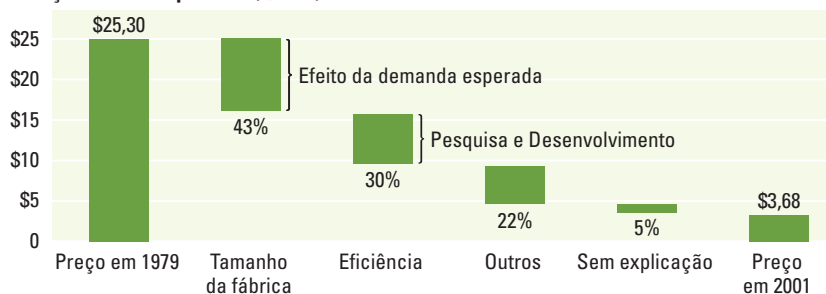
Poucas das novas tecnologias necessárias estão disponíveis no mercado. Os projetos em andamento de captura e armazenamento de carbono armazenam atualmente somente cerca de 4 milhões de toneladas de CO₂ anualmente.⁶⁸ Para provar totalmente a viabilidade dessa tecnologia em diferentes regiões e cenários, serão necessárias cerca de 30 plantas em tamanho natural a um custo total de US\$ 75 bilhões a US\$ 1000 bilhões. É necessário que até 2020, a capacidade de armazenamento seja de 1 bilhão de toneladas de CO₂ ao ano para ficarmos dentro da faixa de aquecimento de 2°C.

Também são necessários investimentos em pesquisas de biocombustíveis. Uma produção expandida por meio da geração atual de biocombustíveis deslocaria grandes áreas de florestas e pastagens naturais e competiria com a produção de alimentos.⁶⁹ Biocombustíveis de segunda geração que dependem de colheitas não-alimentares podem reduzir a concorrência com a agricultura usando mais terras marginais. Mas eles ainda podem causar a perda da terra de pastos para o gado e ecossistemas de pradarias e competir por recursos hídricos.⁷⁰

Avanços revolucionários em tecnologias inteligentes em termos de clima exigirão despesas muito maiores com pesquisa, desenvolvimento, demonstração e implantação. Como foi mencionado anteriormente, os gastos públicos e privados com RD&D de energia são modestos, tanto no que diz respeito às necessidades estimadas, quanto em comparação com o que as indústrias inovadoras investem.⁷¹ Gastos modestos significam progresso lento, com a energia renovável representando ainda apenas 0,4% de todas as patentes.⁷² Além disso, os países em desenvolvimento precisam ter acesso a essas tecnologias, o que requer o

Figura 9 Demanda alta esperada gerou reduções de custo em fotovoltaicos solares permitindo produção em maior escala

Redução de custos por fator (\$/watt)



Fonte: Adaptado de Nemet, 2006.

Nota: As barras mostram a parte da redução no custo de energia solar fotovoltaica, de 1979 a 2001, conforme diferentes fatores como tamanho da fábrica (que é determinado pela demanda esperada) e melhoria da eficiência (que é impulsionada pela inovação de P&D). A "outra" categoria inclui reduções no preço do principal silicone de entrada (12%) e vários de fatores bem menores (incluindo quantidades reduzidas de silicone necessárias para uma determinada saída de energia e taxas mais baixas de produtos descartados devido a erro de fabricação).

aumento da capacidade interna de identificar e adaptar novas tecnologias e também fortalecer mecanismos internacionais de transferência tecnológica (ver capítulo 7).

Transformar a gestão da terra e da água e gerenciar demandas concorrentes. Até 2050, o mundo precisará alimentar mais 3 bilhões de pessoas e lidar com as mudanças de demandas alimentares de uma população mais rica (as pessoas mais ricas comem mais carne, uma maneira de obter proteínas que requer muitos recursos). Isso deve ocorrer em um clima severo com mais tempestades, secas e inundações, incorporando ao mesmo tempo a agricultura na agenda de mitigação — porque a agricultura impulsiona cerca da metade do desmatamento todos os anos e contribui diretamente com 14% das emissões globais. E os ecossistemas, já enfraquecidos pela poluição, pressão da população e uso abusivo, são mais ameaçados pela mudança climática. Produzir mais e proteger melhor em um clima mais severo e, ao mesmo tempo, reduzir as emissões de gases do efeito estufa é uma missão difícil. Exigirá a gestão de demandas concorrentes para

solo e água da agricultura, florestas e outros ecossistemas, cidades e energia.

Assim, a agricultura precisará tornar-se mais produtiva, produzindo mais safra por gota d'água (*crop per drop*) e por hectare — mas sem o aumento dos custos ambientais atualmente associados à agricultura intensiva. E as sociedades terão que se empenhar muito mais para proteger os ecossistemas. Para evitar destinar mais terras para o cultivo e invadir solo e florestas “sem manejo”, a produtividade agrícola terá que aumentar, talvez em 1,8% ao ano em comparação com 1% se não houvesse mudança climática.⁷³ A maior parte desse aumento terá que ocorrer nos países em desenvolvimento porque a agricultura nos países de renda elevada já está próxima das produções máximas viáveis. Felizmente, novas tecnologias e práticas estão surgindo (quadro 5). Algumas melhoram a produtividade e resiliência, ao mesmo tempo em que sequestram o carbono do solo e reduzem o escoamento dos nutrientes que prejudica os ecossistemas aquáticos. Mas é necessário pesquisar mais para compreender como aumentá-las.

QUADRO 5 *Abordagens promissoras que são boas para os agricultores e boas para o meio ambiente*

Práticas promissoras

As práticas de cultivo tais como plantio direto (que envolve a injeção de sementes diretamente no solo em vez de semeá-las em campos lavrados) associadas ao manejo de resíduos e uso adequado de fertilizante, podem ajudar a preservar a umidade do solo, maximizar a infiltração de água, aumentar o armazenamento de carbono, minimizar o escoamento de nutrientes e melhorar as safras. Utilizada atualmente em cerca de 2% das terras aráveis de todo o mundo, essa prática deverá expandir-se. O plantio direto foi principalmente adotado nos países de alta renda, mas está se expandindo rapidamente para países como a Índia. No ano de 2005, os agricultores adotaram o plantio direto no sistema de agricultura de arroz e trigo em 1,6 milhão de hectares da planície indogangética; em 2008, entre 20% e 25% do trigo de dois estados indianos (Haryana e Punjab) eram cultivados com o mínimo de manejo. E no Brasil, cerca de 45% das terras férteis são cultivadas com essas práticas.

Tecnologias promissoras

Técnicas agrícolas de precisão para a aplicação direcionada e perfeitamente

cronometrada do mínimo necessário de fertilizante e água poderiam ajudar as propriedades agrícolas intensivas e de alta produção dos países de renda elevada, a Ásia e a América Latina a reduzir as emissões e o escoamento de nutrientes e aumentar a eficiência do uso da água. Novas tecnologias que restringem as emissões de nitrogênio gasoso incluem a liberação controlada de nitrogênio mediante a colocação profunda de supergrânulos de fertilizantes ou a adição de inibidores biológicos aos fertilizantes. Tecnologias de sensoriamento remoto para a comunicação de informações exatas acerca da umidade do solo e de necessidades de irrigação podem eliminar o emprego desnecessário de água. Algumas dessas tecnologias podem continuar a ser excessivamente caras para a maioria dos agricultores dos países em desenvolvimento (e pode exigir esquemas de pagamento para a conservação de carbono do solo ou mudanças na determinação do preço da água). Mas outras, como os inibidores biológicos, não exigem mão-de-obra adicional e aumentam a produtividade.

Aprendendo com o passado

Outra abordagem baseada em uma tecnologia utilizada por povos indígenas da Floresta Amazônica pode sequestrar o carbono em grande escala, enquanto aumenta a produtividade do solo. A queima de resíduos úmidos de plantas e adubo (“biomassa”) a temperaturas baixas na quase completa ausência de oxigênio para produzir biocarvão, um sólido parecido com carvão com um conteúdo muito elevado de carbono. O biocarvão é muito estável no solo, retendo o carbono que, de outra forma, seria liberado pela simples queima da biomassa ou por sua decomposição. Em ambientes industriais, esse processo transforma metade do carbono em biocombustível e a outra metade em biocarvão. Uma análise recente sugere que o biocarvão pode ser capaz de armazenar o carbono durante séculos, talvez milênios, e existem outros estudos em andamento para verificar essa propriedade.

Fontes: de la Torre, Fajnzylber e Nash 2008; Derpsch e Friedrich 2009; Erenstein 2009; Erenstein e Laxmi 2008; Lehmann 2007; Wardle, Nilsson e Zackrisson 2008.

O aumento dos esforços de conservação das espécies e ecossistemas precisará ser mais compatível com a produção de alimentos (quer na agricultura ou na pesca). As áreas preservadas — já representam 12% das terras do planeta, mas apenas uma minúscula parcela do oceano e do sistema de água doce — não podem ser a única solução para a manutenção da biodiversidade porque o âmbito das espécies provavelmente ultrapassa os limites dessas áreas. Em vez disso, as paisagens ecoagrícolas, onde os agricultores criam mosaicos de habitats cultivados e naturais, podem facilitar a migração das espécies. Ao mesmo tempo em que beneficiam a biodiversidade, as práticas de ecoagricultura também aumentam a resiliência da agricultura à mudança climática junto com a produtividade das lavouras e as receitas. Na América Central, as propriedades agrícolas que utilizam essas práticas sofreram a metade, ou menos, do prejuízo infligido a outras pessoas pelo Furacão Mitch.⁷⁴

Uma melhor gestão da água é crucial para que a agricultura se adapte à mudança climática. As bacias hidrográficas perderão armazenamento natural de água em gelo e neve e em recarga reduzida dos aquíferos, na mesma medida em que as temperaturas mais elevadas aumentam a evaporação. A água pode ser usada de maneira mais eficiente com a combinação de uma nova tecnologia com a tecnologia existente, melhores informações e uso mais sensato. Isso pode ser feito até mesmo nos países pobres e entre os pequenos agricultores: em Andhra Pradesh, Índia, um esquema simples no qual os agricultores monitoram a chuva e os lençóis subterrâneos e aprendem novas técnicas agrícolas e de irrigação, permitiu que um milhão de agricultores reduzissem voluntariamente o consumo de águas subterrâneas, alcançando níveis sustentáveis.⁷⁶

Os esforços para aumentar os recursos hídricos incluem represas, mas as represas só podem ser uma parte da solução e precisarão ser projetadas de forma flexível para lidar com uma maior variabilidade em termos de precipitação pluviométrica. Outras abordagens incluem o uso de água reciclada e dessalinização, as quais, embora dispendiosas, podem valer a pena para o uso de alto valor em áreas costeiras, especialmente se abastecidas por energia renovável (ver capítulo 3).

Mas a mudança de práticas e tecnologias pode constituir um desafio, especialmente em ambientes pobres, rurais e isolados, onde a introdução de novas maneiras de fazer as

coisas exige trabalhar com um grande número de atores avessos ao risco localizado fora dos caminhos mais conhecidos e que enfrentam restrições e incentivos diferentes. As entidades de extensão geralmente têm recursos limitados para apoiar os agricultores e normalmente são formadas por engenheiros e agrônomos e não por comunicadores treinados. Para aproveitar as tecnologias emergentes será necessário também levar educação técnica superior às comunidades rurais.

Transformar os processos de tomada de decisão: Formulação de políticas adaptativas para enfrentar um ambiente mais arriscado e mais complexo. A elaboração e planejamento da infraestrutura, determinação de preços de seguros e inúmeras decisões privadas — de datas de plantio e de colheita ao assentamento de fábricas e planejamento de edifícios — baseiam-se desde longa data na estacionaridade, ou seja, a ideia de que os sistemas naturais flutuam dentro de um invólucro imutável de variabilidade. Com a mudança climática, desaparece a estacionaridade.⁷⁵ Os responsáveis pela tomada de decisões precisam agora lidar com a mudança climática que aumenta as incertezas que já estão enfrentando. Agora, será necessário tomar mais decisões em um contexto de alteração de tendências e maior variabilidade, para não falar das possíveis restrições do carbono.

As abordagens que estão sendo desenvolvidas e empregadas por órgãos públicos e privados, cidades e países de todo o mundo, da Austrália ao Reino Unido, estão demonstrando que é possível aumentar a resiliência mesmo sem uma modelagem dispendiosa e sofisticada do clima futuro.⁷⁷ Obviamente, projeções melhores e menos incerteza ajudam, mas essas novas abordagens tendem a concentrar-se em estratégias que são “robustas” para uma série de possíveis resultados futuros e não apenas ótimos para um determinado conjunto de expectativas (quadro 6).⁷⁸ Estratégias robustas podem ser tão simples quanto escolher tipos de sementes que tenham bom desempenho em vários climas.

Estratégias robustas geralmente constroem flexibilidade, diversificação e redundância em capacidades de resposta (ver capítulo 2). Elas favorecem ações “sem pesar” que proporcionam benefícios (tais como eficiência de água e energia) mesmo sem a mudança climática. Elas também favorecem opções reversíveis e flexíveis para manter o custo de decisões erradas o mais baixo possível (planejamento urbano restritivo para áreas costeiras pode ser mais facilmente

QUADRO 6 *Criatividade necessária: A adaptação exige novas ferramentas e novo conhecimento*

Independentemente dos esforços de mitigação, a humanidade precisará adaptar-se a mudanças substanciais no clima — em todos os lugares e em muitos campos diferentes.

Capital natural

Será necessária uma diversidade de ativos naturais para enfrentar a mudança climática e garantir agricultura produtiva, silvicultura e pesca. Por exemplo, são necessárias variedades de colheitas que tenham bom desempenho em situações de seca, calor e aumento de CO₂. Mas o setor privado — e o processo conduzido por agricultores de escolher os cultivos — favorece a homogeneidade adaptada às condições passadas ou atuais, não variedades capazes de produzir sistematicamente safras elevadas em condições de maior calor, mais umidade ou mais secas. São necessários programas de reprodução acelerada para conservar um conjunto mais amplo de recursos genéticos das colheitas existentes, tipos e seus parentes selvagens. Ecossistemas relativamente intatos, tais como microbacias florestadas, mangues e pantanais são capazes de amortecer os impactos da mudança climática. Sob um clima em transformação, esses ecossistemas estão, eles próprios, em risco e as abordagens de gestão precisarão ser mais proativas e adaptativas. Poderão

ser necessárias ligações entre áreas naturais, tais como corredores de migração, para tornar mais fácil que as movimentações das espécies mantenham o mesmo ritmo da mudança do clima.

Capital físico

A mudança climática provavelmente afetará a infraestrutura de maneiras que não são fáceis de prever e que variam muito com a geografia. Por exemplo, a infraestrutura de áreas de pouca altitude é ameaçada pelas inundações dos rios e elevação do mar, quer seja na Baía de Tangier, na cidade de Nova York ou em Shanghai. As ondas de calor amolecem o asfalto e podem exigir o fechamento de estradas; elas afetam a capacidade das linhas de transmissão de eletricidade e aquecem a água necessária para resfriar as usinas térmicas e nucleares, da mesma forma que aumentam a demanda de eletricidade. As incertezas podem influenciar não apenas as decisões sobre investimento, mas o planejamento da infraestrutura que precisará ser robusta para o clima futuro. Uma incerteza semelhante acerca da confiabilidade do abastecimento de água está produzindo estratégias de gestão integradas e tecnologias aprimoradas relacionadas à água como proteções contra a mudança climática. Serão necessários maior conhecimento técnico e recursos de

engenharia para planejar a infraestrutura futura por causa da mudança climática.

Saúde humana

Muitas adaptações dos sistemas de saúde à mudança climática envolverão inicialmente opções de ordem prática que tomarão por base o conhecimento existente. Mas outras exigirão novas aptidões. Os avanços em genômica estão tornando possível projetar novas ferramentas diagnósticas capazes de detectar novas doenças infecciosas. Essas ferramentas, associadas aos avanços em tecnologias das comunicações, são capazes de detectar as tendências emergentes em saúde e oferecer aos profissionais de saúde oportunidades de intervenção antecipada. As inovações em uma série de tecnologias estão transformando a medicina. Por exemplo: o surgimento de dispositivos portáteis de diagnóstico e as consultas mediadas por vídeo estão ampliando as perspectivas da telemedicina e tornando mais fácil que comunidades isoladas conectem-se à infraestrutura mundial de saúde.

Fontes: Burke, Lobell e Guarino 2009; Ebi e Burton 2008; Falloon e Betts a ser lançado; Guthrie, Juma e Sillem 2008; Keim 2008; Koetse e Rietveld 2009; National Academy of Engineering 2008; Snoussi e outros 2009.

flexibilizado enquanto retiradas forçadas ou aumento de proteção podem ser difíceis e dispendiosas). Incluem margens de segurança para aumentar a resiliência (pagando os custos marginais da construção de uma ponte mais alta ou uma ponte que pode ser inundada ou ampliando as redes de segurança a grupos marginais). E dependem de planejamento de longo prazo baseado na análise de cenário, além de uma avaliação das estratégias sob uma ampla variedade de futuros possíveis.⁷⁹ O projeto participativo e a implementação são fundamentais, pois permitem o uso do conhecimento local sobre a vulnerabilidade existente e promovem a propriedade da estratégia pelos beneficiários.

A formulação de política para adaptação também precisa ser, ela própria, adaptativa, com análises periódicas baseadas na coleta e monitoramento de informações, um recurso cada vez mais viável a baixo custo graças a melhores tecnologias. Por exemplo, um problema-chave na gestão da água é a falta de conhecimento sobre as águas subterrâneas ou sobre quem consome o quê. Uma nova

tecnologia de sensoriamento remoto possibilita inferir o consumo dos lençóis freáticos, identificar que agricultores têm baixa produtividade da água e especificar quando aumentar ou diminuir as aplicações de água de modo a maximizar a produtividade sem afetar as produções das culturas em geral (ver capítulo 3).

Fazendo acontecer: novas pressões, novos instrumentos e novos recursos

As páginas anteriores descrevem as várias etapas necessárias para administrar o desafio da mudança climática. Muitas delas se parecem com a prática padrão de um manual sobre desenvolvimento ou ciência ambiental: melhorar a gestão dos recursos hídricos, aumentar a eficiência energética, promover as práticas agrícolas sustentáveis e remover os subsídios perversos. Mas esses ensinamentos demonstraram ser difíceis de conseguir, levantando a questão sobre o que tornaria possíveis as necessárias reformas de

mudanças de comportamento. A resposta está em uma combinação de novas pressões, novos instrumentos e novos recursos.

As novas pressões vêm de uma crescente conscientização da mudança climática e seus custos, atuais e futuros. Mas a conscientização nem sempre leva à ação: para obterem êxito, as políticas de desenvolvimento inteligentes em termos de clima também têm que combater a inércia no comportamento das pessoas e das organizações. A percepção de mudança climática no âmbito nacional também determinará o êxito de um acordo global — sua adoção mas também sua implementação. Embora muitas das respostas ao problema do clima e do desenvolvimento serão nacionais, ou mesmo locais, é necessário um acordo global para gerar novos instrumentos e novos recursos para a ação (ver capítulo 5). Assim, ao mesmo tempo em que novas pressões devem começar em casa com a mudança de comportamento e da opinião pública, a ação deve ser viabilizada por um acordo internacional eficiente e eficaz, que leve em conta as realidades do desenvolvimento.

Novas pressões: o sucesso depende da mudança de comportamento e da evolução da opinião pública

Os regimes internacionais influenciam as políticas nacionais, mas são, eles próprios, um produto de fatores nacionais. Normas políticas, estruturas de governança e interesses adquiridos orientam a transformação da legislação internacional em política interna e, ao mesmo tempo, formam o regime internacional.⁸⁰ Na falta de um mecanismo de execução global, os incentivos para o cumprimento dos compromissos globais são nacionais.

Para ter sucesso, uma política de desenvolvimento inteligente em termos climáticos deve considerar esses determinantes locais. As políticas de mitigação que o país vai seguir dependem de fatores internos, tais como a matriz energética, as fontes de energia atuais e potenciais e a preferência por políticas orientadas pelo estado ou pelo mercado. A busca de benefícios subsidiários locais — como ar mais puro, transferências tecnológicas e segurança energética — é fundamental para gerar apoio suficiente.

As políticas climáticas inteligentes também têm que combater a inércia no comportamento das pessoas e das organizações. Para separar as novas economias dos combustíveis fósseis e aumentar a resiliência à mudança climática serão necessárias mudanças de atitudes por

parte dos consumidores, líderes empresariais e formuladores de decisões. Os desafios para a mudança de comportamentos enraizados exigem uma ênfase especial nas políticas e intervenções independentes do mercado.

Em todo o mundo, os programas de gestão de riscos de desastres estão focados em mudar as percepções da comunidade sobre os riscos. A Cidade de Londres transformou programas educacionais e de comunicação específicos nos elementos centrais do seu Plano de Ação *London Warming* (Aquecimento de Londres). E os serviços de utilidade pública dos Estados Unidos começaram a utilizar as normas sociais e a pressão da comunidade para incentivar uma demanda por energia mais baixa: simplesmente demonstrando para os domicílios como eles estão se saindo em relação aos outros e indicando a aprovação de consumo abaixo da média é suficiente para incentivar um consumo de energia menor (ver capítulo 8).

A abordagem do desafio climático também requer mudanças na forma como os governos atuam. A política climática atinge o mandato de muitos órgãos governamentais, mas não pertence a nenhum deles. Em termos de mitigação e adaptação, muitas das ações necessárias exigem uma perspectiva de longo prazo que vai muito além da duração de qualquer administração eleita. Muitos países, incluindo o Brasil, China, Índia, México e Reino Unido criaram órgãos responsáveis pela mudança climática, definiram organismos de coordenação de alto nível e aumentaram o uso de informações científicas na formulação de políticas (ver capítulo 8).

As cidades, os estados e as regiões fornecem o espaço político e administrativo mais próximo das fontes de emissões e dos impactos da mudança climática. Além de implementar e articular as políticas e regulamentações nacionais, elas executam a formulação de políticas, funções de regulamentação e planejamento em setores-chave para a mitigação (transporte, construção, serviços públicos, defesa de direitos locais) e adaptação (proteção social, redução do risco de desastres, gestão dos recursos naturais). Como estão mais próximos dos cidadãos, esses governos conseguem promover a conscientização pública e mobilizar os atores privados.⁸¹ E na interseção do governo e do público, eles representam o espaço onde a responsabilidade do governo por respostas apropriadas se esgota. É por isso que muitos governos locais antecedem os governos nacionais em relação às ações climáticas (quadro 7).

QUADRO 7 *As cidades reduzem suas pegadas de carbono*

O movimento em direção às cidades com selo de carbono neutro mostra como os governos estão agindo mesmo na ausência de compromissos internacionais ou de políticas nacionais rigorosas. Nos Estados Unidos, país que não ratificou o Protocolo de Quioto, quase um milhão de cidades concordaram em cumprir a meta do protocolo de Quioto nos termos do acordo de Proteção Climática dos Prefeitos. Em Rizhao, uma cidade de 3 milhões de habitantes no norte da China, o governo municipal combinou incentivos e ferramentas legislativas para incentivar o uso eficiente e em larga escala de energia renovável. Os arranha-céus são construídos para utilizar energia solar e 99% dos domicílios de Rizhao usam aquecedores com energia solar. Quase todos os sinais de trânsito e postes de iluminação de ruas e parques são movidos por células solares fotovoltaicas. No total, a cidade

tem mais de 500 mil metros quadrados de painéis de aquecimento de água com energia solar, o equivalente a cerca de 0,5 megawatt de aquecedores de água elétricos. Como resultado desses esforços, o uso de energia foi reduzido em quase um terço e as emissões de CO₂ foram cortadas pela metade.

Exemplos de cidades com selo de carbono neutro estão se propagando rapidamente além da China. Em 2008, Sydney tornou-se a primeira cidade da Austrália a receber o selo de carbono neutro, por meio de eficiência de energia, energia renovável e compensações das emissões de carbono. Copenhague está planejando reduzir suas emissões de carbono para zero até 2025. O plano inclui investimentos em energia eólica e o incentivo para carros movidos a energia elétrica e hidrogênio com estacionamento e recarga gratuitos.

Mais de 700 cidades e governos municipais em todo o mundo estão participando de uma “Campanha das Cidades em Prol da Proteção do Clima” para adotar políticas e implementar medidas quantificáveis para reduzir as emissões locais de gases do efeito estufa (<http://www.iclei.org>). Junto com outras associações de governos locais, tais como o C40 Cities Climate Leadership Group e o Conselho Mundial de Prefeitos para Mudanças Climáticas, elas iniciaram um processo que busca o empoderamento e a inclusão de cidades e governos locais na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática.

Fontes: Bai 2006; Banco Mundial 2009d; C40 Cities Climate Leadership Group, <http://www.c40cities.org> (accessado em 1º de agosto de 2009).

Novos instrumentos e novos recursos: o papel de um acordo global

A ação imediata e abrangente não é viável sem cooperação global, o que requer um acordo considerado equitativo por todas as partes, ou seja, países de renda elevada, que precisam envidar os esforços mais imediatos e rigorosos; países de renda média, onde precisarão ocorrer mitigação e adaptação substanciais e países de baixa renda, cuja prioridade é a assistência técnica e financeira para superar a vulnerabilidade às condições atuais, sem falar no esclarecimento das mudanças climáticas. O acordo deve também ser eficaz no alcance das metas climáticas, incorporando lições de outros acordos internacionais e de êxitos e fracassos anteriores com grandes transferências internacionais de recursos. Finalmente, ele tem que ser eficiente, o que exige recursos financeiros apropriados e instrumentos financeiros capazes de separar o local onde a mitigação ocorre de quem a financia — alcançando, assim, a mitigação pelo menor custo.

Um acordo equitativo. A cooperação global na escala necessária para lidar com a mudança climática somente poderá ocorrer se for baseada em um acordo global que aborde as necessidades e restrições dos países em desenvolvimento; somente se puder separar onde a mitigação ocorre de quem suporta o ônus desse esforço; e somente se criar instrumentos financeiros para incentivar e facilitar a mitigação, mesmo em países que sejam ricos em carvão e pobres em renda

ou que tenham contribuído pouco ou nada historicamente para a mudança climática. A questão de se esses países irão aproveitar a oportunidade para empreender uma via de desenvolvimento mais sustentável, será fortemente influenciado pelo apoio técnico e financeiro que os países de renda elevada puderem reunir. De outro modo, os custos de transição podem ser proibitivos.

Entretanto, uma cooperação global exigirá mais do que contribuições financeiras. A economia comportamental e a psicologia social mostram que as pessoas tendem a rejeitar acordos que considerem injustos com elas, mesmo que eles sejam benéficos.⁸² Assim, o fato de ser interesse de todos colaborar não é garantia de sucesso. Existem preocupações verdadeiras entre os países em desenvolvimento de que um esforço para integrar clima e desenvolvimento poderia transferir mais responsabilidade para a mitigação no mundo em desenvolvimento.

A valorização do princípio da equidade em um acordo global ajudaria bastante na eliminação de tais preocupações e geraria confiança (ver Capítulo 5). Uma meta de longo prazo de emissões *per capita* convergindo para uma faixa poderia garantir que nenhum país ficasse preso em uma parcela desigual do patrimônio atmosférico. A Índia declarou recentemente que nunca excederia a média *per capita* de emissões dos países de alta renda.⁸³ Portanto, uma ação drástica por parte dos países de renda elevada no sentido de reduzir seus próprios níveis de pegada

de carbono é fundamental. Isso mostraria liderança, impulsionaria a inovação e tornaria possível que todos adotassem o caminho do crescimento com baixos níveis de emissões de carbono.

Outra grande preocupação dos países em desenvolvimento é o acesso à tecnologia. A inovação das tecnologias associadas ao clima permanece concentrada nos países de renda elevada, embora os países em desenvolvimento estejam aumentando sua presença (a China ocupa a sétima posição em patentes globais de energia renovável,⁸⁴ e uma empresa indiana é agora a líder em carros elétricos em circulação).⁸⁵ Além disso, os países em desenvolvimento, pelo menos os menores ou os mais pobres, podem precisar de assistência para produzir uma nova tecnologia ou adaptá-la às suas circunstâncias. Isso é particularmente problemático em termos de adaptação, onde as tecnologias podem ser bastante específicas para o local.

As transferências internacionais de tecnologias limpas têm sido modestas até agora. Elas ocorrem em, na melhor das hipóteses, em um terço dos projetos financiados por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o principal canal de financiamento de investimentos em tecnologias de baixo carbono nos países em desenvolvimento.⁸⁶ O Mecanismo Global para o Meio Ambiente, que historicamente aloca cerca de US\$ 160 milhões por ano para os programas de mitigação,⁸⁷ está apoiando as avaliações de necessidades de tecnologia em 130 países. Cerca de US\$ 5 bilhões foram recentemente prometidos sob o novo Fundo de Tecnologia Limpa para ajudar os países em desenvolvimento, mediante o apoio a grandes e arriscados investimentos que envolvem tecnologias limpas, mas existem controvérsias sobre o que constitui tecnologia limpa.

A criação de acordos tecnológicos em um acordo global sobre o clima pode impulsionar a inovação tecnológica e garantir o acesso dos países em desenvolvimento. A colaboração internacional é fundamental para a produção e o compartilhamento das tecnologias inteligentes sobre o clima. Com relação à produção, os acordos de participação nos custos são necessários para tecnologias de larga escala e alto risco como a captura e armazenamento de carbono (ver capítulo 7). Os acordos internacionais sobre padrões criam mercados em termos de inovação. E o apoio internacional à transferência de tecnologia pode tomar a forma de produção conjunta e compartilhamento de tecnologia,

ou de apoio financeiro para o custo incremental da adoção de uma tecnologia nova e mais limpa (como foi feito por meio do Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio).

Um acordo global também terá que ser aceitável para os países de renda alta. Eles se preocupam com as demandas financeiras que poderiam recair sobre eles e querem certificar-se de que as transferências financeiras produzam os resultados desejados em termos de adaptação e mitigação. Estão preocupados também com o fato de que uma abordagem escalonada, que permite aos países em desenvolvimento atrasar as ações, possa afetar sua competitividade com relação aos principais países de renda média.

Um acordo eficaz: lições obtidas da eficácia da ajuda e acordos internacionais. Um acordo eficaz sobre o clima alcançará os objetivos acordados para a mitigação e adaptação. Seu planejamento pode basear-se nas lições obtidas com a eficácia da ajuda e com os acordos internacionais. Financiamento do clima não significa financiamento da ajuda, mas a experiência da ajuda proporciona lições importantes. Em especial, tornou-se claro que os compromissos raramente são respeitados, exceto quando correspondem aos objetivos de um país; ou seja, o debate condicionalidade x propriedade. Sendo assim, o financiamento em termos de adaptação e mitigação deve organizar-se em torno de um processo que incentive o desenvolvimento e a propriedade por parte do país beneficiário de uma agenda de desenvolvimento de baixa emissão de carbono. A experiência da ajuda também demonstra que uma multiplicidade de fontes de financiamento impõe custos imensos de transação aos países beneficiários e reduz a efetividade. E enquanto as fontes de financiamento podem ser separadas, o gasto dos recursos de adaptação e mitigação devem ser totalmente integrado aos esforços de desenvolvimento.

Os acordos internacionais demonstram também que as abordagens escalonadas podem ser uma maneira apropriada de unir parceiros muito diferentes em um único acordo. Basta observarmos a Organização Mundial do Comércio: um tratamento especial e diferenciado para os países em desenvolvimento tem sido uma característica que define o sistema de comércio multilateral durante a maior parte do período pós-guerra. Nas negociações sobre o clima, estão surgindo propostas acerca da estrutura com múltiplos

caminhos lançada no Plano de Ação de Bali do UNFCCC.⁸⁸ Essas propostas significam que os países desenvolvidos se comprometem com metas de produtos, onde os “produtos” são as emissões de gases do efeito estufa, e os países em desenvolvimento se comprometem com as mudanças de políticas em vez de com as metas de emissão.

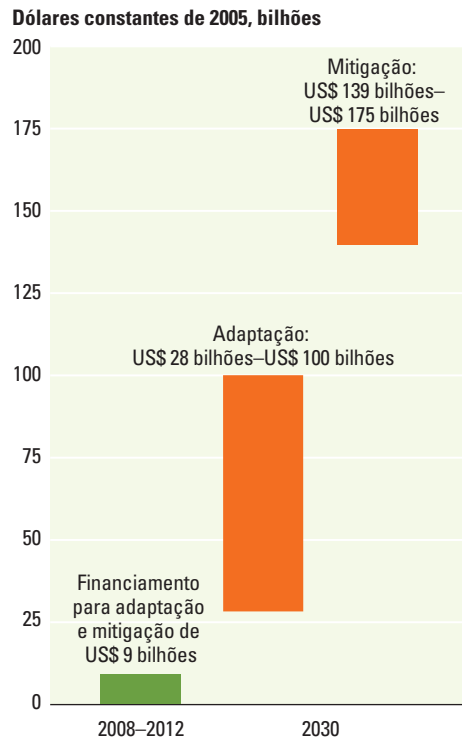
Essa abordagem é atraente por três motivos. Primeiro, pode fazer avançar as oportunidades de mitigação que envolvem os cobenefícios do desenvolvimento. Segundo, é bem adequada aos países em desenvolvimento, onde o rápido crescimento populacional e econômico está comandando a rápida expansão do capital social (com oportunidades para um bom ou mau bloqueio) e aumenta a urgência de caminhar no sentido de sistemas de energia, sistemas urbanos e de transporte com menos emissão de carbono. Um caminho baseado em política também pode oferecer uma boa estrutura aos países com uma alta parcela de emissões difíceis de medir derivadas do uso da terra, da mudança no uso da terra e da silvicultura. Terceiro, a abordagem tem menos probabilidade de requerer monitoramento de fluxos complexos, o que é um desafio para muitos países. Contudo, é essencial que exista um certo monitoramento geral e avaliação dessas abordagens, ao menos para compreender sua eficácia.⁸⁹

Um acordo eficiente: o papel do financiamento do clima

O financiamento do clima pode conciliar igualdade e eficiência mediante a separação do local onde ocorre a ação climática de quem paga por ele. O fluxo suficiente de financiamento para os países em desenvolvimento, associado à formulação de capacidade e acesso à tecnologia, pode apoiar o crescimento e o desenvolvimento com a baixa emissão de carbono. Se o financiamento da mitigação for direcionado para onde os custos da mitigação são menores, a eficiência aumentará. Se o financiamento da adaptação for direcionado para onde as necessidades são maiores, é possível evitar a perda e o sofrimento indevidos. O financiamento do clima oferece os meios para conciliar igualdade, eficiência e eficácia no tratamento da mudança climática.

Mas os níveis atuais de financiamento climático estão aquém das necessidades previsíveis. As estimativas constantes da tabela 1 sugerem que os custos da mitigação nos países em desenvolvimento poderiam atingir

Figura 10 A lacuna é grande: Custos climáticos incrementais anuais estimados, necessários para uma trajetória de 2°C em comparação com os recursos atuais



Fontes: Ver tabela 1 na p. 9 e a discussão no capítulo 6.

Nota: Custos da mitigação e adaptação somente para os países em desenvolvimento. As barras representam a faixa das estimativas referentes aos custos incrementais das iniciativas de adaptação e mitigação associados a uma trajetória de 2°C. As necessidades de financiamento da mitigação, associadas aos custos incrementais aqui indicados, são muito mais altas, indo de US\$ 265 bilhões a US\$ 565 bilhões anualmente em 2030.

US\$ 140 a US\$ 175 bilhões por ano, além das consequentes necessidades de financiamento de US\$ 265 a US\$ 565 bilhões. Os atuais fluxos de mitigação do financiamento, que atingirão em média US\$ 8 bilhões ao ano até 2012, perdem sua importância. E os US\$ 30 a US\$ 100 bilhões estimados que poderiam ser necessários por ano para a adaptação nos países em desenvolvimento tornam insignificantes os recursos inferiores a US\$ 1 bilhão disponíveis atualmente (figura 10).

As deficiências do financiamento do clima são formadas por ineficiências significativas na forma como os recursos são gerados e implantados. Os principais problemas incluem fontes de financiamento fragmentadas, custos elevados de implementação de mecanismos de mercado, tais como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

(CMD) e instrumentos para a obtenção de financiamento para a adaptação que são insuficientes e causam distorções.

O capítulo 6 identifica quase 20 fundos bilaterais e multilaterais diferentes para a mudança climática atualmente propostos ou em operação. Essa fragmentação tem um custo que foi identificado na Declaração de Paris sobre Eficácia da Ajuda: cada fundo tem sua própria governança, o que eleva os custos das transações para os países em desenvolvimento; o alinhamento com os objetivos de desenvolvimento dos países pode ser prejudicado se as fontes de financiamento forem escassas. Outros dogmas da Declaração de Paris, que incluem participação, harmonização de doadores e responsabilização mútua, também são prejudicados quando o financiamento é muito fragmentado. Justifica-se claramente uma consolidação final dos fundos em um número mais limitado.

Com relação ao futuro, a definição do preço do carbono (quer seja por meio de imposto ou um esquema de *cap and trade*, limite e comércio) é a melhor forma de gerar recursos para o financiamento do carbono e direcionar tais recursos para oportunidades eficientes. No futuro próximo, contudo, o CDM e outros mecanismos baseados no desempenho para compensações das emissões de carbono deverão continuar a ser os principais instrumentos baseados no mercado para o financiamento da mitigação nos países em desenvolvimento e justificada, portanto, críticos na complementação de transferências diretas dos países de renda alta.

O CDM ultrapassou as expectativas em muitos aspectos, crescendo rapidamente, incentivando o aprendizado, aumentando a conscientização sobre as opções de mitigação e formulando a capacidade. Mas ele também tem muitas limitações, incluindo poucos benefícios colaterais do desenvolvimento, adicionalidade questionável (porque o CDM gera créditos de carbono para reduções de emissões relativas a uma linha de base e a escolha dessa linha de base sempre pode ser questionada), governança frágil, operação ineficiente, abrangência limitada (setores-chave como transporte não são cobertos) e preocupações sobre a continuidade do mercado após 2012.⁹⁰ Para a eficácia das ações climáticas, também é importante compreender que as transações do CDM não reduzem as emissões globais de carbono além dos compromissos acordados, elas apenas mudam o local onde elas ocorrem (nos países em desenvolvimento e não nos países desenvolvidos) e reduzem o custo

da mitigação (aumentando dessa forma a eficiência).

O Fundo de Adaptação do Protocolo de Quioto emprega um novo instrumento de financiamento na forma de um imposto de 2% sobre as reduções certificadas de emissões (unidades de compensação das emissões de carbono geradas pelo CDM). Isso claramente gera financiamento adicional a outras fontes, mas como indicado no capítulo 6, essa abordagem possui diversas características indesejáveis. O instrumento é tributar algo bom (financiamento da mitigação) e não ruim (emissões de carbono) e, como ocorre com qualquer imposto, existem ineficiências inevitáveis (perdas de excedente). A análise do mercado de CDM sugere que a maior parte dos ganhos perdidos com o comércio em resultado do imposto recairia sobre os fornecedores de créditos de carbono dos países em desenvolvimento.⁹¹ O financiamento da adaptação também exigirá um mecanismo de alocação que idealmente compreenderia os princípios de transparência, eficiência e equidade — abordagens eficientes direcionariam o financiamento para os países mais vulneráveis e aqueles com a maior capacidade para administrar a adaptação, enquanto a equidade exigiria que fosse dado um peso específico para os países mais pobres.

O fortalecimento e a expansão do regime de financiamento do clima exigirão a reforma dos instrumentos existentes e o desenvolvimento de novas fontes de financiamento do clima (ver capítulo 6). A reforma do CDM é particularmente importante tendo em vista seu papel na geração de financiamento do carbono para projetos nos países em desenvolvimento. Um conjunto de propostas tem o objetivo de reduzir os custos mediante a agilização da aprovação de projetos, inclusive atualizando as funções de análise e administrativas. Um segundo conjunto de propostas, muito importante, concentra-se em permitir que o CDM apoie mudanças de políticas e programas em vez de limitá-los a projetos. As “metas sem perdas do setor” são um exemplo de um esquema baseado no desempenho no qual as reduções comprováveis de emissões de carbono do setor, em comparação com uma linha de base acordada poderiam ser compensadas pela venda de créditos de carbono sem penalidade, caso as reduções não sejam alcançadas.

A silvicultura é outra área na qual o financiamento do clima pode reduzir as

QUADRO 8 O papel do uso da terra, agricultura e silvicultura na gestão da mudança climática

O uso da terra, a agricultura e a silvicultura têm um grande potencial de mitigação, mas foram controversos nas negociações climáticas. Poderiam as emissões e as absorções ser medidas com precisão suficiente? O que fazer a respeito das flutuações naturais no crescimento e perdas resultantes de incêndios associados à mudança climática? Os países devem receber créditos por ações tomadas décadas ou séculos antes das negociações climáticas? Os créditos obtidos das atividades baseadas na terra afundariam o mercado de carbono e fariam cair o preço do carbono, reduzindo os incentivos ao aumento da mitigação? Tem-se conseguido progresso em muitas dessas questões e o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática desenvolveu diretrizes para a medição de gases do efeito estufa relacionados à terra.

A média do desmatamento líquido global foi de 7,3 milhões de hectares por ano no período de 2000 a 2005, contribuindo com cerca de 5,0 gigatoneladas de CO₂ por ano em emissões, ou cerca de um quarto da redução de emissões necessária. Uma redução adicional de 0,9 gigatonelada pode ser atribuída ao reflorestamento e à melhoria da gestão das florestas nos países em desenvolvimento. Mas a melhoria da gestão das florestas e a redução do desmatamento nos países em desenvolvimento atualmente não fazem parte do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo da UNFCCC.

Há também interesse na criação de um mecanismo para pagamentos por uma melhor gestão do carbono do solo e outros gases do efeito estufa produzidos pela agricultura. Tecnicamente, cerca de 6,0 gigatoneladas de CO₂e em emissões podem ser reduzidas com a redução da lavoura de solos, melhor gestão de pantanais e arrozais, e melhor gestão da pecuária e adubo. É possível alcançar cerca de 1,5 gigatonelada de reduções de emissões ao ano por um preço de carbono de US\$ 20 a tonelada de CO₂e (figura).

A silvicultura e a mitigação agrícola produziram muitos cobenefícios. A manutenção das florestas abre uma maior diversidade de opções de subsistências, protege a biodiversidade e funciona como amortecedor contra eventos extremos como enchentes e deslizamentos de terra. A redução de culturas e melhor gestão de fertilizantes podem melhorar a produtividade. E os recursos gerados podem ser substanciais, pelo menos para os países com grandes florestas: se os mercados de carbono das florestas alcançarem todo o seu potencial, a Indonésia poderá ganhar entre US\$ 400 milhões e US\$ 2 bilhões por ano. Quanto ao carbono do solo, mesmo na África, onde terras relativamente pobres em carbono cobrem quase a metade

do continente, o potencial de sequestro de carbono do solo é de 100 milhões a 400 milhões de toneladas de CO₂e por ano. A US\$ 10 por tonelada, isso seria igual à atual assistência oficial ao desenvolvimento da África.

Devido em grande parte aos esforços de um grupo de países em desenvolvimento que formaram a Coalizção para as Florestas Tropicais, o uso da terra, a mudança no uso da terra e a silvicultura foram reintroduzidas na agenda da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC). Esses países buscam oportunidades para contribuir com a redução de emissões de acordo com sua responsabilidade comum, mas diferenciada, e levantar financiamento de carbono para melhor gerenciar seus sistemas. As negociações acerca do que se tornou conhecido como REDD (Emissões Reduzidas do Desmatamento e Degradação das Florestas) continuam, mas a maioria espera que alguns elementos do REDD façam parte de um acordo em Copenhague.

As iniciativas relacionadas ao carbono do solo não estão muito avançadas. Apesar de o sequestro de carbono na agricultura ser uma resposta bem barata e tecnicamente simples e eficiente para a mudança climática, o desenvolvimento de um mercado para tal não é tarefa simples. Um projeto-piloto no Quênia (ver capítulo 3) e compensações das emissões de carbono do solo na Bolsa do Clima de Chicago indicam oportunidades. Três passos podem ajudar a promover o sequestro do carbono do solo.

Em primeiro lugar, o monitoramento do carbono deve seguir uma abordagem

“baseada em atividade”, onde as reduções de emissões são calculadas de acordo com as atividades desempenhadas pelo agricultor e não pelas análises do solo, muito mais dispendiosas. Fatores específicos e conservadores de redução de emissões podem ser aplicados a diferentes zonas agroecológicas e climáticas. Isso é mais simples, mais barato e mais previsível para o agricultor, que sabe antecipadamente quais são os pagamentos e as possíveis penalidades para qualquer atividade em questão.

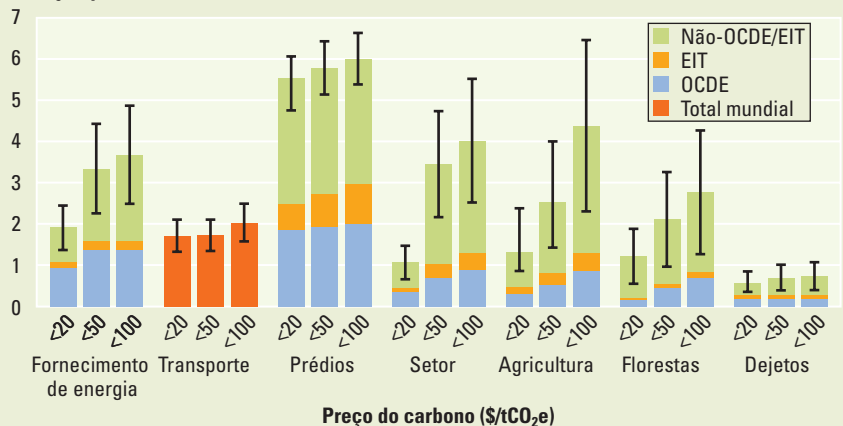
Segundo, os custos de transação podem ser reduzidos por “agregadores” que combinam as atividades de muitas propriedades agrícolas de pequeno porte, como no projeto-piloto do Quênia. Trabalhando com muitas propriedades agrícolas, os agregadores podem criar um mecanismo de amortecimento permanente e calcular a média de reversões do sequestro. A canalização de um portfólio de projetos com cálculos conservadores de permanência pode tornar o sequestro de carbono do solo totalmente equivalente à redução de CO₂ em outros setores.

Terceiro, uma ajuda logística, principalmente para agricultores pobres que precisam de ajuda para financiar custos antecipados, deve incluir serviços de extensão fortalecidos. Eles são fundamentais para a disseminação do conhecimento sobre as práticas de sequestro e oportunidades de financiamento.

Fontes: Canadelle outros 2007; Eliasch 2008; FAO 2005; Smith e outros 2008; Smith e outros 2009; Tschakert 2004; UNEP 1990; Voluntary Carbon Standard 2007; Banco Mundial 2008c.

Não se trata somente de energia: Quando se fala dos elevados preços do carbono, o potencial combinado de atenuação de agricultura e floresta é maior do que o potencial de outros setores individuais da economia

Redução potencial de emissão (GtCO₂e/ano)



Fonte: Barker e outros 2007b, figura TS.27.

Nota: EIT = economias em transição. As faixas de potenciais econômicos globais conforme avaliadas em cada setor são exibidas pelas linhas verticais pretas.

emissões (quadro 8). Outros mecanismos para a definição do preço do carbono das florestas deverão surgir das atuais negociações sobre o clima. Várias iniciativas, que incluem o Mecanismo de Parceria do Carbono Florestal do Banco Mundial, já estão explorando o modo pelo qual incentivos financeiros podem reduzir o desmatamento nos países em desenvolvimento e, dessa forma, reduzir as emissões de carbono. Os maiores desafios incluem o desenvolvimento de uma estratégia nacional e estrutura da implementação para a redução de emissões causadas pelo desmatamento e degradação; um cenário de referência para emissões e um sistema para monitoramento, criação de relatórios e verificação.

Esforços para reduzir as emissões de carbono do solo (mediante incentivos para mudar práticas de cultivo, por exemplo) também podem ser o objetivo dos incentivos financeiros — e são fundamentais para garantir que as áreas naturais não sejam convertidas na produção de alimentos e biocombustíveis. Mas a metodologia está menos desenvolvida do que para o carbono das florestas e importantes questões de monitoramento precisariam ser resolvidas (ver quadro 8). Mas programas-piloto devem ser desenvolvidos rapidamente para incentivar uma agricultura mais flexível e sustentável e para e levar mais recursos e inovação a um setor que tem sentido a falta de ambos nas últimas décadas.⁹²

Nos países, o papel do setor público será fundamental na criação de incentivos para a ação climática (mediante subsídios, impostos, tetos ou regulamentações), fornecendo informações e educação e eliminando as falhas do mercado que inibem a ação. Mas grande parte do financiamento virá do setor privado, especialmente para a adaptação. Para os prestadores privados de serviços de infraestrutura, a flexibilidade do regime será

fundamental no fornecimento dos incentivos corretos para os investimentos e operações à prova de clima. Ao mesmo tempo em que será possível alavancar o financiamento privado para investimentos específicos para adaptação (tais como proteção contra enchentes), a experiência até o momento com as parcerias público-privadas para infraestrutura nos países em desenvolvimento sugere que o escopo será modesto.

A geração de financiamento adicional para a adaptação é uma prioridade-chave e esquemas inovadores, tais como o leilão de unidades de quantidade atribuída (AAUs, os tetos vinculantes que os países aceitam nos termos do UNFCCC), a taxação das emissões do transporte internacional e um imposto global sobre o carbono têm o potencial para angariar dezenas de bilhões de dólares em novos financiamentos a cada ano. Para a mitigação, é claro que ter um preço eficiente para o carbono, mediante imposto ou “limite e troca”, será transformacional. Quando isso for alcançado, o setor privado fornecerá grande parte do financiamento necessário à medida que investidores e consumidores contabilizarem o preço do carbono. Mas os impostos nacionais sobre o carbono ou mercados de carbono não fornecerão obrigatoriamente os fluxos de financiamento necessários para os países em desenvolvimento. Se a solução para o problema do clima é ser equitativo, um CDM reformado e outros esquemas baseados no desempenho, a vinculação dos mercados nacionais de carbono, a alocação e venda de AAUs e as transferências fiscais, todas proporcionarão financiamento para os países em desenvolvimento.

Quando começar a impressão deste relatório, os países estarão participando de negociações sobre um acordo global acerca do clima sob os auspícios da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática

Muitas pessoas estão tomando medidas para proteger nosso ambiente. A meu ver, só faremos a diferença se trabalharmos em equipe. Até mesmo as crianças podem participar para ajudar, pois somos a geração futura e devemos valorizar nosso próprio meio ambiente natural.

—Adrian Lau Tsun Yin, China, 8 anos



Anoushka Bhari, Quênia, 8 anos

(UNFCCC). Muitos desses mesmos países também estão em meio a uma das crises financeiras mais graves de décadas recentes. As dificuldades fiscais e as necessidades urgentes podem tornar mais difícil convencer as assembleias legislativas a concordarem em gastar recursos no que é erradamente considerado unicamente como uma ameaça de período mais longo.

Entretanto, vários países adotaram pacotes de recuperação fiscal para tornar a economia mais verde e restaurar o crescimento, para um total global de mais de US\$ 400 bilhões durante os próximos anos, na esperança de incentivar a economia e gerar empregos.⁹³ Os investimentos em eficiência energética podem produzir um triplo dividendo de mais economia de energia, menos emissões e mais empregos.

As atuais negociações sobre o clima, que se encerrarão em Copenhagen em dezembro de 2009, têm feito pouco progresso — inércia na esfera política. Por todos os motivos destacados neste Relatório, inércia do sistema climático, inércia na infraestrutura, inércia em sistemas socioeconômicos, um acordo sobre o clima se faz necessário com urgência. Mas é preciso que seja um acordo inteligente, que crie os incentivos para soluções eficientes, para fluxos de financiamento e o desenvolvimento de novas tecnologias. Precisa ainda ser um acordo equitativo, que atenda às necessidades e aspirações dos países em desenvolvimento. Somente assim será possível criar o clima correto para o desenvolvimento.

Notas

1. Pobreza extrema é definida como viver com US\$ 1,25 por dia, ou menos. Chen e Ravallion (2008).

2. FAO 2009b.

3. O artigo 2 da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC) propõe a estabilização das concentrações dos gases do efeito estufa na atmosfera em um nível que “evitaria uma arriscada interferência antropogênica [causada pelo homem] com o sistema climático.” <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> (acessado em 1º de agosto de 2009.)

4. Definido como carbono emitido por dólar do PIB.

5. Em uma escala global, isso reduziria as emissões de CO₂ em 4-6 gigatoneladas por ano tendo em vista a atual matriz do setor energético e da indústria (IEA 2008e). Reduções semelhantes seriam possíveis no setor de construção dos países de renda elevada. Consultar, por exemplo, Mills 2009.

6. Banco Mundial 2009b.

7. de la Torre, Fajnzylber e Nash 2008.

8. Os gases do efeito estufa têm diferentes potenciais de retenção de calor. A concentração de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) pode ser usada para descrever o efeito do aquecimento global composto desses gases em termos da quantidade de CO₂ que teria o mesmo potencial de retenção de calor sobre um determinado período de tempo.

9. Cálculos dos autores, baseados em dados da Ferramenta de Indicadores de Análise Climática (WRI 2008). A faixa é muito maior se estados insulares pequenos como Barbados (4,6 toneladas de CO₂e *per capita*) e produtores de petróleo como Qatar (55 toneladas de CO₂e *per capita*) ou os Emirados Árabes Unidos (39 toneladas de CO₂e *per capita*) forem incluídos.

10. IEA 2008c.

11. Edmonds e outros 2008; Hamilton 2009. Blanford, Richels e Rutherford (2008) também mostram uma economia substancial dos países que anunciam antecipadamente a data em que vão se engajar na mitigação, porque isso permite que aqueles que investem em ativos de longa duração levem em conta a provável mudança nos futuros regimes normativos e preços de carbono, e portanto minimizem o número de ativos ociosos.

12. As crises financeiras que são altamente sincronizadas em todos os países estão associadas a durações similares e são seguidas de recuperações similares embora as perdas tendam a ser mais severas (5% do PIB em média). FMI 2009, Tabela 3.1. Até mesmo a Grande Depressão nos Estados Unidos durou somente três anos e meio, de agosto de 1929 a março de 1933 (banco de dados do National Bureau of Economic Research Business Cycle Expansion and Contraction <http://www.nber.org/cycles.html>, acessado em 1º de agosto de 2009).

13. Matthews e Caldeira 2008.

14. Schaeffer e outros 2008.

15. Embora a questão sobre o que constitui uma mudança climática arriscada exija julgamentos de valor, resumos de uma pesquisa recente realizada pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) sugere que um aquecimento superior a 2°C acima dos níveis pré-industriais aumenta drasticamente os riscos, de modo que esses “significativos benefícios são obtidos restringindo-se as temperaturas a não mais de 1,6°C—2,6°C” Fisher e outros 2007; IPCC 2007b; IPCC 2007c; Parry e outros 2007. Publicações científicas recentes também sustentam a noção de que o aquecimento deve ser limitado de modo a permanecer o mais próximo possível de 2°C acima das temperaturas pré-industriais. Focus A on Science Mann 2009; Smith e outros 2009. Os organizadores do Congresso Científico Internacional sobre Mudança Climática de 2009 concluíram que “há um crescente consenso de que seria muito difícil para as sociedades contemporâneas e ecossistemas lidarem com um aquecimento superior a 2°C.” Outras chamadas para não permitir que o aquecimento ultrapasse os 2°C incluem a Comissão Europeia de 2007; SEG 2007; e Comitê Internacional de Coordenação Científica 2005. Os líderes da África do Sul, Alemanha,

Austrália, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos, Federação Russa, França, Índia, Indonésia, Itália, Japão, México, Reino Unido, República da Coreia e União Europeia — reunidos no Principal Fórum de Economia sobre Energia e Clima em julho de 2009 — reconheceram “a opinião científica de que o aumento da temperatura média global acima dos níveis pré-industriais não deveria exceder 2°C.” (http://usclimatenetwork.org/resource-database/MEF_Declaration10.pdf, acessado em 1º de agosto de 2009.)

16. IPCC 2007c.
17. Raupach e outros 2007.
18. Lawrence e outros 2008; Matthews e Keith 2007; Parry e outros 2008; Scheffer, Brovkin e Cox 2006; Torn e Harte 2006; Walter e outros 2006.
19. Horton e outros, 2008.
20. Essa estimativa não leva em conta o aumento dos danos causados pelos surtos de tempestades e utiliza a população e as atividades econômicas atuais. Portanto, na falta de uma adaptação de larga escala, é provável que o cálculo esteja consideravelmente subestimado. Dasgupta e outros, 2009.
21. Stern 2007.
22. Easterling e outros 2007, tabela 5.6, pág. 299.
23. Easterling e outros 2007, tabela TS.3, pág. 66.
24. Nordhaus e Boyer 2000. Stern (2007) também acham que as perdas associadas à mudança climática seriam muito maiores na Índia e no Sudeste Asiático do que a média mundial.
25. Nordhaus 2008; Stern 2007; Yohe e outros 2007, figura 20.3.
26. O modelo PAGE, usado para a Revisão Stern da Mudança Climática, calcula que 80% dos custos dos danos seriam arcados pelos países em desenvolvimento; Hope (2009), com outras análises de dados comunicadas pelo autor. O modelo RICE (Nordhaus e Boyer 2000), ampliado para incluir a adaptação no Bruin, Del-link e Agrawala (2009), sugere que os países em desenvolvimento arcariam com cerca de 75% dos danos. Consultar também Smith e outros (2009); Tol (2008). Observe que essa estimativa pode ser baixa, uma vez que não leva em conta o valor da perda de serviços de ecossistemas. Ver capítulo 1 para conhecer o debate sobre a limitação da capacidade dos modelos de avaliar os custos dos impactos.
27. Percebido durante as consultas com os países da África Oriental e da América Latina.
28. Barbera e McConnell 1990; Barrett 2003; Burtraw e outros 2005; Jaffé e outros 1995; Meyer 1995.
29. Hope 2009; Nordhaus 2008.
30. Nordhaus 2008.
31. Alguns modelos incorporam custos de adaptação. Consultar de Bruin, Dellink e Agrawala (2009) para discussão.
32. Nordhaus 2008, pág. 86, fgura 5.3. Nordhaus acha que o custo adicional de estabilizar o aquecimento em 2°C em vez de sua meta ideal de 3,5°C é de 0,3% do PIB anual. O custo adicional

de 2,5°C em vez de 3,5°C é inferior a 0,1% do PIB anual.

33. A média dos países em desenvolvimento é de 1,5% do PIB; Inclui seguro saúde e exclui seguro de vida. Swiss Re 2007.
34. McKinsey & Company 2009.
35. Em dólares constantes de 2005, Banco Mundial 2009c.
36. Adger e outros 2009.
37. IPCC 2001.
38. Mignone e outros 2008. Isso é verdadeiro na ausência de uma tecnologia de geoengenharia efetiva e aceitável (consultar capítulo 7).
39. Isso pode ser resultado das economias de escala no fornecimento de tecnologia (como foi o caso do programa nuclear francês e parece ser uma questão para a energia solar concentrada); efeitos da rede (para um programa de construção de rodovias e ferrovias); ou choques demográficos ou econômicos. Essa informação e o restante do parágrafo são baseados em Shalizi e Lecocq 2009.
40. Shalizi e Lecocq 2009.
41. Folger 2006; Levin e outros 2007.
42. Háfele e outros 1981, citado em Ha-Duong, Grubb e Hourcade 1997.
43. Davis e Owens 2003; IEA 2008b; Nemet e Kammen 2007; SEG 2007; Stern 2007.
44. Repetto 2008.
45. Stern 2007, parte VI.
46. Baseado na fórmula usada em Nordhaus 2008.
47. Esses são valores arredondados baseados nos seguintes dados. O IPCC estima que com o preço do carbono a US\$ 50 por tonelada de CO₂e, cerca de 65% da redução das emissões ocorreria nos países em desenvolvimento em 2030 (Barker e outros 2007a, tabela 11.3). McKinsey & Company (2009b) estima essa parcela em 68% para um cenário de 450 ppm se feito usando uma alocação de menor custo. Como para a parcela de menor custo de investimentos globais em mitigação em 2030 ocorrendo nos países em desenvolvimento, estima-se em 44%-67% para uma concentração de 450 ppm de CO₂e (ver tabela 4.2: 44% MESSAGE; 56%, McKinsey; 67%, IEA ETP), embora uma estimativa remota seja oferecida por REMIND (91%). No decorrer do século (usando o valor atual de todos os investimentos até 2100) a parcela estimada de países em desenvolvimento é um pouco mais alta, com faixas entre 66% (Edmonds e outros 2008) e 71% (Hope 2009).
48. Edmonds e outros 2008.
49. Para um cenário de estabilização de 425-450 ppm de CO₂e, ou 2°C, IIASA (2009) estima o custo de US\$ 4 trilhões; Knopf e outros (a ser lançado) de US\$ 6 trilhões; Edmonds e outros (2008) de US\$ 9 trilhões; Nordhaus 2008 de US\$11 trilhões; e Hope (2009) de US\$ 25 trilhões. Esses são os valores atuais e as grandes diferenças entre eles são amplamente impulsionadas pela taxa de desconto diferente usada. Todos seguem um melhor cenário ideal onde a mitigação ocorre seja onde for/seja quando for mais custo-efetivo.

50. Hamilton 2009.
51. The Nameless Hurricane, http://science.nasa.gov/headlines/y2004/02apr_hurricane.htm. Acessado em 12 de março de 2009.
52. Rogers 2009; Westermeyer 2009.
53. OECS 2004.
54. Banco Mundial 2008a.
55. Kanbur 2009.
56. FAO 2009a.
57. Worldwatch Institute, *State of the World 2005 Trends and Facts: Water Conflict and Security Cooperation*, <http://www.worldwatch.org/node/69> (acessado em 1º de julho de 2009); Wolf e outros 1999.
58. Easterling e outros 2007; Fisher e outros 2007.
59. FAO 2008.
60. von Braun e outros 2008; Banco Mundial 2009a.
61. Sterner 2007. O preço médio do combustível na área do Euro em 2007 era mais do que duas vezes o preço nos Estados Unidos (US\$ 1,54 o litro em oposição a US\$ 0,63 o litro). As variações em emissões não impulsionadas por renda podem ser obtidas pelos resíduos de uma regressão de emissões *per capita* em renda. Quando esses resíduos retornam ao preço da gasolina, a elasticidade é estimada em -0,5, significando que qualquer duplicação dos preços dos combustíveis reduziria pela metade a intensidade das emissões, mantendo a renda *per capita* constante.
62. Baseado no preço médio da eletricidade para domicílios em 2006-2007 da Agência de Informações sobre Energia dos EUA (<http://www.eia.doe.gov/emeu/international/elecprh.html>, acessado em 1º de agosto de 2009).
63. Os dados sobre emissões são de WRI (2008).
64. IEA 2008d; UNEP 2008. Um relatório de 2004 pela Agência Ambiental Europeia (EEA 2004) avaliou subsídios europeus para energia em €30 bilhões em 2001, dois terços para combustíveis fósseis, o restante para fontes nucleares e renováveis.
65. <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/elecprh.html>, acessado em julho de 2009.
66. Price e Worrell 2006.
67. ESMAP 2006.
68. <http://co2captureandstorage.info/index.htm>, acessado em 1 de agosto de 2009.
69. Calvin e outros, a ser lançado; IEA 2008a.
70. Gurgel, Reilly e Paltsev 2007; IEA 2006; Wise e outros 2009.
71. NRC 2007; Tilman, Hill e Lehman 2006; WBGU 2009.
72. OCDE 2008.
73. Lotze- Campen e outros 2009; Wise e outros 2009. Consultar capítulo 3 para discussão.
74. Scherr e McNeely 2008.
75. Banco Mundial 2007b.
76. Milly e outros 2008.
77. Fay, Block e Ebinger 2009; Ligeti, Penney e Wieditz 2007; Heinz Center 2007.
78. Lempert e Schlesinger 2000.
79. Keller, Yohe e Schlesinger 2008.
80. Cass 2005; Davenport 2008; Dolsak 2001; Kunkel, Jacob e Busch 2006.
81. Alber e Kern 2008.
82. Guth, Schmittberger e Schwarze 1982; Camerer e Thaler 1995; Irwin 2008; Ruffe 1998.
83. *The Times of India* <http://timesofindia.indiatimes.com/NEWS/India/Even-in-2031-Indias-per-capita-emission-will-be-1/7th-of-US/articleshow/4717472.cms>, acessado em agosto de 2009.
84. Dechezleprêtre e outros 2008.
85. Maini 2005; Nagrath 2007.
86. Haites e outros 2006.
87. http://www.gefweb.org/uploadedFiles/Publications/ClimateChange-FS-junho_2009.pdf (acessado em 6 de julho de 2009).
88. http://unfccc.int/meetings/cop_13/items/4049.php, acessado em 1º de agosto de 2009.
89. O desenvolvimento e a ajuda à comunidade têm-se deslocado na direção da avaliação do impacto e da ajuda baseada em resultados, sugerindo um certo grau de frustração com os programas baseados em contribuições (onde foram monitorados a quantidade de recursos financeiros desembolsados e o número de escolas construídas, em oposição ao número de crianças que se graduam nas escolas ou às melhorias em seu desempenho). Entretanto, existe uma certa diferença na maneira como as abordagens “baseadas em contribuições” são definidas neste caso, uma vez que as “contribuições” são mudanças nas políticas e não contribuições financeiras definidas de forma restrita — a adoção e execução de um padrão de eficiência para os combustíveis em vez de gastos públicos em um programa de eficiência. Todavia, o monitoramento e a avaliação ainda seriam importantes para saber o que funciona.
90. Olsen 2007; Sutter e Parreno 2007; Olsen e Fenhann 2008; Nussbaumer 2009; Michaelowa e Pallav 2007; Schneider 2007.
91. Fankhauser, Martin e Prichard 2009.
92. Banco Mundial 2007d.
93. Os pacotes de incentivo em todo o mundo deverão injetar cerca de US\$ 430 bilhões em áreas-chave de mudança climática nos próximos anos: US\$ 215 bilhões serão gastos em eficiência energética, US\$ 38 bilhões em fontes de energia renováveis com baixa emissão de carbono, US\$ 20 bilhões em captura e armazenamento de carbono e US\$ 92 bilhões em redes inteligentes. Robins, Clover e Singh 2009. Consultar capítulo 1 para discussão da expectativa de criação de empregos.

Referências Bibliográficas

- Adger, W. N., S. Dessai, M. Goulden, M. Hulme, I. Lorenzoni, D. R. Nelson, L. O. Naess, J. Wolf e A. Wreford. 2009. *Are There Social Limits to Adaptation to Climate Change? Climatic Change* 93 (3–4): 335–54.

- Agência Europeia do Meio Ambiente (EEA). 2004. *Energy Subsidies in the European Union: A Brief Overview*. Relatório técnico 1/2004, EEA, Copenhagen.
- Agência Internacional de Energia (IEA). 2006. *World Energy Outlook 2006*. Paris: Agência Internacional de Energia.
- . 2008a. *CO₂ Capture and Storage—A Key Abatement Option*. Paris: Agência Internacional de Energia.
- . 2008b. *Energy Efficiency Policy Recommendations: In Support of the G8 Plan of Action*. Paris: Agência Internacional de Energia.
- . 2008c. *Energy Technology Perspective 2008: Scenarios and Strategies to 2050*. Paris: Agência Internacional de Energia.
- . 2008d. *World Energy Outlook 2008*. Paris: Agência Internacional de Energia.
- . 2008e. *Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency: Key Insights from IEA Indicator Analysis*. Paris: Agência Internacional de Energia.
- Agrawala, S. e S. Fankhauser. 2008. *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, Benefits and Policy Instruments*. Paris: Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico.
- Alber, G. e K. Kern. 2008. *Governing Climate Change in Cities: Modes of Urban Climate Governance in Multi-Level Systems*. Documento apresentado na Conferência da OCDE sobre Cidades Competitivas e Mudança Climática, Milão, 9-10 de outubro.
- Bai, X. 2006. *Rizhao, China: Solar-Powered City*. In *State of the World 2007: Our Urban Future*, ed. Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company Inc.
- Banco Mundial. 2007a. *East Asia Environment Monitor 2007: Adapting to Climate Change*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2007b. *India Groundwater AAA Midterm Review*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2007c. *Making the Most of Scarcity: Accountability for Better Water Management Results in the Middle East and North Africa*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2007d. *World Development Report 2008. Agriculture for Development*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008a. *The Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility: Providing Immediate Funding after Natural Disasters*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008b. *South Asia Climate Change Strategy*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008c. *World Development Indicators 2008*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2009a. *Improving Food Security in Arab Countries*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2009b. *Making Development Climate Resilient: A World Bank Strategy for Sub-Saharan Africa*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2009c. *The Economics of Adaptation to Climate Change*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2009d. *World Bank Urban Strategy*. Banco Mundial, Washington, DC.
- Barbera, A. J. e V. D. McConnell. 1990. *The Impacts of Environmental Regulations on Industry Productivity: Direct and Indirect Effects*. *Journal of Environmental Economics and Management* 18 (1): 50–65.
- Barbier, E. B. e S. Sathirathai, ed. 2004. *Shrimp Farming and Mangrove Loss in Thailand*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Barker, T., I. Bashmakov, A. Alharthi, M. Amann, L. Cifuentes, J. Drexhage, M. Duan, O. Edenhofer, B. Flannery, M. Grubb, M. Hoogwijk, F. I. Ibitoye, C. J. Jepma, W. A. Pizer e K. Yamaji. 2007a. *Mitigation From a Cross-Sectoral Perspective*. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave e L. A. Meyer. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Barker, T., I. Bashmakov, L. Bernstein, J. E. Bogner, P. R. Bosch, R. Dave, O. R. Davidson, B. S. Fisher, S. Gupta, K. Halsnaes, B. Heij, S. Khan Ribeiro, S. Kobayashi, M. D. Levine, D. L. Martino, O. Masera, B. Metz, L. A. Meyer, G.- J. Nabuurs, A. Najam, N. Nakićenović, H.- H. Rogner, J. Roy, J. Sathaye, R. Schock, P. Shukla, R. E. H. Sims, P. Smith, D. A. Tirpak, D. Urge-Vorsatz e D. Zhou. 2007b. *Technical Summary*. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave e L. A. Meyer. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Barrett, S. 2003. *Environment and Statecraft: The Strategy of Environmental Treaty-Making*. Oxford: Oxford University Press.
- Blanford, G. J., R. G. Richels e T. F. Rutherford. 2008. *Revised Emissions Growth Projections for China: Why Post-Kyoto Climate Policy Must Look East*. Harvard Project on International Climate Agreements, Harvard Kennedy School period Documento para discussão 08- 06, Cambridge, MA.
- BTS (Bureau of Transportation Statistics). 2008. *Key Transportation Indicators November 2008*. Washington, DC: Departamento de Transportes dos EUA.
- Burke, M., D. B. Lobell e L. Guarino. 2009. *Shifts in African Crop Climates by 2050 and the Implications for Crop Improvement and Genetic Resources Conservation*. *Global Environmental Change*.
- Burtraw, D., D. A. Evans, A. Krupnick, K. Palmer e R. Toth. 2005. *Economics of Pollution Trading for*

- SO₂ and NO_x. Documento para discussão 05-05, Resources for the Future, Washington, DC.
- Calvin, K., J. Edmonds, B. Bond-Lamberty, L. Clarke, P. Kyle, S. Smith, A. Thomson e M. Wise. A ser lançado. *Limiting Climate Change to 450 ppm CO₂ Equivalent in the 21st Century*. *Energy Economics*.
- Camerer, C. e R. H. Thaler. 1995. *Anomalies: Ultimatums Dictators and Manners*. *Journal of Economic Perspectives* 9 (2): 109–220.
- Canadell, J. G., C. Le Quere, M. R. Raupach, C. B. Field, E. T. Buitenhuis, P. Ciais, T. J. Conway, N. P. Gillett, R. A. Houghton e G. Marland. 2007. *Contributions to Accelerating Atmospheric CO₂ Growth from Economic Activity, Carbon Intensity and Efficiency of Natural Sinks*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (47): 18866–70.
- Cass, L. 2005. *Measuring the Domestic Salience of International Environmental Norms: Climate Change Norms in German, British and American Climate Policy Debates*. Trabalho apresentado na *International Studies Association* em 15 de março, Honolulu.
- Chen, S e M. Ravallion. 2008. *The Developing World Is Poorer than We Thought, But No Less Successful in the Fight against Poverty*. Policy Research Working Paper 4703, Banco Mundial, Washington, DC.
- Clarke, L., J. Edmonds, V. Krey, R. Richels, S. Rose e M. Tavoni. A ser lançado. *International Climate Policy Architectures: Overview of the EMF 22 International Scenarios*. *Energy Economics*.
- Comissão Europeia. 2007. *Limiting Global Climate Change to 2 Degrees Celsius—The Way Ahead for 2020 and Beyond: Impact Assessment Summary*. Documento de trabalho do pessoal da Comissão, Bruxelas.
- Comissão Internacional de Direção Científica. 2005. *Avoiding Dangerous Climate Change: International Symposium on the Stabilization of Greenhouse Gas Concentrations*. Relatório da Comissão Internacional de Coordenação Científica. Exeter, UK: Hadley Centre Met Office.
- Conselho Consultivo da Alemanha sobre Mudança Global. 2009. *Future Bioenergy and Sustainable Land Use*. Londres: Earthscan.
- Dasgupta, S., B. Laplante, C. Meisner, D. Wheeler e J. Yan. 2009. *The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis*. *Climatic Change* 93 (3–4): 379–88.
- Davenport, D. 2008. *The International Dimension of Climate Policy*. In *Turning Down the Heat: The Politics of Climate Policy in Affluent Democracies*, ed. H. Compston e I. Bailey. Basingstoke, UK: Palgrave Macmillan.
- Davis, G. e B. Owens. 2003. *Optimizing the Level of Renewable Electric R&D Expenditures Using Real Options Analysis*. *Energy Policy* 31 (15): 1589–1608.
- de Bruin, K., R. Dellink e S. Agrawala. 2009. *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Integrated Assessment Modeling of Adaptation Costs and Benefits*. *Environment Working Paper 6*, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, Paris.
- de la Torre, A., P. Fajnzylber e J. Nash. 2008. *Low Carbon, High Growth: Latin American Responses to Climate Change*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Dechezleprêtre, A., M. Glachant, I. Hascic, N. Johnstone e Y. Ménière. 2008. *Invention and Transfer of Climate Change Mitigation Technologies on a Global Scale: A Study Drawing on Patent Data*. Paris: CERNA.
- Deltacommissie. 2008. *Working Together with Water: A Living Land Builds for Its Future*. Holanda: Deltacommissie.
- Derpsch, R. e T. Friedrich. 2009. *Global Overview of Conservation Agriculture Adoption*. In *Lead Papers, 4th World Congress on Conservation Agriculture*, 4-7 de fevereiro de 2009, Nova Delhi, Índia. Nova Delhi: Congresso Mundial sobre Agricultura de Conservação.
- DOE (U.S. Department of Energy). 2009. *Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC)*. DOE, Oak Ridge, TN.
- Dolsak, N. 2001. *Mitigating Global Climate Change: Why Are Some Countries More Committed than Others?* *Policy Studies Journal* 29 (3): 414–36.
- Easterling, W., P. Aggarwal, P. Batima, K. Brander, L. Erda, M. Howden, A. Kirilenko, J. Morton, J.-F. Soussana, J. Schmidhuber e F. Tubiello. 2007. *Food, Fibre and Forest Products*. In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. ed. M. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden e C. E. Hanson. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ebi, K. L. e I. Burton. 2008. *Identifying Practical Adaptation Options: An Approach to Address Climate Change-Related Health Risks*. *Environmental Science and Policy* 11 (4): 359–69.
- Edmonds, J., L. Clarke, J. Lurz e M. Wise. 2008. *Stabilizing CO₂ Concentrations with Incomplete International Cooperation*. *Climate Policy* 8 (4): 355–76.
- Eliasch, J. 2008. *Climate Change: Financing Global Forests: The Eliasch Review*. London: Earthscan.
- Erenstein, O. 2009. *Adoption and Impact of Conservation Agriculture Based Resource Conserving Technologies in South Asia*. In *Lead Papers, 4th World Congress on Conservation Agriculture*, 4-7 de fevereiro de 2009, Nova Delhi, Índia. Nova Delhi: Congresso Mundial de Agricultura de Conservação.

- Erenstein, O., and V. Laxmi. 2008. Zero Tillage Impacts in India's Rice-Wheat Systems: A Review." *Soil and Tillage Research* 100 (1–2): 1–14.
- ESMAP (Energy Sector Management Assistance Program). 2006. *Proceedings of the International Grid-Connected Renewable Energy Policy Forum*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Falloon, P. e R. Betts. A ser lançado. *Climate Impacts on European Agriculture and Water Management in the Context of Adaptation and Mitigation: The Importance of an Integrated Approach*. *Science of the Total Environment*.
- Fankhauser, S., N. Martin e S. Prichard. A ser lançado. *The Economics of the MDL Levy: Revenue Potential, Tax Incidence and Distortionary Effects*. Documento de trabalho, London School of Economics.
- Fay, M., R. I. Block e J. Ebinger. 2010. *Adapting to Climate Change in Europe and Central Asia*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Fisher, B. S., N. Nakićenović, K. Alfsen, J. Corfee Morlot, F. de la Chesnaye, J- C. Hourcade, K. Jiang, M. Kainuma, E. La Rovere, A. Matysek, A. Rana, K. Riahi, R. Richels, S. Rose, D. van Vuuren e R. Warren. 2007. *Issues Related to Mitigation in the Long-Term Context*. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave e L. A. Meyer. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- FMI (Fundo Monetário Internacional). 2009. *World Economic Outlook: Crisis and Recovery*. Washington, DC: FMI.
- Folger, T. 2006. *Can Coal Come Clean? How to Survive the Return of the World's Dirtiest Fossil Fuel*. Dezembro. *Discover Magazine*.
- Governo de Bangladesh. 2008. *Cyclone Sidr in Bangladesh: Damage, Loss and Needs Assessment for Disaster Recovery and Reconstruction*. Dhaka: Governo de Bangladesh, Banco Mundial e Comissão Europeia.
- Guan, D. e K. Hubacek. 2008. *A New and Integrated Hydro-Economic Accounting and Analytical Framework for Water Resources: A Case Study for North China*. *Journal of Environmental Management* 88 (4): 1300–1313.
- Gurgel, A. C., J. M. Reilly e S. Paltsev. 2007. *Potential Land Use Implications of a Global Biofuels Industry*. *Journal of Agriculture and Food Industrial Organization* 5 (2): 1-34.
- Guth, W., R. Schmittberger e B. Schwarze. 1982. *An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining*. *Journal of Economic Behavior and Organization* 3 (4): 367–88.
- Guthrie, P., C. Juma e H. Sillem, eds. 2008. *Engineering Change: Towards a Sustainable Future in the Developing World*. London: Royal Academy of Engineering.
- Ha-Duong, M., M. Grubb e J- C. Hourcade. 1997. *Influence of Socioeconomic Inertia and Uncertainty on Optimal CO₂-Emission Abatement*. *Nature* 390: 270–73.
- Häfele, W., J. Anderer, A. McDonald, and N. Nakićenović. 1981. *Energy in a Finite World: Paths to a Sustainable Future*. Cambridge, MA: Ballinger.
- Haites, E., D. Maosheng e S. Seres. 2006. *Technology Transfer by MDL Projects*. *Climate Policy* 6: 327–44.
- Hamilton, K. 2009. *Delayed Participation in a Global Climate Agreement*. Nota de antecedentes para a preparação do Relatório sobre Desenvolvimento Mundial 2010.
- Hare, B. e M. Meinshausen. 2006. *How Much Warming Are We Committed to and How Much Can Be Avoided?* *Climatic Change* 75 (1–2): 111–49.
- Heinz Center. 2007. *A Survey of Climate Change Adaptation Planning*. Washington, DC: John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment.
- Hof, A. F., M. G. J. den Elzen e D. P. van Vuuren. 2008. *Analyzing the Costs and Benefits of Climate Policy: Value Judgments and Scientific Uncertainties*. *Global Environmental Change* 18 (3): 412–24.
- Hope, C. 2009. *How Deep Should the Deep Cuts Be? Optimal CO₂ Emissions over Time under Uncertainty*. *Climate Policy* 9 (1): 3–8.
- Horton, R., C. Herweijer, C. Rosenzweig, J. Liu, V. Gornitz e A. C. Ruane. 2008. *Sea Level Rise Projections for Current Generation CGCMs Based on the Semi-Empirical Method*. *Geophysical Research Letters* 35: L02715–doi:10.1029/2007GL032486.
- Houghton, R. A. 2009. *Emissions of Carbon from Land Management*. Nota de apoio para o WDR 2010.
- ICCT (International Council on Clean Transportation). 2007. *Passenger Vehicle Greenhouse Gas and Fuel Economy Standard: A Global Update*. Washington, DC: ICCT.
- Instituto Internacional de Análise Aplicada de Sistemas (IIASA). 2009. *GGI Scenario Database*. Luxemburgo, Áustria.
- Irwin, T. 2009. *Implications for Climate Change Policy of Research on Cooperation in Social Dilemma*. Documento de Pesquisa sobre Políticas 5006. Banco Mundial, Washington, DC.
- Jaffe, A., S. R. Peterson, P. R. Portney e R. N. Stavins. 1995. *Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?* *Journal of Economic Literature* 33 (1): 132–63.
- Kanbur, R. 2009. *Macro Crises and Targeting Transfers to the Poor*. Food and Nutrition Policy Program, Documento de Pesquisa 236, Cornell University, Ithaca, NY.

- Karim, M. F. e N. Mimura. 2008. *Impacts of Climate Change and Sea-Level Rise on Cyclonic Storm Surge Floods in Bangladesh*. *Global Environmental Change* 18 (3): 490–500.
- Keim, M. E. 2008. *Building Human Resilience: The Role of Public Health Preparedness and Response as an Adaptation to Climate Change*. *American Journal of Preventive Medicine* 35 (5): 508–16.
- Keller, K., G. Yohe e M. Schlesinger. 2008. *Managing the Risks of Climate Thresholds: Uncertainties and Information Needs*. *Climatic Change* 91: 5–10.
- Knopf, B., O. Edenhofer, T. Barker, N. Bauer, L. Baumstark, B. Chateau, P. Criqui, A. Held, M. Isaac, M. Jakob, E. Jochem, A. Kitous, S. Kypreos, M. Leimbach, B. Magné, S. Mima, W. Schade, S. Scricciu, H. Turton e D. van Vuuren. A ser lançado. *The Economics of Low Stabilisation: Implications for Technological Change and Policy*. In *Making Climate Change Work for Us*, ed. M. Hulme e H. Neufeldt. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Koetse, M. e P. Rietveld. 2009. *The Impact of Climate Change and Weather on Transport: An Overview of Empirical Findings*. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 14 (3): 205–21.
- Kunkel, N., K. Jacob e P. - O. Busch. 2006. *Climate Policies: (The Feasibility of) a Statistical Analysis of their Determinants*. Documento apresentado em *Human Dimensions of Global Environmental Change*, Berlim.
- Lawrence, D. M., A. G. Slater, R. A. Tomas, M. M. Holland e C. Deser. 2008. *Accelerated Arctic Land Warming and Permafrost Degradation during Rapid Sea Ice Loss*. *Geophysical Research Letters* 35: L11506– doi:10.1029/2008GL033985.
- Lehmann, J. 2007. *A Handful of Carbon*. *Nature* 447: 143–44.
- Lempert, R. J. e M. E. Schlesinger. 2000. *Robust Strategies for Abating Climate Change*. *Climatic Change* 45 (3–4): 387–401.
- Levin, K., B. Cashore, S. Bernstein e G. Auld. 2007. *Playing It Forward: Path Dependency, Progressive Incrementalism and the 'Super Wicked' Problem of Global Climate Change*. Documento apresentado na 48a Convenção Anual da Associação de Estudos Internacionais, 28 de fevereiro, Chicago.
- Ligeti, E., J. Penney e I. Wieditz. 2007. *Cities Preparing for Climate Change: A Study of Six Urban Regions*. Toronto: Clean Air Partnership.
- Lotze- Campen, H., A. Popp, J. P. Dietrich e M. Krause. 2009. *Competition for Land between Food, Bioenergy and Conservation*. Nota de apoio para o WDR 2010.
- Lüthi, D., M. Le Floch, B. Bereiter, T. Blunier, J.- M. Barnola, U. Siegenthaler, D. Raynaud, J. Jouzel, H. Fischer, K. Kawamura e T. F. Stocker. 2008. *High-Resolution Carbon Dioxide Concentration Record 650,000–800,000 Years before Present*. *Nature* 453 (7193): 379–82.
- Maini, C. 2005. *Development of a Globally Competitive Electric Vehicle in India*. *Journal of the Indian Institute of Science* 85: 83–95.
- Mann, M. 2009. *Defining Dangerous Anthropogenic Interference*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (11): 4065–66.
- Matthews, H. D. e D. W. Keith. 2007. *Carbon-cycle Feedbacks Increase the Likelihood of a Warmer Future*. *Geophysical Research Letters* 34: L09702– doi:10.1029/2006GL028685.
- Matthews, H. D. e K. Caldeira. 2008. *Stabilizing Climate Requires Near-zero Emissions*. *Geophysical Research Letters* 35: L04705– doi:10.1029/2007GL032388.
- McKinsey & Company 2009. *Pathways to a Low-carbon Economy. Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*. McKinsey & Company.
- McNeely, J. A. e S. J. Scherr. 2003. *Ecoagriculture: Strategies to Feed the World and Save Biodiversity*. Washington, DC: Island Press.
- Meyer, S. M. 1995. *The Economic Impact of Environmental Regulation*. *Journal of Environmental Law and Practice* 3 (2): 4–15.
- Michaelowa, A. e P. Pallav. 2007. *Additionality Determination of Indian MDL Projects: Can Indian MDL Project Developers Outwit the MDL Executive Board?* Zurich: University of Zurich.
- Mignone, B. K., R. H. Socolow, J. L. Sarmiento e M. Oppenheimer. 2008. *Atmospheric Stabilization and the Timing of Carbon Mitigation*. *Climatic Change* 88 (3–4): 251–65.
- Mills, E. 2009. *Building Commissioning: A Golden Opportunity for Reducing Energy Costs and Greenhouse Gas Emissions*. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Milly, P. C. D., J. Betancourt, M. Falkenmark, R. M. Hirsch, Z. W. Kundzewicz, D. P. Lettenmaier e R. J. Stouffer. 2008. *Stationarity Is Dead: Whither Water Management?* *Science* 319 (5863): 573–74.
- Müller, C., A. Bondeau, A. Popp, K. Waha e M. Fader. 2009. *Climate Change Impacts on Agricultural Yields*. Nota de apoio para o WDR 2010.
- Nagrath, S. 2007. *Gee Whiz, It's a Reva! The Diminutive Indian Electric Car Is a Hit on the Streets of London*. *Businessworld* 27(2), 16 de outubro.
- National Academy of Engineering. 2008. *Grand Challenges for Engineering*. Washington, DC: National Academy of Sciences.
- National Research Council (NRC). 2007. *Water Implications of Biofuels Production in the United States*. Washington, DC: National Academies Press.
- Nemet, G. 2006. *Beyond the Learning Curve: Factors Influencing Cost Reductions in Photovoltaics*. *Energy Policy* 34 (17): 3218–32.
- Nemet, G. e D. M. Kammen. 2007. *U.S. Energy Research and Development: Declining Investment*,

- Increasing Need and the Feasibility of Expansion. Energy Policy* 35 (1): 746–55.
- Nordhaus, W. 2008. *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Nordhaus, W. e J. Boyer. 2000. *Warming the World: Economic Models of Climate Change*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Nussbaumer, P. 2009. *On the Contribution of Labeled Certified Emission Reductions to Sustainable Development: A Multi-criteria Evaluation of MDL Projects. Energy Policy* 37 (1): 91–101.
- OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico). 2008. *Compendium of Patent Statistics 2008*. Paris: OCDE.
- Olsen, K. H. 2007. *The Clean Development Mechanism's Contribution to Sustainable Development: A Review of the Literature. Climatic Change* 84 (1): 59–73.
- Olsen, K. H. e J. Fenhann. 2008. *Sustainable Development Benefits of Clean Development Mechanism Projects. A New Methodology for Sustainability Assessment Based on Text Analysis of the Project Design Documents Submitted for Validation. Energy Policy* 36 (8): 2819–30.
- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). 2005. *Global Forest Resources Assessment 2005: Progress towards Sustainable Forest Management*. Documento sobre florestas nº 147, Roma.
- . 2007. *The World's Mangroves 1980–2005*. Documento sobre florestas nº 153, Roma.
- . 2008. *Food Outlook: Global Market Analysis*. Roma: FAO.
- . 2009a. “Aquastat.” Roma.
- . 2009b. *More People than Ever Are Victims of Hunger*. Comunicado para a imprensa, Roma.
- Organização dos Estados do Caribe Oriental (OECS). 2004. *Grenada: Macro Socio-Economic Assessment of the Damages Caused by Hurricane Ivan*. St. Lucia: OECS.
- (Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC). 2001. *Climate Change 2001: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC.
- . 2007a. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: IPCC.
- . 2007b. *Summary for Policymakers*. In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden e C. E. Hanson. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- . 2007c. *Summary for Policymakers*. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor e H. L. Miller. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Parry, M., O. F. Canziani, J. P. Palutikof e coautores. 2007. *Technical Summary*. In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. M. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden e C. E. Hanson. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Parry, M., J. Palutikof, C. Hanson e J. Lowe. 2008. *Squaring Up to Reality. Nature* 2: 68–71.
- Price, L. e E. Worrell. 2006. *Global Energy Use, CO₂ Emissions and the Potential for Reduction in the Cement Industry*. Documento apresentado no Workshop da Agência Internacional de Energia sobre Eficiência da Energia do Cimento, Paris.
- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP). 1990. *Global Assessment of Soil Degradation*. New York: UNEP.
- . 2008. *Reforming Energy Subsidies: Opportunities to Contribute to the Climate Change Agenda*. Nairobi: Divisão de Tecnologia, Indústria e Economia da UNEP.
- Project Catalyst. 2009. *Adaptation to Climate Change: Potential Costs and Choices for a Global Agreement*. Londres: ClimateWorks and European Climate Foundation.
- Raupach, M. R., G. Marland, P. Ciais, C. Le Quere, J. G. Canadell, G. Klepper e C. B. Field. 2007. *Global and Regional Drivers of Accelerating CO₂ Emissions. Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (24): 10288–93.
- Repetto, R. 2008. *The Climate Crisis and the Adaptation Myth*. Documento de trabalho Nº 13 da Faculdade de Silvicultura e Estudos Ambientais, Yale University, New Haven, CT.
- Robins, N., R. Clover e C. Singh. 2009. *A Climate for Recovery: The Colour of Stimulus Goes Green*. Reino Unido: HSBC.
- Rogers, D. 2009. *Environmental Information Services and Development*. Nota de apoio para o WDR 2010.
- Ruffe, B. J. 1998. *More Is Better, But Fair Is Fair: Tipping in Dictator and Ultimatum Games. Games and Economic Behavior* 23 (2): 247–65.
- Schaeffer, M., T. Kram, M. Meinshausen, D. P. van Vuuren e W. L. Hare. 2008. *Near-Linear Cost Increase to Reduce Climate Change Risk. Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (52): 20621–26.

- Scheffer, M., V. Brovkin e P. Cox. 2006. *Positive Feedback between Global Warming and Atmospheric CO₂ Concentration Inferred from Past Climate Change*. *Geophysical Research Letters* 33: L10702– doi:10.1029/2005GL025044.
- Scherr, S. J. e J. A. McNeely. 2008. *Biodiversity Conservation and Agricultural Sustainability: Towards a New Paradigm of Ecoagriculture Landscapes*. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363: 477–94.
- Schneider, L. 2007. *Is the MDL Fulfilling Its Environmental and Sustainable Development Objective? An Evaluation of the MDL and Options for Improvement*. Berlin: Institute for Applied Ecology.
- SEG (Scientific Expert Group on Climate Change). 2007. *Confronting Climate Change: Avoiding the Unmanageable and Managing the Unavoidable*. Washington, DC: Sigma Xi and the United Nations Foundation.
- Shalizi, Z. 2006. *Addressing China's Growing Water Shortages and Associated Social and Environmental Consequences*. Documento de Pesquisa sobre Políticas 3895, Banco Mundial, Washington, DC.
- Shalizi, Z. e F. Lecocq. 2009. *Economics of Targeted Mitigation Programs in Sectors with Long-Lived Capital Stock*. Documento de Pesquisa sobre Políticas 5063, Banco Mundial, Washington, D.C.
- Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, R. J. Scholes, O. Sirotenko, M. Howden, T. McAllister, G. Pan, V. Romanenkov, U. Schneider, S. Towprayoon, M. Wattenbach e J. U. Smith. 2008. *Greenhouse Gas Mitigation in Agriculture*. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363 (1492): 789–813.
- Smith, J. B., S. H. Schneider, M. Oppenheimer, G. W. Yohe, W. Hare, M. D. Mastrandrea, A. Patwardhan, I. Burton, J. Corfee-Morlot, C. H. D. Magadza, H.- M. Fussler, A. B. Pittock, A. Rahman, A. Suarez e J.- P. van Ypersele. 2009. *Assessing Dangerous Climate Change Through an Update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Reasons for Concern*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(11):4133–37.
- Snoussi, M., T. Ouchani, A. Khouakhi e I. Niang-Diop. 2009. *Impacts of Sea-level Rise on the Moroccan Coastal Zone: Quantifying Coastal Erosion and Flooding in the Tangier Bay*. *Geomorphology* 107 (1–2): 32–40.
- Stern, N. 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Sterner, T. 2007. *Fuel Taxes: An Important Instrument for Climate Policy*. *Energy Policy* 35: 3194–3202.
- Sutter, C. e J. C. Parreno. 2007. *Does the Current Clean Development Mechanism (MDL) Deliver its Sustainable Development Claim? An Analysis of Officially Registered MDL Projects*. *Climatic Change* 84 (1): 75–90.
- Swiss Re. 2007. *World Insurance in 2006: Premiums Came Back to 'Life'*. Zurich: Sigma 4/2007.
- Tilman, D., J. Hill e C. Lehman. 2006. *Carbon-Negative Biofuels from Low-Input High-Diversity Grassland Biomass*. *Science* 314: 1598–1600.
- Tol, R. S. J. 2008. *Why Worry about Climate Change? A Research Agenda*. *Environmental Values* 17 (4): 437–70.
- Torn, M. S. e J. Harte. 2006. *Missing Feedbacks, Asymmetric Uncertainties and the Underestimation of Future Warming*. *Geophysical Research Letters* 33 (10): L10703– doi:10.1029/2005GL025540.
- Tschakert, P. 2004. *The Costs of Soil Carbon Sequestration: An Economic Analysis for Small-Scale Farming Systems in Senegal*. *Agricultural Systems* 81 (3): 227–53.
- UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática). 2008. *Investment and Financial Flows to Address Climate Change: An Update*. Bonn: UNFCCC.
- Voluntary Carbon Standard. 2007. *Guidance for Agriculture, Forestry and Other Land Use Projects*. VCS Association, Washington, DC.
- von Braun, J., A. Ahmed, K. Asenso-Okyere, S. Fan, A. Gulati, J. Hoddinott, R. Pandya-Lorch, M. W. Rosegrant, M. Ruel, M. Torero, T. van Rheenen e K. von Grebmer. 2008. *High Food Prices: The What, Who e How of Proposed Policy Actions*. Reunião Informativa sobre Políticas, International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
- Walter, K. M., S. A. Zimov, J. P. Chanton, D. Verbyla e F. S. Chapin III. 2006. *Methane Bubbling from Siberian Thaw Lakes as a Positive Feedback to Climate Warming*. *Nature* 443: 71–75.
- Wardle, D. A., M. C. Nilsson e O. Zackrisson. 2008. *Fire-derived Charcoal Causes Loss of Forest Humus*. *Science* 320 (5876): 629.
- Westermeyer, W. 2009. *Observing the Climate for Development*. Nota de apoio para o WDR 2010.
- Wise, M. A., K. V. Calvin, A. M. Thomson, L. E. Clarke, B. Bond-Lamberty, R. D. Sands, S. J. Smith, A. C. Janetos e J. A. Edmonds. 2009. *The Implications of Limiting CO₂ Concentrations for Agriculture, Land Use, Land-use Change Emissions and Bioenergy*. Richland, WA: Pacific Northwest National Laboratory (PNNL).
- Wolf, A. T., J. A. Natharius, J. J. Danielson, B. S. Ward e J. K. Pender. 1999. *International Basins of the World*. *International Journal of Water Resources Development* 15 (4): 387–427.
- WRI (World Resources Institute). 2008. *Climate Analysis Indicators Tool (CAIT)*. Washington, DC.
- Xia, J., L. Zhang, C. Liu e J. Yu. 2007. *Towards Better Water Security in North China*. *Water Resources Management* 21 (1): 233–47.

Yohe, G. W., R. D. Lasco, Q. K. Ahmad, N. Arnell, S. J. Cohen, C. Hope, A. C. Janetos e R. T. Perez. 2007. *Perspectives on Climate Change and Sustainability*. In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden e C. E. Hanson. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Glossário

Adaptação: Ajuste nos sistemas natural e humano em resposta a um estímulo climático real ou esperado ou a seus efeitos, o que modera o dano ou explora oportunidades benéficas. Podem-se distinguir vários tipos de adaptação, inclusive participativa e reativa, autônoma e planejada, pública e privada.

Adicionalidade: No contexto do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM), refere-se a se as compensações de emissão de carbono geradas por um projeto são acompanhadas de reduções adicionais àquelas que, caso contrário, ocorreriam sem o incentivo financeiro e técnico do MDL. As emissões da atividade, tais como teriam sido na ausência do projeto MDL, constituem a linha básica em relação à qual se mede a adicionalidade. A criação e venda de compensações provenientes de um projeto MDL sem adicionalidade poderão levar a um aumento de emissões na atmosfera relativo às emissões liberadas, se o comprador potencial da compensação reduzir diretamente suas emissões por conta própria.

Antropogênico: Causado diretamente por ação humana. Por exemplo, queimar combustíveis fósseis para produzir energia leva a gases de efeito estufa (GHG) antropogênicos, ao passo que a deterioração natural da vegetação leva a emissões não-antropogênicas.

Avaliação integrada: Método de análise que combina resultados e modelos das ciências físicas, biológicas, econômicas e sociais e as interações entre esses componentes em uma estrutura coerente, a fim de projetar as consequências da mudança climática e as políticas de respostas à mesma.

Bem público: Um bem cujo consumo não é exclusivo (sendo, portanto, impossível impedir que alguém goze do benefício) e não concorrente (de forma que o gozo do benefício por parte do indivíduo não diminui a quantidade de benefícios disponíveis a outros). A mitigação da mudança climática é um exemplo de um bem público, uma vez que seria impossível impedir

que um indivíduo ou Estado aproveite o benefício de uma clima estabilizado e o aproveitamento desse clima estabilizado por parte do indivíduo ou Estado não diminui a capacidade de outros de se beneficiarem dele.

Biocombustível: Combustível produzido de matéria orgânica ou de óleos combustíveis provenientes de plantas. Exemplos de biocombustível são: álcool, substância líquida escura derivada do processo de fabricação de papel, madeira e óleo de soja. *Biocombustíveis de segunda geração:* Produtos como etanol e biodiesel derivados de material lenhoso por meio de processos químicos ou biológicos.

Biodiversidade: A diversidade de todas as formas de vida, incluindo genes, populações, espécies e ecossistemas.

Cap and trade (limite e comércio): Uma abordagem para controlar emissões poluentes que combina mercado e regulamentação. O limite global de emissões (*cap*) é estabelecido para um período específico. As partes individuais recebem alvarás (por meio de subsídio ou leilão) dando-lhes o direito legal de emitir poluição até o volume determinado nos alvarás. As partes têm a liberdade de comercializar alvarás de emissão, e o comércio produzirá lucros se partes diferentes tiverem diferentes reduções de custos da poluição marginal.

Capacidade de Adaptação: A capacidade de um sistema de ajustar-se à mudança climática (incluindo variabilidade e extremos climáticos), a fim de aproveitar oportunidades, moderar prejuízos potenciais ou enfrentar as consequências.

Captação do carbono: Ações que perpetuam um determinado nível de emissões de carbono. Por exemplo, a expansão de vias e rodovias tende a captar emissões de carbono provenientes de combustíveis fósseis durante décadas, salvo se houver políticas de compensação para limitar o uso de combustíveis ou controlar o uso de veículos.

Captura e armazenamento do carbono (CCS): Um processo que consiste na separação do CO₂ de fontes industriais e relacionadas com a energia, no transporte a um local de depósito e no isolamento por um longo prazo com relação à atmosfera.

Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC): Convenção aprovada em maio de 1992 com o objetivo último de “estabilização de concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça uma interferência antropogênica perigosa com o sistema climático”.

Custos de transação: Custos associados ao intercâmbio de bens ou serviços adicionais ao custo monetário ou ao preço do bem ou serviço. Entre os exemplos, figuram os custos de pesquisa e informação ou os custos de policiamento e execução da lei.

Dióxido de carbono (CO₂): Gás encontrado na natureza, e que também é um subproduto da queima de combustíveis fósseis de depósitos de carbono fóssil, tais como petróleo, gás e carvão, da queima de biomassa, de mudanças no uso do solo e outros processos industriais. É o principal gás de efeito (GHG) estufa antropogênico que afeta o equilíbrio radioativo da Terra. É o gás de referência com o qual outros gases de efeito estufa são medidos e, portanto, tem um Potencial de Aquecimento Global de 1.

Dióxido de carbono equivalente (CO₂e): Uma forma de expressar a quantidade de uma mescla de diferentes gases de efeito estufa. Montantes iguais de diferentes gases de efeito estufa produzem diferentes contribuições para o aquecimento global; por exemplo, uma emissão de metano na atmosfera tem cerca de 20 vezes mais o efeito de aquecimento que igual emissão de dióxido de carbono. O CO₂ expressa a quantidade de uma mescla de gases de efeito estufa em termos da quantidade de CO₂ que produziria o mesmo volume de aquecimento que essa mescla de gases. Ambas as emissões (fluxos) e concentrações (estoques) de gases de efeito estufa podem ser expressas em CO₂e. O volume de gases de efeito estufa também pode ser expresso em termos de seu equivalente em carbono, multiplicando-se o volume de CO₂ e por 12/44.

Estacionaridade: A ideia de que os sistemas naturais flutuam em um invólucro imutável de variabilidade, limitado pelo alcance de experiências anteriores.

Fertilização do carbono: A melhoria do cultivo de plantas como resultado de maior volume de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico. Dependendo do respectivo mecanismo de fotossíntese, certos tipos de plantas são mais sensíveis a mudanças na concentração atmosférica de CO₂.

Fundo de Adaptação: O Fundo de Adaptação foi criado para financiar projetos e programas de adaptação específicos nos países em desenvolvimento que fazem parte do Protocolo de Quioto. Esse Fundo é financiado com uma parcela da renda proveniente das atividades do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM) e recebe fundos de outras fontes.

Gás de efeito estufa (GHG): Quaisquer gases atmosféricos que causam a mudança climática ao reter o calor do Sol na atmosfera da Terra e produzindo o efeito estufa. Os gases do efeito estufa mais comuns são o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), ozônio (O₃) e vapor d'água (H₂O).

Geoengenharia: É a engenharia de grande escala de nosso meio ambiente para combater ou neutralizar os efeitos da mudança climática. As medidas propostas incluem injeção de partículas na atmosfera superior para refletir a luz solar e fertilizar os oceanos com ferro, a fim de aumentar a absorção de CO₂ por parte das algas.

Incerteza: Expressão do grau em que um valor (tal como a situação futura do sistema climático) é desconhecido. A incerteza pode resultar da falta de informação ou do desacordo a respeito do que é conhecido ou até mesmo passível de ser conhecido. Pode assumir muitos tipos de fontes, desde erros quantificáveis nos dados até projeções de incertezas do comportamento humano. Portanto, a incerteza pode ser representada por medidas quantitativas como, por exemplo, uma série de valores calculados por vários modelos; ou por declarações qualitativas que refletem, por exemplo, um julgamento especializado. No entanto, em economia a incerteza refere-se à incerteza Knightiana, não comensurável. Diferente de risco, no qual a ocorrência de certos eventos é associada a uma distribuição de probabilidade que pode ser conhecida.

Inovação: A criação, assimilação ou exploração de um bem ou serviço, processo ou método novos ou melhorados de forma significativa.

Instituições: Estruturas e mecanismos de ordem social e cooperação que regem o comportamento de um conjunto de indivíduos.

Intensidade de carbono: Tipicamente, o volume de emissões de carbono em toda a economia ou CO₂ por unidade do PIB, ou seja, a intensidade do carbono do PIB. Pode também referir-se ao carbono emitido por dólar da produção bruta ou por dólar do valor agregado por uma determinada firma ou setor. Também usada para descrever o montante do carbono emitido por unidade de energia ou de combustíveis consumidos, ou seja, a intensidade de carbono da energia, a qual depende das fontes de energia, mescla de combustíveis e eficiência das tecnologias. A intensidade do carbono do PIB é simplesmente o produto da média de intensidade de carbono em toda a economia da energia e da intensidade energética do PIB.

Limiar: No contexto da mudança climática, o nível acima no qual ocorre a mudança repentina ou rápida.

Mecanismo de desenvolvimento limpo (CDM): Mecanismo do Protocolo de Quioto pelo qual os países desenvolvidos podem financiar projetos de redução ou remoção de emissões de gases de efeito estufa nos países em desenvolvimento e, por isso, receber créditos que podem ser usados para que as economias desenvolvidas atijam os limites obrigatórios para suas próprias emissões. O CDM permite a realização de projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa nos países signatários, mas não dispõe de metas de emissão nos termos do Protocolo de Quioto.

Mitigação: Intervenção humana para reduzir as emissões ou aumentar os reservatórios de gases de efeito estufa.

Normas sociais: Valores implícitos ou explícitos, convicções e normas adotadas por um grupo para autorregular o comportamento por meio da pressão do grupo; o marco usado pelos indivíduos para avaliar o que é comportamento aceitável ou inaceitável.

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC): Criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, o IPCC analisa publicações científicas e técnicas em âmbito mundial e publica relatórios de avaliação amplamente

reconhecidos como as mais confiáveis fontes existentes de informação sobre mudança climática. O IPCC também prepara metodologias e atende a solicitações específicas de órgãos subsidiários da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC). O IPCC é independente da UNFCCC.

Pegada de carbono: O volume de emissões de carbono associado a uma determinada atividade ou a todas as atividades de uma pessoa ou organização. A pegada de carbono pode ser medida de muitas formas e pode incluir emissões indiretas geradas em toda a cadeia de produção de insumos em uma atividade.

Perda de excedente: Custo que não produz benefícios.

Plano de Ação de Bali: Plano bienal lançado na Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática de 2007, realizada em Bali, Indonésia, para negociar uma ação cooperativa de longo prazo sobre mudança climática além de 2010, bem como chegar a um acordo sobre resultados na Conferência da Dinamarca em 2009. Esse plano tem quatro pilares: mitigação, adaptação, financiamento e tecnologia.

Projeto que inclui necessidade de agir apesar das incertezas (*no regrets project*): No contexto da mudança climática, trata-se de um projeto que gera benefícios sociais e/ou econômicos líquidos independentemente se o projeto afeta o clima ou se o clima afeta o projeto.

Proteção social: O conjunto de intervenções públicas destinadas a apoiar os membros mais pobres e mais vulneráveis da sociedade, bem como ajudar os indivíduos, famílias e comunidades a gerenciarem o risco — por exemplo, programas de seguro contra desemprego, renda complementar e serviços sociais.

Protocolo de Quioto: Acordo no âmbito da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC), aprovado em 1997 em Quioto, Japão, pelas partes na UNFCCC. Contém compromissos legalmente compulsórios para reduzir emissões de gases de efeito estufa por parte dos países desenvolvidos.

Redes de proteção: Mecanismos destinados a proteger as pessoas contra o impacto de choques, tais como inundações, seca, desemprego, doença ou morte do principal provedor do domicílio.

Redução das emissões causadas pelo desmatamento e pela degradação de florestas (REDD): A REDD refere-se a um conjunto de ações destinadas a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em terras cobertas por florestas. Os incentivos financeiros da REDD são potencialmente uma parte da política de resposta à mudança climática.

Reflorestamento: Plantação de florestas em terras anteriormente cobertas de florestas, mas convertidas para outro uso.

Reservatório de carbono: Qualquer processo, atividade ou mecanismo que remova o dióxido de carbono da atmosfera. As florestas e outros tipos de vegetação são considerados reservatórios porque removem o dióxido de carbono por meio da fotossíntese.

Resiliência: A capacidade de um sistema social ou ecológico de absorver distúrbios, ao passo que preserva a mesma estrutura básica e modos de funcionamento; a capacidade de auto-organização; e a capacidade de adaptar-se ao estresse e à mudança.

Resseguro: A transferência de uma parcela dos riscos do seguro principal a uma camada secundária de seguradores (resseguradores); essencialmente é um “seguro para seguradores”.

Sequestro: No contexto climático, é o processo de remover o carbono da atmosfera e depositá-lo em reservatórios, tais como novas florestas, carbono no solo ou depósito subterrâneo. *Sequestro biológico:* A remoção do CO₂ da atmosfera e depósito em matéria orgânica por meio de mudança do uso da terra, florestamento, reflorestamento, depósito do carbono em aterros sanitários e práticas que melhorem o carbono no solo na agricultura.

Serviços do ecossistema: Processos ou funções do ecossistema com valor para os indivíduos ou sociedade, por exemplo, provisão de alimentos, purificação da água e oportunidades de lazer.

Sensibilidade: O grau em que um sistema é afetado, adversa ou benéficamente, por uma variabilidade ou mudança climática.

Sistema de alerta antecipado: Mecanismo que produz e divulga informação de alerta de forma precisa e significativa para capacitar organizações, comunidades e indivíduos ameaçados por um perigo a se prepararem e a agirem de forma apropriada e com tempo suficiente para reduzir a possibilidade de dano ou perda.

Taxa de desconto: A taxa pela qual os indivíduos ou empresas compensam o consumo ou bem-estar atual vis-à-vis futuro, geralmente expressa como percentagem.

Tomada firme de decisões: Face à incerteza, escolher não a medida ou política que seria a melhor em um mundo futuro mais provável, mas aquela que seria aceitável em uma diversidade de futuros possíveis. Esse processo inclui a avaliação de opções entre uma variedade de modelos, suposições e perda de funções, em vez de maximizar retornos em um único futuro provável.

Transferência de tecnologia: O processo de intercâmbio de aptidões, conhecimentos, tecnologias e métodos de fabricação para assegurar que os desenvolvimentos científicos e tecnológicos sejam acessíveis a uma ampla gama de usuários.

Unidades de quantidade atribuída (AAUs): O volume total de gases de efeito estufa — medidos em toneladas de CO₂e — que se permite a cada país desenvolvido emitir na primeira fase do Protocolo de Quioto.

Uso do solo, mudança de uso do solo e florestas (LULUCF): Conjunto de atividades, incluindo o uso do solo por parte do ser humano, mudança no uso do solo e atividades florestais que levam tanto a emissões como remoção de gases de efeito estufa. Categoria usada para reportar estoques de gases de efeito estufa da atmosfera.

Four easy ways to order

Online: www.worldbank.org/publications	Fax: +1-703-661-1501	Phone: +1-703-661-1580 or 1-800-645-7247	Mail: P.O. Box 960 Herndon, VA 20172-0960, USA
--	--------------------------------	---	--

PRODUCT	STOCK #	PRICE	QTY	SUBTOTAL
World Development Report 2010 Development and Climate Change (Paperback: 978-0-8213-7987-5)	17987	US\$26		
World Development Report 2010 Development and Climate Change (Hardcover: 978-0-8213-7989-9)	17989	US\$50		
Subtotal				
Geographic discount*				
Shipping and Handling**				
Total \$US				

* Geographic discounts apply – depending on ship-to country.
See <http://publications.worldbank.org/discounts>

** Within the US, charges on prepaid orders are \$8 per order. Institutional customers using a purchase order will be charged actual shipping costs. Outside of the US, customers have the option to choose between nontrackable airmail delivery (US\$7 per order plus US\$6 per item) and trackable couriered airmail delivery (US\$16.50 per order plus US\$8 per item). Nontrackable delivery may take 4-6 week; trackable delivery takes about 2 weeks.

MAILING ADDRESS

Name _____

Organization _____

Address _____

City _____

State _____ Zip _____

Country _____

Phone _____

Fax _____

Email _____

METHOD OF PAYMENT

Charge my

Visa Mastercard American Express

Credit card number _____

Expiration date _____

Name _____

Signature _____

Enclosed is my check in US\$ drawn on a U.S. bank and made payable to the World Bank

Customers outside the United States
 Contact your local distributor for information on prices in local currency and payment terms
<http://publications.worldbank.org/booksellers>

THANK YOU FOR YOUR ORDER!



WORLD BANK
Publications

The reference of choice on development

ECO-AUDITORIA

Declaração de Benefícios Ambientais

O Banco Mundial está comprometido com a preservação das florestas em perigo de extinção e dos recursos naturais. O Escritório do Editor segue os padrões recomendados para o uso de papel, estabelecidos pela Iniciativa da Imprensa Verde, um programa sem fins lucrativos que apoia editores no uso de fibra que não provenha de florestas em perigo de extinção.

Na impressão em sete idiomas dos panfletos da Visão Geral do **Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2010: Desenvolvimento e Mudanças Climática**, tomamos as seguintes medidas para reduzir a nossa pegada de carbono:

- Utilizamos papel com 100% de fibra reciclada fabricado de resíduos pós-consumo; cada meio quilo de fibra reciclada pós-consumo que substitui uma tonelada de fibra virgem previne a liberação de 956 quilos de emissões de gás de efeito estufa e reduz o peso de aterros sanitários.
- Usamos papel livre de cloro e ácido.
- Os panfletos da Visão Geral do **Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2010** foram impressos com tintas à base de óleo vegetal fabricado de recursos renováveis e de fácil remoção no processo de reciclagem.

Para obter informações mais detalhadas favor consultar o website www.greenpressinitiative.org.

Foram salvos:

- 47 árvores
- 15 milhões de BTUs de energia total
- 2.048 quilogramas do equivalente de CO₂ causadores de gases do efeito estufa
- 82.317 litros de águas servidas
- 598 quilos de resíduos sólidos





Os enormes desafios ao desenvolvimento de hoje são complicados pela realidade da mudança climática — estes dois elementos estão inextricavelmente vinculados e ambos requerem atenção imediata. A mudança climática ameaça todos os países, mas especialmente os países em desenvolvimento. Compreender o que significa a mudança climática para a política de desenvolvimento é o objetivo principal do Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2010.

Segundo as estimativas, recai sobre eles de 75% a 80% dos custos de prejuízos causados pela mudança climática. Os países em desenvolvimento simplesmente não podem ignorar a mudança climática nem podem focar sozinhos a adaptação. Portanto, é imperativo agir para reduzir a vulnerabilidade e lançar os fundamentos de uma transição para os caminhos do crescimento com baixos níveis de emissões de carbono.

O Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2010 examina como a política pública pode mudar para ajudar melhor as pessoas a enfrentarem riscos novos ou agravados, como a gestão do solo e da água precisa adaptar-se para proteger melhor um meio ambiente natural ameaçado, ao mesmo tempo alimentando uma população em expansão e cada vez mais próspera, e como os sistemas energéticos precisarão passar por uma transformação.

Os autores examinam como integrar as realidades do desenvolvimento em uma política climática — por meio de acordos internacionais, instrumentos para gerar financiamento do carbono e medidas para promover a inovação e a divulgação de novas tecnologias.

O Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2010 é um apelo urgente à ação, tanto por parte dos países em desenvolvimento empenhados em assegurar que as políticas se adaptem às realidades e aos perigos de um planeta mais quente, como por parte dos países de alta renda que precisam adotar uma mitigação ambiciosa, ao mesmo tempo apoiando as iniciativas dos países em desenvolvimento.

Os autores argumentam que um mundo inteligente em termos climáticos está ao nosso alcance se **agirmos agora** para enfrentar a inércia substancial no clima, na infraestrutura e nos comportamentos e instituições; se **agirmos em conjunto** para reconciliar o crescimento necessário com escolhas de desenvolvimento prudentes e ao alcance econômico; e se **agirmos de forma diferente** investindo na revolução energética necessária e tomando as medidas requeridas para adaptar-nos a um planeta em rápida evolução.

