

DESENVOLVIMENTO COM MENOS CARBONO

RESPOSTAS DA AMÉRICA LATINA AO DESAFIO DA MUDANÇA CLIMÁTICA



RESUMO

AUGUSTO DE LA TORRE
PABLO FAJNZYLBER
JOHN NASH



**Desenvolvimento com Menos
Carbono:
Respostas da América Latina
ao Desafio da Mudança Climática**

RESUMO

*Augusto de la Torre
Pablo Fajnzylber
John Nash*



THE WORLD BANK
Washington, D.C.

Publicado originalmente em Inglês pelo Banco Mundial sob o título *Low Carbon, High Growth: Latin American Responses to Climate Change*. Em caso de discrepâncias, prevalecerá a versão original em inglês.

©2009 The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank
1818 H Street NW
Washington DC 20433 USA
Tel.: 202-473-1000
Internet: www.worldbank.org
E-mail: feedback@worldbank.org

Todos os direitos reservados.

Este volume foi elaborado pela equipe do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento/Banco Mundial. As afirmações, interpretações e conclusões expressas nesta obra não expressam necessariamente as opiniões dos Diretores Executivos da instituição ou dos governos que eles representam.

O Banco Mundial não garante a exatidão dos dados incluídos nesta publicação. As fronteiras, cores, denominações e outras informações mostradas em qualquer mapa neste estudo não implicam em nenhuma opinião da parte do Banco Mundial em relação à situação jurídica de qualquer território, ou o endosso ou a aceitação de suas fronteiras.

Direitos e Permissões

O material contido nesta publicação é protegido por direito autoral. A cópia e/ou transmissão sem permissão de uma parte ou de todo o conteúdo poderá ser considerada violação da lei aplicável. O Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento/Banco Mundial estimula a disseminação desta obra e normalmente permitirá com rapidez a reprodução de trechos deste relatório.

Para obter permissão de fotocópia ou reimpressão qualquer parte deste livro, envie um pedido contendo 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 perguntas sobre direitos e licenças, inclusive direitos subsidiários, devem ser dirigidas ao 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: Naylor Design.

Sumário

Agradecimentos	v
Prefácio	vii
1. Introdução	1
2. Efeitos da Mudança Climática na América Latina e no Caribe	3
3. A Necessidade de uma Resposta Global Coordenada, Efetiva, Eficiente e Eqüitativa.....	19
4. A Possível Contribuição da América Latina e do Caribe para os Esforços Globais de Atenuação	29
5. Políticas para um Alto Crescimento e Baixas Emissões de Carbono no Futuro.....	57
6. Resumo e Conclusões	89
Anexo 1: Potencial de Atenuação por País e Tipo de Emissões	92
Anexo 2: Probabilidade de Impactos Econômicos Anuais da Mudança Climática nos Países do CARICOM.....	96
Bibliografia.....	98
Notas.....	107

AGRADECIMENTOS

Desenvolvimento com Menos Carbono: Respostas da América Latina ao Desafio da Mudança Climática é o resultado de um esforço conjunto de duas unidades do departamento de América Latina e do Caribe do Banco Mundial: o Escritório do Economista Chefe e o Departamento de Desenvolvimento Sustentável. Este estudo foi preparado por uma equipe principal liderada por Pablo Fajnzylber e John Nash, e incluindo também a Veronica Alaimo, Javier Baez, Svetlana Edmeades, Christiana Figueres, Todd Johnson, Irina I. Klytchnikova, Andrew Mason, e Walter Vergara. Ana F. Ramirez e Carlos Felipe Prada Pombo forneceram valiosa assistência de pesquisa.

A equipe se beneficiou enormemente de estudos e outros materiais de apoio preparados especialmente para este relatório pelos seguintes indivíduos: Veronica Alaimo, Carlos E. Arce, Juliano J. Assunção, Javier Baez, Brian Blankespoor, Eduardo Bitran Colodro, Benoit Bosquet, Flavia Fein Cheres, Shun Chonabayashi, Alejandro Deeb, Uwe Deichmann, Ariel Dinar, Manuel Dussan, Vladimir Gil, Harry de Gorter, Hilda R. Guerrero Rojas, David R. Just, Erika Kliauga, Donald F. Larson, Humberto Lopez, Carla della Maggiora, Andrew Mason, Robert Mendelsohn, Paul Procee, Claudio Raddatz, Pedro Rivera, Pasquale L. Scandizzo, Carmen Notaro, Bekele Debele Negowo, Sebastian Scholz, Shaikh Mahfuzur Rahman, Yacov Tsur, Dominique Van Der Mensbrugge, Denis Medvedev, Felix Vardy, Antonio Yunez Naude, Steven Zanhiser, Natsuko Toba, Adriana Valencia, e Seraphine Haeussling.

Este Resumo (Volume I) do relatório foi preparado por Augusto de la Torre, Pablo Fajnzylber e John Nash. Os autores dos capítulos do Volume II são os seguintes: capítulo 1, Fajnzylber e Nash; capítulo 2, Nash e Vergara; capítulo 3, Nash, Edmeades, Baez e Mason; capítulo 4, Fajnzylber e Figueres; capítulo 5, Fajnzylber e Alaimo; capítulo 6, Johnson e Klytchnikova.

Agradecimentos especiais são devidos a Laura Tuck pela sua leitura cuidadosa dos rascunhos do relatório e pelos seus muito úteis comentários e sugestões, tanto de caráter substantivo como editorial. Excelentes conselhos e orientações foram recebidos também de Marianne Fay e Charles Feinstein, que atuaram como revisores, assim como de Makhtar Diop, Mac Callaway, Jocelyne Albert, e Carlos Nobre. Por último, apesar de não menos importante, gostaríamos de agradecer a Susan Goldmark por ter proposto a realização deste estudo regional sobre mudança climática na América Latina.

PREFÁCIO

Durante a elaboração deste documento, uma crise econômica e financeira global de dimensões inéditas começou a se desdobrar. A urgência, a rapidez e a surpreendente magnitude dos desafios impostos pela crise têm o potencial de afetar negativamente os esforços dirigidos a enfrentar os desafios causados pelo aquecimento global, discutidos em detalhe neste relatório. A capacidade dos líderes políticos e das instituições nacionais e supranacionais de lidar com ameaças globais de grande magnitude não é ilimitada. Portanto, seria ingênuo pensar que a habilidade do mundo para enfrentar simultaneamente o colapso dos mercados financeiros e os riscos impostos pelo aquecimento global está livre de tensões e dilemas. Contudo, essas duas ameaças têm implicações tão profundas para a humanidade que não seria prudente permitir que as emergências de curto prazo criadas pela crise financeira global desviem indevidamente a atenção dos perigos associados, no longo prazo, à mudança climática. Claramente, o desafio consiste em chegar a um consenso, e identificar e implementar tantas políticas quantas forem viáveis que possam levar a avanços simultâneos na solução de ambas as questões. Isto é em princípio possível, mas de difícil implementação na prática.

De fato, a recessão econômica mundial será associada a uma queda nos investimentos privados, incluindo aqueles que são “amigáveis” ao clima, no sentido de contribuir para mitigar a mudança climática. Estes investimentos podem ser muito prejudicados no contexto atual, levando em conta que o preço dos combustíveis fósseis sofreu uma queda acentuada em relação às fontes alternativas de energia limpa. Não é de surpreender que as empresas de serviços públicos já estejam reduzindo significativamente seus investimentos em energias alternativas, e que já esteja ocorrendo um declínio no fluxo de recursos para projetos voltados à produção de energia com baixo teor de carbono. A expectativa de manutenção de um preço relativamente baixo para os combustíveis fósseis poderá não somente impedir os investimentos em tecnologia com menos emissão de carbono, mas também poderá levar a um maior consumo de fontes de energia mais baratas, porém mais sujas. Por exemplo, a redução no preço da gasolina poderia limitar o crescimento da demanda por veículos híbridos, especialmente na América do Norte. Além disso, com um menor crescimento econômico no mundo inteiro, as emissões de gases do efeito estufa (GEE) poderiam apresentar um declínio *cíclico* que criaria incentivos políticos ao adiamento dos esforços para reduzir a *tendência* de aumento das emissões. Em suma, a crise financeira e econômica global poderia levar a um estreitamento do horizonte temporal dos formuladores de políticas públicas que poderia redirecionar o padrão de desenvolvimento para atividades mais intensivas em carbono. Essa postura contribuiria apenas para aumentar a dificuldade e elevar o custo de reduzir as emissões de GEE no futuro.

A experiência com crises financeiras anteriores em países emergentes sugere que as respostas de política macroeconômica de curto prazo são frequentemente priorizadas em detrimento das questões ambientais de longo prazo.¹ Em especial, quando surgem reivindicações conflitantes relacionadas à contração nos recursos orçamentários durante uma crise, os cortes no orçamento tendem a afetar em grande parte a oferta de serviços públicos que são considerados supérfluos, ou seja, aqueles cujo impacto imediato sobre os cidadãos ou os setores afetados por situações emergenciais é considerado limitado e apenas indireto. Nos países em desenvolvimento, esses cortes incluem com frequência itens como conservação florestal ou proteção de ecossistemas. De acordo com um estudo do Fundo Monetário Internacional (FMI)², por exemplo, em 1999, após as crises asiática e russa, o Brasil aplicou uma redução de 11%, em termos nominais comparativamente a 1998, nos seus gastos públicos (exceto salários, benefícios previdenciários e pagamentos de juros). Contudo, alguns programas ambientais para a Amazônia sofreram perdas de recursos muito mais elevadas do que a média. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), por exemplo, teve uma redução em seu orçamento de 71% em relação às verbas originalmente aprovadas, e de 46% se comparado a 1998. Há também indicações de que esse fenômeno se expandiu além do plano federal. Os estados e municípios brasileiros, diante da necessidade de produzir “superávits primários”, não puderam compensar os cortes nos programas ambientais para a Amazônia financiados pela União.³

Se os líderes nacionais e internacionais demonstrarem visão do futuro, poderão evitar cair na armadilha de sacrificar a sustentabilidade ambiental em favor de necessidades macroeconômicas de curto prazo, e se beneficiar das oportunidades para enfrentar as questões associadas à mudança climática. Em particular, políticas e programas destinados à abordagem dos problemas urgentes de hoje podem ser formulados e implementados sob uma perspectiva de longo prazo. Às vezes, essas decisões implicam em benefício mútuo, mas em outros casos, podem ocorrer impasses. Por exemplo, o investimento privado e o consumo de energia limpa serão estimulados mediante um aumento relativo no preço dos combustíveis fósseis, e isso pode ser incentivado por meio de regulamentações, impostos, esquemas de comércio de carbono e/ou subsídios. No entanto, fazer com que as empresas paguem pela poluição que produzem e forçar as famílias a consumir energia mais limpa, porém mais cara, não é uma medida popular em tempos de recessão econômica. Direcionar as atividades do setor privado de modo sustentável para opções menos intensivas em emissões de carbono implica, portanto, em compromissos políticos que devem ser tratados de forma cuidadosa e em avaliações equilibradas da parte dos formuladores de políticas, para garantir que as considerações de longo prazo não sejam negligenciadas por conveniência política.

Possivelmente será aberto um espaço mais amplo para sinergias na área do investimento público. Grandes programas de investimento governamental terão

que fazer parte do estímulo fiscal necessário para enfrentar a crise econômica, especialmente nos países desenvolvidos e nas economias emergentes com elevadas taxas de poupança. Se forem planejados e implementados de modo adequado, esses programas podem gerar dinâmicas e resultados que trazem benefícios mútuos, imprimindo avanços na causa da recuperação econômica, por um lado, e ao mesmo tempo ajudando a estimular o crescimento nas áreas que minimizam ou mitigam o impacto das mudanças climáticas. Além disso, os países que conseguirem realizar, durante a crise econômica, a transição de uma economia com grandes emissões de carbono para outra com energia mais limpa poderão auferir novas vantagens competitivas no futuro, assim facilitando o seu crescimento de longo prazo para além do período cíclico de retração econômica. Como resultado, a crise financeira atual pode criar, de fato, uma oportunidade especial para o estabelecimento de um novo modelo de desenvolvimento no século XXI, centrado no crescimento com baixo teor de carbono. As declarações em defesa da sustentabilidade ambiental e da segurança energética emanadas do governo recém-eleito nos Estados Unidos da América trazem esperança nesse sentido. Uma “recuperação verde”, ou seja, a interação virtuosa entre criação de emprego, retomada do crescimento, e ações políticas e investimentos públicos orientados para a redução das emissões de carbono é uma opção importante e, sem dúvida, a única escolha possível para a comunidade mundial na atual conjuntura. Essa opção pode se tornar realidade se os líderes e os sistemas políticos se colocarem à altura das circunstâncias.

Laura Tuck
Diretora do Departamento de Desenvolvimento Sustentável
América Latina e Caribe
Banco Mundial

Augusto de la Torre
Economista-Chefe
América Latina e Caribe
Banco Mundial

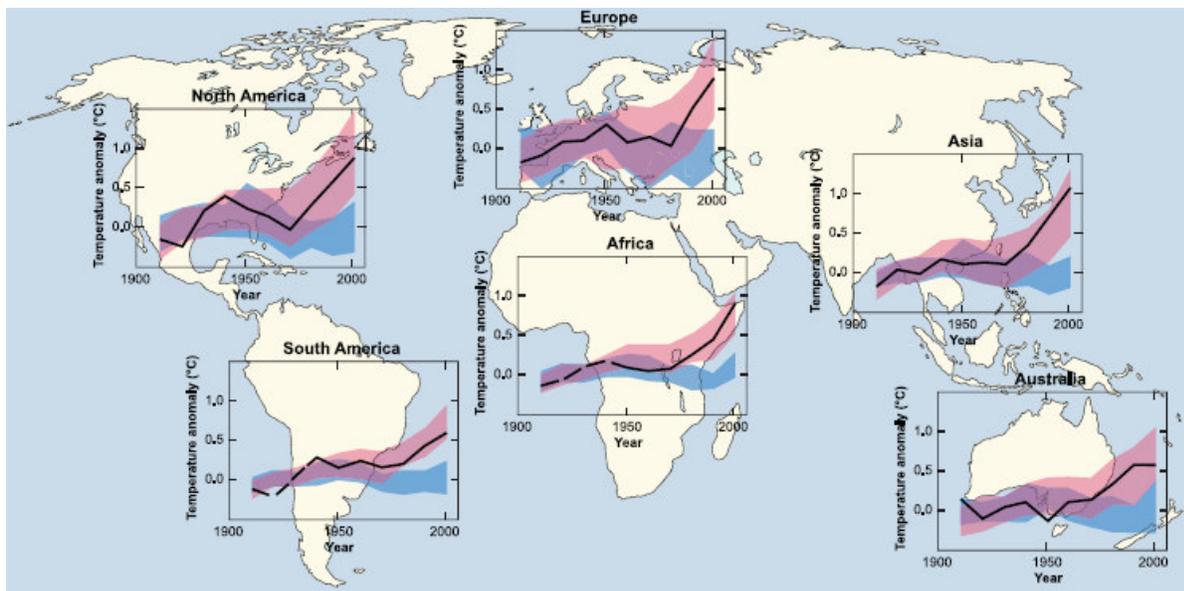
1. Introdução

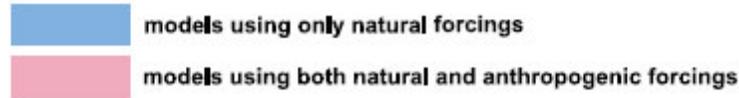
Com base na análise de dados recentes sobre a evolução das temperaturas globais, das coberturas de gelo e neve, assim como da elevação do nível do mar, o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC, na sigla em inglês) declarou recentemente que o “aquecimento do sistema climático é indiscutível”. Em especial, as temperaturas da superfície do planeta aumentaram durante os últimos 50 anos na proporção do dobro da velocidade observada durante a primeira metade do século XX.

O IPCC também concluiu com 95% de certeza que as principais causas das mudanças observadas no clima têm estado associadas ao aumento nas emissões de gases do efeito estufa (GEE) de natureza antropogênica.⁴ Os modelos de evolução das temperaturas globais que levam em conta os efeitos das emissões geradas pelo homem (os caminhos cor de rosa no mapa 1) combinam muito mais com as temperaturas reais registradas (as linhas pretas) do que com os modelos que não incorporam esses efeitos.⁵ A conclusão inevitável é que o acúmulo de dessas emissões na atmosfera têm provocado o aumento das temperaturas.

Enquanto o efeito estufa é um processo natural sem o qual o planeta seria tão frio que não poderia suportar a vida, a maior parte do aumento na concentração total de gases do efeito estufa observada desde a Revolução Industrial resultou de atividades humanas, especialmente a queima de combustíveis fósseis, as mudanças no uso do solo (por exemplo, a conversão de florestas em solo agrícola), e a agricultura (por exemplo, o uso de fertilizantes à base de nitrogênio e as emissões de metano relacionadas à pecuária).⁶

Mapa 1. Temperaturas médias reais e modeladas, 1900–2000

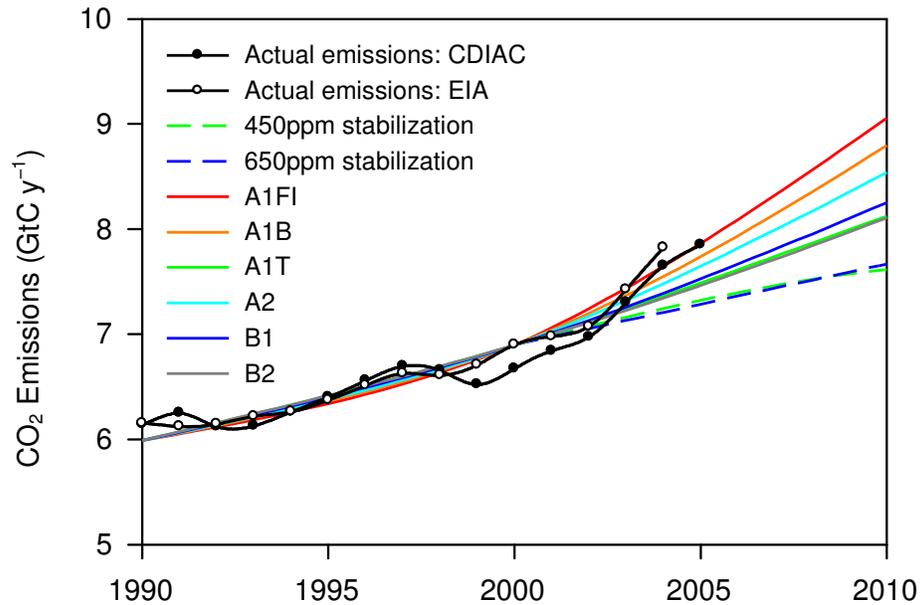




Fonte: Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática, Quarto Relatório de Avaliação (2007).

Sob uma perspectiva futura, o IPCC prevê que as emissões globais de GEE aumentarão até 90% entre os anos 2000 e 2030, se políticas de mitigação das mudanças climáticas não forem implementadas. Considera-se que as temperaturas mundiais poderão subir até 1,7°C em 2050 e até 4°C em 2100, se continuar a trajetória indicada pelas tendências atuais. Contudo, nos últimos anos, as emissões reais atingiram ou ultrapassaram as previsões mais pessimistas do IPCC (Figura 1). Levando esses fatos em conta, Stern (2008) estima que o estoque de GEE na atmosfera da terra poderá aumentar do atual nível de 430 partículas por milhão para 750 em 2100.⁷ Esse resultado implicaria que o aquecimento global teria 82% de probabilidade de ultrapassar em 4°C e 47% de superar em 5°C os índices observados no período pré-industrial.

Figura 1. Liberações globais de CO₂ observadas em comparação aos cenários de emissão e às trajetórias de estabilização



Fonte: Raubach et al, 2007. *Emission trajectories corresponding to the main scenarios studied by the IPCC's Special Report on Emission Scenarios (2001).*

Nota: Os detalhes de cada cenário podem ser encontrados na nota em anexo.⁸

2. Efeitos da Mudança Climática na América Latina e no Caribe

O “indiscutível” aquecimento do sistema climático apontado pelo IPCC já está afetando o clima da América Latina. As temperaturas na região aumentaram cerca de 1°C durante o século XX, enquanto a elevação do nível do mar atingiu 2 a 3 mm/ano desde a década de 1980. Também foram observadas mudanças nos padrões pluviométricos, com algumas áreas tendo recebido mais chuvas (Sul do Brasil, Paraguai, Uruguai, Nordeste da Argentina e o Noroeste do Peru) e outras menos (Sul do Chile, Sudoeste da Argentina e Sul do Peru). Finalmente, os eventos climáticos extremos se tornaram mais comuns em diversas partes da América Latina, incluindo um maior número de períodos de chuva intensa e dias consecutivos de seca.⁹

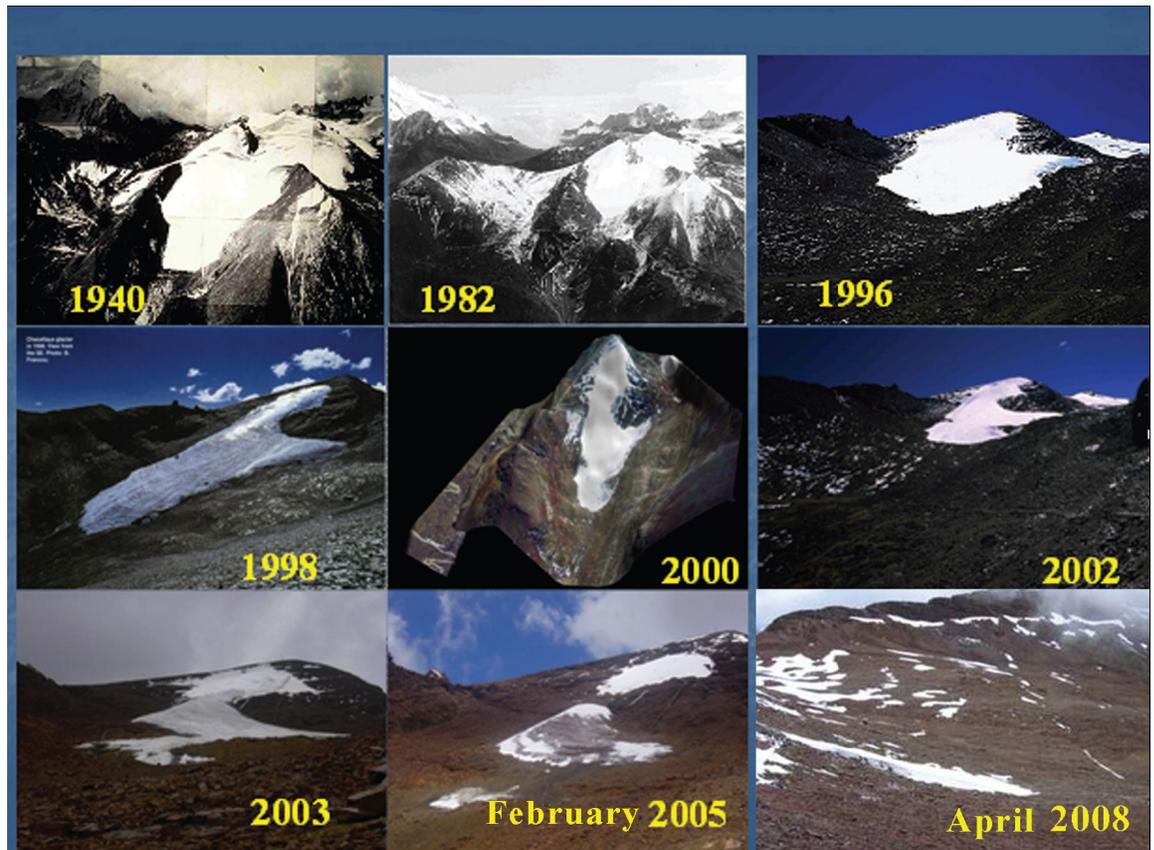
Os ecossistemas já estão sofrendo os efeitos negativos da mudança climática na América Latina e no Caribe

À exceção de alguns possíveis efeitos positivos sobre a produção agrícola no Cone Sul, os impactos das alterações no clima têm sido até agora profundamente negativos e já estão afetando algumas características e ecossistemas exclusivos da região. Com base em sua irreversibilidade, importância para o ecossistema e custo econômico, quatro áreas de alto risco climático se destacam por sua especial importância. Estes são: (a) o aquecimento e eventual deterioração dos ecossistemas montanhosos nos Andes; (b) o branqueamento dos recifes de coral que conduzirá a um colapso total anunciado desse bioma na bacia do Caribe; (c) o dano causado a grandes extensões de pântanos e aos sistemas costeiros associados, no Golfo do México; e (d) o risco de retração das florestas na bacia Amazônica. Nesta seção do relatório, apresentamos evidências dos três primeiros desses processos que já estão ocorrendo, assim como do crescente perigo representado pelas tempestades tropicais, que é outro fenômeno em curso. As seções seguintes tratam das expectativas futuras em relação às tendências climáticas e seus possíveis efeitos, incluindo o risco de retração da Floresta Amazônica, acima mencionado, assim como outras conseqüências sobre os sistemas natural e humano.

O derretimento das geleiras dos Andes e os conseqüentes danos aos ecossistemas associados vêm ocorrendo há alguns anos, causados pelo aumento das taxas de aquecimento que têm sido observadas em altitudes mais elevadas (Figura 2).¹⁰ Uma análise das tendências nas temperaturas (Ruiz-Carrascal et al, 2008) indica possíveis aumentos da ordem de 0,6°C por década, que afetarão a parte Norte, uma região mais úmida dos Andes. Muitas geleiras menores (menos de um quilômetro quadrado de área) têm tido a sua superfície reduzida. Por exemplo, a Geleira Chacaltaya da Bolívia têm perdido a maior parte da sua área (82%) desde 1982 (Francou et al, 2003). Os ecossistemas de montanhas altas, incluindo os pântanos de grandes altitudes (“*paramos*”) associados às geleiras, estão entre os

ambientes mais sensíveis às alterações climáticas. Esses ecossistemas abrigam uma flora endêmica singular que oferece numerosos e valiosos bens e serviços ambientais. Nos últimos anos, no entanto, já têm sido observadas drásticas reduções tanto na flora quanto na fauna desta região.

Figura 2. Redução da Geleira de Chacaltaya na Bolívia



Fonte: Fotografias de B. Francou e E. Ramirez, e de arquivo.

Outro grave impacto ambiental que já pode ser observado é o *branqueamento dos recifes de coral* no Caribe. Essas formações contêm mais de 25% de todas as espécies do oceano, o que as torna o mais diversificado entre os ecossistemas marinhos em termos biológicos, análogo aos das florestas tropicais. No caso do Caribe, os recifes de coral abrigam viveiros para 65% de todas as espécies de peixes da região, por isso a sua sobrevivência é crucial para a ecologia do oceano nesta área. Quando pressionados pelo calor, os corais expõem algas microscópicas que vivem de forma simbiótica em seu tecido. Se esse fenômeno ocorrer apenas uma vez, não será necessariamente fatal, mas a repetição desses episódios matará o recife. Elevações contínuas na temperatura da superfície do mar levaram a diversos eventos recentes de branqueamento (1993, 1998, 2005), sendo que o último se estendeu por uma vasta área em toda a região.

Os danos aos *pântanos costeiros do Golfo do México* representam outra grande preocupação. Os modelos de circulação global atmosfera-oceano convergem para

a identificação do Golfo do México como a área costeira mais vulnerável aos impactos das mudanças climáticas na região. Os três comunicados nacionais do México à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC)¹¹ documentaram uma degeneração progressiva, levantando questões urgentes sobre a integridade desses ecossistemas. Nessa área, os pântanos estão sofrendo atualmente impactos antropogênicos decorrentes de mudanças no uso do solo, ao desmatamento dos mangues, à poluição e a desvios de cursos d'água. Esses fatores tornam o ecossistema ainda mais vulnerável aos efeitos das alterações climáticas, incluindo uma redução de até 40% nas chuvas previstas para 2100 (P. C. D. Milly et al, 2005). A superfície total dos manguezais está desaparecendo a uma taxa de 1% a 2,5% ao ano. Os pântanos fornecem muitos serviços ambientais, entre os quais a regulação dos regimes hidrológicos, a proteção dos assentamentos humanos contra enchentes e tempestades, o sustento para muitas comunidades que vivem ao longo da costa e *habitats* para pássaros aquáticos e a fauna. Esses pântanos possuem o mais produtivo ecossistema do México e um dos mais ricos na Terra.¹² Cerca de 45% da produção de camarão, por exemplo, tem origem nos pântanos do Golfo, da mesma forma que 90% das ostras do País, e não menos que 40% do volume da pesca comercial. Enquanto outras regiões costeiras na América Latina e no Caribe também estarão sujeitas a impactos semelhantes, o valor econômico e biológico dos pântanos do Golfo justifica a sua identificação como uma área especialmente ameaçada pelo clima.

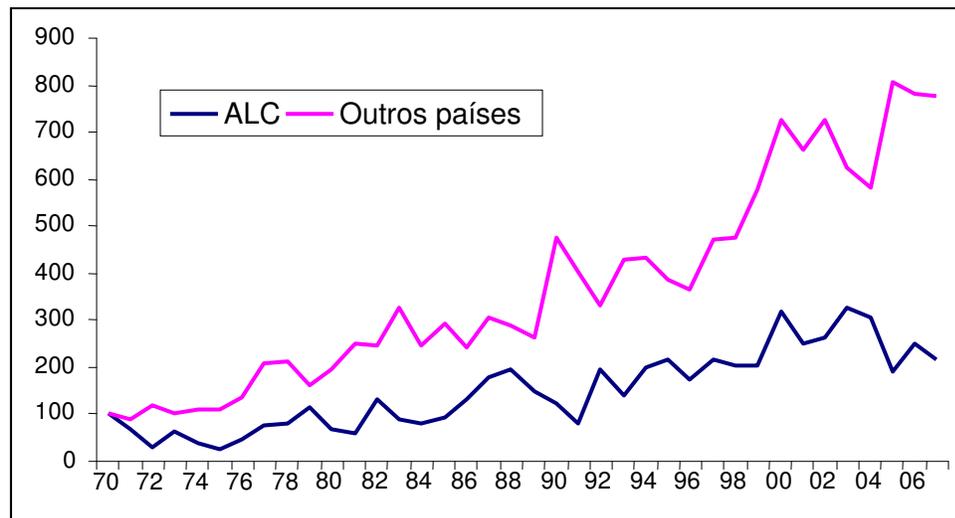
Os dados também indicam que já existe uma tendência de *mais e/ou mais intensas tempestades e desastres naturais relacionados ao clima na região*. As estimativas do custo macroeconômico desses fenômenos sugerem que cada um deles causa, em média, uma redução de 0,6% no PIB real per capita. Na medida em que desde os anos 1990 esses eventos vêm ocorrendo uma vez a cada três anos, em média — comparados a uma vez em cada quatro anos no período iniciado em 1950 — o seu impacto médio sobre os países afetados representaria uma redução de 2% a cada década no PIB per capita (Raddatz, 2008).¹³

Os latino-americanos têm plena consciência do alto custo resultante dos fenômenos climáticos extremos. Em 1999, por exemplo, 45.000 pessoas morreram nas enchentes e deslizamentos de terra na Venezuela, enquanto o furacão Mitch causou pelo menos 11.000 vítimas em 1998 e talvez 19.000 em toda a América Central e no México. Um relatório calculou em US\$3,8 bilhões, ou dois terços do PIB, o valor dos danos econômicos causados em Honduras. Mais recentemente em 2005, o furacão Wilma, o mais forte já registrado no Atlântico, danificou 98% da infra-estrutura na costa Sul da Península de Yucatán, no México, atingindo Cancún e infligindo perdas estimadas em US\$1,5 bilhão à indústria de turismo.

Análises recentes da atividade dos furacões ao longo do tempo (Hoyos et al, 2006; Webster e Curry, 2006) apontam uma tendência de intensificação desses fenômenos. De especial importância é o recente aumento da força dos furacões mesoamericanos, verificado desde 1995, após um longo e calmo período de quase 40 anos. Em 2004, pela primeira vez, um furacão se formou no Atlântico

Sul e atingiu o Brasil. Em 2005, o número de furacões no Atlântico Norte foi de 14, o que representou uma alta histórica. Quatro dos dez anos de maior atividade de furacões ocorreram na última década e, em 2008, Cuba, Haiti e outras ilhas foram devastadas por diversos eventos dessa natureza. Esses registros levantam a questão sobre se já estamos presenciando o impacto da mudança climática, e de se esta aumentará os danos esperados na região. Na verdade, após o furacão Katrina, as empresas americanas de modelagem de risco elevaram de uma vez a cada 40 anos para uma vez em 20 anos a probabilidade da ocorrência de um evento semelhante, devido ao aumento de temperatura da água na Bacia do Atlântico Norte. Considerando todos os tipos de desastres relacionados ao clima, parece haver uma tendência positiva nas próximas décadas, embora menos acentuada na América Latina e no Caribe do que no restante do mundo (Figura 3).

Figura 3. Índice de desastres relacionados ao clima na América Latina e no Caribe em relação ao restante do mundo (1970 = 100)



Fonte: Cálculos da equipe do Banco Mundial com base no Emergency Events Database (EM-DAT); O Banco de Dados sobre Desastres Naturais do Office of United States Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Centre for Research on the Epidemiology Disasters (CRED), da Universidade Católica de Louvain.¹⁴

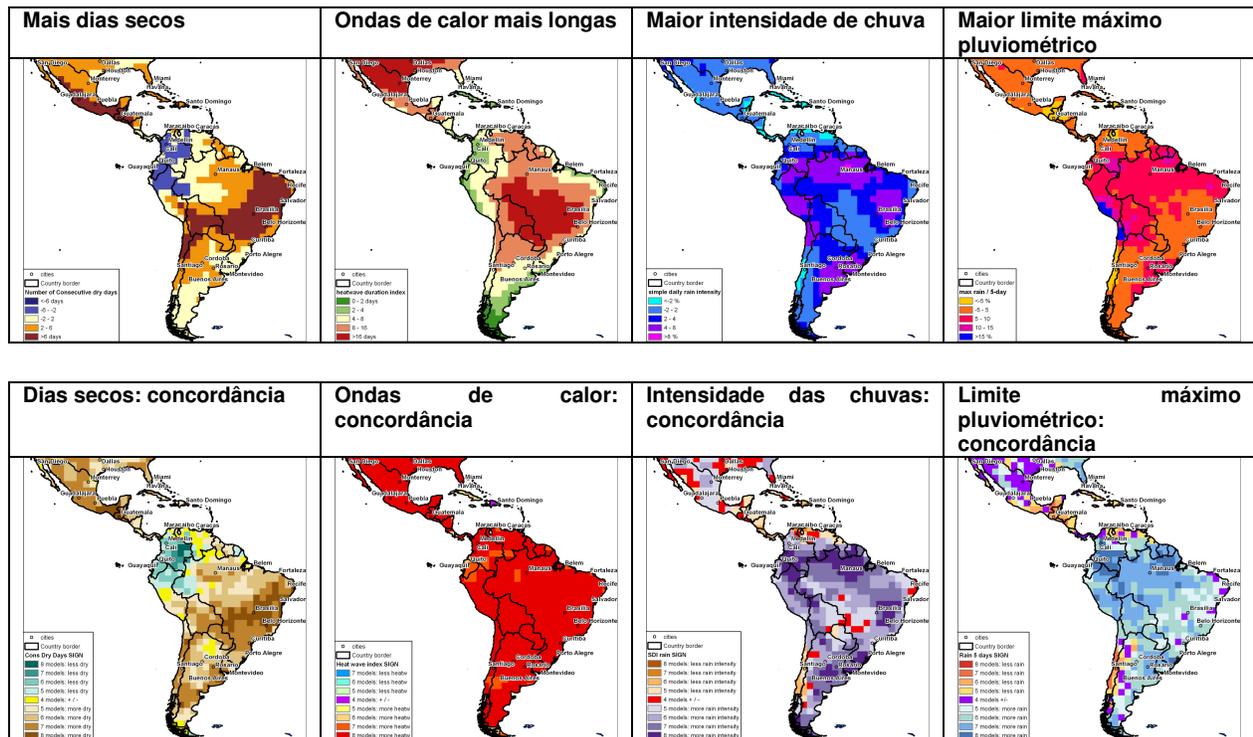
À medida que as mudanças climáticas se intensificam, há maior probabilidade de ocorrerem conseqüências mais graves no futuro

O Quarto Relatório de Avaliação do IPCC prevê que nos cenários onde nenhuma medida preventiva seja colocada em prática os aumentos de temperatura na América Latina e no Caribe poderão variar de 0,4°C a 1,8°C em 2020 e de 1°C a 4°C em 2050 (Magrin et al, 2007), em relação ao período-base de 1961 a 1990. Na maior parte da região, a expectativa de aquecimento médio anual será provavelmente mais elevada do que a média internacional, exceto no sul da

América do Sul (Christensen et al, 2007). Essas projeções, derivadas dos modelos de circulação global atmosférica, também prevêem uma mudança nos padrões pluviométricos da região, embora em muitas sub-regiões haja menos concordância entre esses modelos quanto à direção e à magnitude das alterações nas chuvas do que sobre as variações de temperatura. Na América Central, por exemplo, enquanto a maioria dos modelos estima uma menor média de chuvas em todas as estações, existe a possibilidade de que essa carência poderia ser compensada por um maior índice pluviométrico durante a passagem de furacões, o que não é estimado de modo adequado na maioria dos modelos gerais de circulação.¹⁵

Não obstante a grande incerteza em torno dos padrões de precipitação futuros em algumas áreas, há fortes indicações de que a mudança climática poderá intensificar fenômenos extremos já observados na região. Assim, conforme ilustrado nos quatro painéis superiores do Mapa 2, é provável que diversas áreas que estão no momento muito expostas a riscos de enchentes e secas terão de enfrentar no futuro piores condições de seca e de chuvas mais intensas, respectivamente.

Mapa 2. Expectativa de riscos climáticos na ALC e medidas de concordância dos modelos, 2030



Fonte: Cálculos da equipe do Banco Mundial usando oito modelos globais de circulação atmosfera-oceano. Os quatro mapas na parte inferior indicam a concordância entre as previsões dos diversos modelos. A concordância é medida pelo número de modelos cujas previsões de alteração nas temperaturas ou nos padrões pluviométricos têm o mesmo sinal.

Em particular, este seria o caso de todas as áreas com alto risco de seca no Chile, México, Guatemala e El Salvador, para as quais as previsões de pelo menos cinco entre oito modelos climáticos globais indicam que em 2030 o número de dias de seca consecutivos aumentará e as ondas de calor se tornarão mais longas. Da mesma forma, espera-se que entre 47% e 100% das áreas na Argentina, no Peru e no Uruguai com um alto risco de enchentes fiquem ainda mais expostas a tempestades. Na verdade, existem ainda grandes diferenças entre previsões regionais específicas derivadas de vários modelos climáticos globais. No entanto, conforme mostram os quatro gráficos na parte inferior do Mapa 2 para uma grande parte dos exemplos acima, a maioria dos modelos climáticos disponíveis coincide ao menos no sinal de suas previsões.

A mudança climática também acarretará a elevação do nível do mar, afetando todas as áreas costeiras. A Quarta Avaliação do IPCC (2007) prevê um aumento de 18 a 59 centímetros no nível do mar neste século, devido à expansão térmica resultante do aquecimento do ar, ao descongelamento das geleiras (principalmente na Groenlândia e na Antártica) e às mudanças na capacidade do solo de armazenar água. Contudo, persistem grandes incertezas científicas sobre a situação da Camada de Gelo da Groenlândia que contém água suficiente para causar um aumento de sete metros no nível do mar, e da Antártica, que provocaria uma elevação de 61 metros, se houver um degelo total. Pequenas mudanças nos volumes dessas geleiras poderiam resultar em um impacto significativo. Portanto, embora a possibilidade de um crescimento em larga escala do nível do mar em períodos inferiores a séculos não seja altamente provável, persistem muitas incertezas e as evidências recentes apontam para aumentos mais rápidos que os indicados no Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC (Dasgupta et al, 2007).

Os danos aos ecossistemas serão ainda mais graves no futuro ...

Os impactos futuros sobre os ecossistemas e a sociedade, causados por essas mudanças, poderão ser profundos. Talvez o efeito mais desastroso, se ocorrer, será a *dramática retração da Floresta Amazônica, com a conversão de extensas áreas em savanas*. A maioria dos Modelos Dinâmicos de Vegetação Global (DGVM) que se baseiam nos cenários de emissão do IPCC mostram um grande risco de retração das florestas induzido pelo clima em áreas tropicais, boreais e montanhosas no final do século XXI, e alguns Modelos Gerais de Circulação prevêem uma drástica redução pluviométrica no Oeste da Amazônia.¹⁶ Embora ainda não haja consenso na comunidade científica sobre a probabilidade e extensão da possível degradação da Amazônia, o Resumo Técnico do Quarto Relatório de Avaliação do IPCC indica um potencial de 20% a 80% de perda da floresta, como resultado dos impactos climáticos provocados por um aumento de temperatura entre 2°C e 3°C na bacia Amazônica. A credibilidade desse tipo de cenário foi confirmada em 2005, quando grandes áreas no Sudoeste da região registraram uma das secas

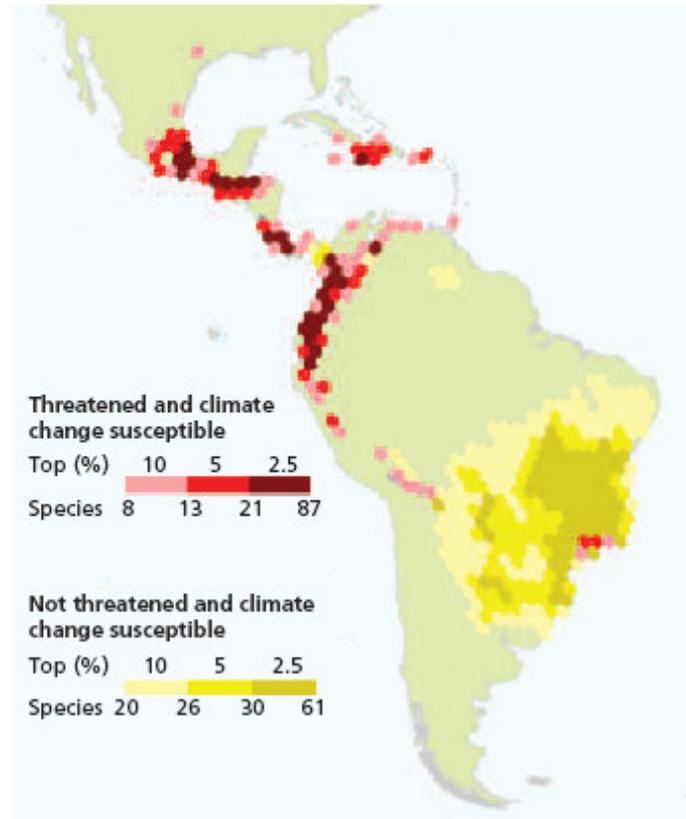
mais intensas dos últimos 100 anos. O fenômeno afetou a população ao longo do principal canal do Rio Amazonas e dos seus tributários a Oeste e a Sudoeste.

A Floresta Amazônica desempenha um papel essencial no sistema climático, impulsionando a circulação atmosférica nos trópicos mediante a absorção de energia e a reciclagem de metade das chuvas que recebe. Além disso, estima-se que a região contenha cerca de 10% do estoque de carbono global armazenado nos ecossistemas terrestres e responda por 10% da produtividade primária líquida global (Melillo et al, 1993)¹⁷. A umidade injetada pelo ecossistema amazônico na atmosfera também exerce um papel essencial nos padrões pluviométricos da região. Interrupções nos volumes de umidade provenientes da bacia Amazônica poderiam desencadear um processo de desertificação em vastas áreas da América Latina e até mesmo da América do Norte (Avisar e Werth, 2005). O IPCC também indica a probabilidade de consideráveis extinções da biodiversidade como consequência do declínio da Amazônia.

Mesmo não levando em conta a enorme perda de biodiversidade resultante de mudanças cataclísmicas, como aquelas associadas à degradação da Amazônia, a alteração do clima *ameaçará de modo geral a rica biodiversidade da região da América Latina e do Caribe*. Entre os dez países do mundo que abrigam uma maior biodiversidade, cinco estão na região: Brasil, Colômbia, Equador, México e Peru, e estes se situam também entre as 15 nações cuja fauna está mais ameaçada de extinção.¹⁸ A área com o maior grau de biodiversidade do planeta é a parte Leste dos Andes. Cerca de 27% dos mamíferos do mundo vivem na América Latina e no Caribe, da mesma forma que 34% de suas plantas, 37% dos répteis, 43% dos pássaros e 47% dos anfíbios. Quarenta por cento das plantas que vivem no Caribe são específicas dessa região. As mudanças no clima poderão afetar de modo drástico a sobrevivência das espécies, uma vez que alteram as épocas de reprodução e a distribuição de algumas espécies.¹⁹ Nas regiões áridas da Argentina, Bolívia e Chile, assim como no México e no Brasil Central, ocorrerá provavelmente uma grande extinção de espécies em 2050, de acordo com previsões climáticas de médio prazo (Thomas et al, 2004). O México, por exemplo, poderá perder de 8% a 26% de seus mamíferos, 5% a 8% dos pássaros e 7% a 19% das borboletas. As espécies que vivem nas florestas “nubladas” se tornarão vulneráveis, na medida em que o aquecimento eleve a altura da base das nuvens. Na floresta “nublada” de Monteverde, na Costa Rica, esse tipo de alteração já está sendo observado, uma vez que a redução no número de dias enevoados tem sido associada ao declínio das populações de anfíbios, e provavelmente também de pássaros e répteis (Pounds et al, 1999). Os anfíbios são especialmente afetados pelas mudanças climáticas. As espécies ameaçadas (de acordo com a Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais, IUCN) e suscetíveis às alterações no clima habitam áreas da América Central, do noroeste da América do Sul, várias ilhas do Caribe e o sul do Brasil (Mapa 3). Entre os pássaros, as famílias que são altamente sensíveis e endêmicas na América Latina são os *Turdidae* (turdídeos,

60% dos quais são classificados como altamente suscetíveis), *Thamnophilidae* (tovacas e afins, 69%), *Scolopacidae* (maçarico-das-rochas e afins, 70%), *Formicariidae* (formigueiros e tovacuçu e afins, 78%) e *Pipridae* (manaquins, 81%).²⁰

Mapa 3. Áreas de alta concentração de anfíbios de acordo com os níveis de risco e de suscetibilidade às mudanças climáticas



Fonte: União Mundial para a Natureza (IUCN, 2008).

...E os danos socioeconômicos também serão grandes

A mudança climática também deverá provocar grandes efeitos negativos sobre os sistemas socioeconômicos. Algumas dessas conseqüências resultarão da ação direta do clima sobre as atividades humanas e outros incidirão sobre os ecossistemas que fornecem serviços significativos em termos econômicos. Entre os setores econômicos, o de agricultura terá maior possibilidade de sofrer um grande impacto mais direto decorrente das alterações graduais na temperatura e nas chuvas. Igualmente importantes, pelo menos sob uma perspectiva local, são os impactos econômicos e sociais das mudanças previstas na freqüência e/ou na intensidade dos furacões e tempestades tropicais, do desaparecimento das geleiras tropicais nos Andes, da elevação do nível do mar, do branqueamento e a conseqüente morte dos recifes de coral no Caribe, da possível escassez de água criada pelas mudanças nos padrões pluviométricos e do esperado crescimento

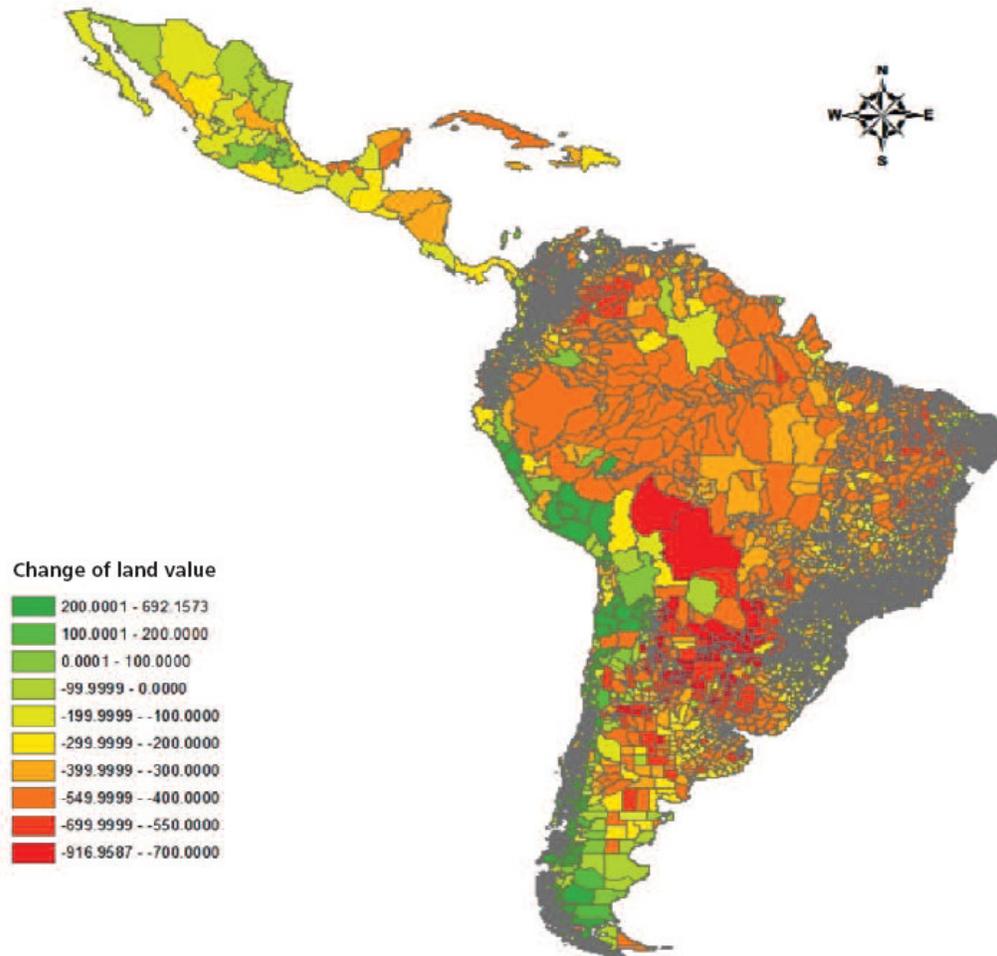
das taxas de mortalidade e morbidez devido ao aumento na prevalência de várias doenças.

A produtividade agrícola poderá sofrer uma queda acentuada em muitas regiões. Uma das principais abordagens para estimar os impactos no longo prazo da mudança climática sobre a agricultura utiliza dados individuais de grandes amostras representativas de produtores agrícolas. Ao combiná-los com as condições climáticas, mantendo constantes outras características, é possível examinar como o clima influencia tanto as decisões dos produtores quanto os ganhos da agricultura. Após quantificar a relação entre clima e produção agrícola, as projeções de futuras alterações no regime de temperaturas e de chuvas podem ser usadas para prever qual será a resposta dos produtores a essas mudanças. Esses dados permitem analisar as prováveis novas escolhas dos produtores em relação, por exemplo, à combinação de pecuária com agricultura, aos tipos de cultivo, às espécies de bovinos utilizadas e à instalação de sistemas de irrigação. Os modelos também analisam como o valor do solo — enquanto medida de rentabilidade em geral — varia com o clima. A aplicação da abordagem ricardiana aos dados do México e de sete países sul-americanos revela que, de fato, o valor do solo oscila com o clima e tende a cair com temperaturas mais altas e um maior índice de chuvas, pelo menos dentro das faixas dessas variáveis que são relevantes para a América Latina. Esses estudos também mostram — ao contrário do que é geralmente esperado — que em termos percentuais as pequenas propriedades rurais não são mais gravemente afetadas do que as de grande porte, talvez porque estas últimas tendam a ser mais especializadas em agricultura e pecuária de clima temperado (intolerantes ao calor) e, por isso tenham menor capacidade de adaptação.²¹ Certamente, os pequenos proprietários agrícolas que vivem próximos ao limite de subsistência enfrentarão maiores dificuldades econômicas para um mesmo percentual de declínio na produção do que os grandes produtores.

No caso da América do Sul, a média simulada de perdas de receita devido a uma mudança climática entre os produtores agrícolas analisados neste relatório foi estimada entre 12% para um cenário de alteração moderada no clima e 50% para outro mais negativo em 2100, mesmo que tenham adotado medidas de adaptação com o objetivo de minimizar os danos.²² (Por certo, esses tipos de exame não levam em conta as possíveis respostas de adaptação usando os avanços tecnológicos futuros.) Um outro estudo que aplica técnicas semelhantes ao México prevê que o país sofreria um alto impacto, com uma virtual perda total de produtividade em 30% a 85% das propriedades agrícolas, dependendo da gravidade do aquecimento.²³ No entanto, vale a pena observar que as conseqüências sobre a agricultura provavelmente irão variar de modo substancial entre as nações e até mesmo entre as várias regiões da cada país. (O Mapa 4 mostra os resultados para os pequenos agricultores que apresentam um padrão de impacto semelhante ao dos grandes produtores agrícolas.) Mesmo que o México seja altamente prejudicado, estima-se que algumas regiões poderão

obter benefícios. Na América do Sul, a previsão é de que as perdas serão de modo geral maiores nas regiões próximas à linha do Equador, com algumas áreas no Pacífico e no Sul do continente mostrando possíveis ganhos.

Mapa 4. Estimativa de mudanças na agricultura e no valor do solo em 2080 (US\$/hectare)



Fonte: Mendelsohn (2008).

Nota: Os resultados apresentados neste relatório referem-se a pequenas propriedades agrícolas em um cenário que prevê um aumento de temperatura de 5°C em 2100. Valores do solo em US\$ por hectare.

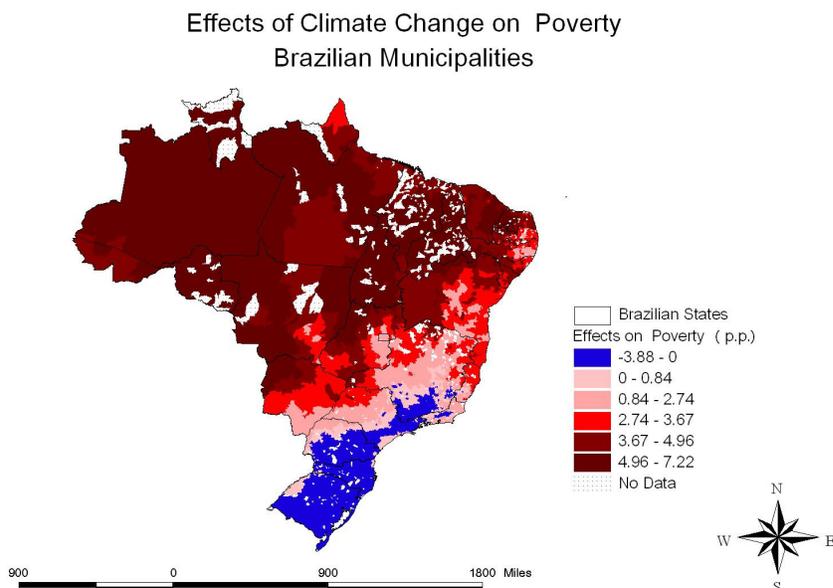
Qual é o significado desses cenários em termos de impacto agregado sobre o PIB? No caso da América Latina e do Caribe, o setor agrícola representa uma pequena parcela da economia e, seguindo o padrão da experiência histórica em quase todos os países, as projeções mostram que essa parcela se tornará mais reduzida na medida em que essas nações se desenvolvam. Os grandes impactos sobre a agricultura se transformam em perdas que não são muito significativas em relação à economia como um todo. Esforços anteriores destinados à criação de modelos para a América Latina estimaram prejuízos agrícolas que variam de US\$35,1 bilhões ao ano (em relação à perda de um total de US\$ 49 bilhões para

todos os setores, representando 0,23% do PIB)²⁴ a US\$120 bilhões ao ano (em relação a um prejuízo total de US\$122 bilhões ou 0,56% do PIB)²⁵ em 2100. Um estudo muito recente com base em um modelo geral de equilíbrio global com níveis de emissão determinados de forma endógena prevê perdas totais na América Latina e no Caribe em torno de US\$91 bilhões (cerca de 1% do PIB) em 2050, se o aquecimento atingir cerca de 1,79°C em comparação a 1900. Como esta é uma redução permanente no nível de renda, seria equivalente em valor presente a um choque único em torno de 18,2% do PIB, usando uma taxa de desconto de 5,5%.²⁶ Nenhuma dessas estimativas inclui os danos causados aos setores não econômicos como, por exemplo, os ecossistemas. Além disso, as projeções não levam em conta a possibilidade de aumento na frequência ou na intensidade dos desastres naturais ou de uma mudança catastrófica no clima resultante de eventos como o colapso das grandes camadas de gelo ou do descongelamento do permafrost.

Qual seria o impacto das mudanças esperadas na produtividade agrícola sobre a pobreza rural? A resposta a essa questão requer a modelagem da reação das famílias a essa situação. Em particular, as evidências sugerem que esses resultados seriam muito diversificados, dependendo do grau de mobilidade econômica das famílias. No caso do Brasil, por exemplo, simulações baseadas em dados municipais apontam uma redução média de 18% na produtividade agrícola em meados deste século, o que por sua vez poderia aumentar a pobreza rural entre 2 e 3,2 pontos percentuais, dependendo das famílias terem ou não possibilidade de migrar em razão dos impactos climáticos. Em qualquer dos casos, o efeito das alterações no clima é em grande parte específico da região, ou seja, depende de mudanças locais nas condições atmosféricas, assim como dos diferentes índices de produtividade — que variam de aumentos de 15% a reduções de 40% em diversas partes do Brasil — e das oportunidades econômicas não agrícolas (Mapa 5).

Os danos econômicos causados por furacões e tempestades tropicais provavelmente também vão aumentar. Embora não exista consenso científico de que os furacões se tornarão mais frequentes no futuro, há uma maior concordância de que o aquecimento global provocará a sua intensificação. De fato, os dados sobre a intensidade das tempestades tropicais desde 1970 indicam um aumento médio de intensidade de 6% para cada elevação de 1°F na temperatura da superfície do mar (Curry et al, 2008). Com base nesse tipo de informação, a atividade das tempestades pode ser prevista estimando-se os índices futuros de aquecimento. Esses cálculos podem levar em conta a influência das variações e dos ciclos naturais assim como do aquecimento global sobre a frequência, a intensidade e o trajeto das tempestades tropicais.

Mapa 5. Efeitos da mudança climática sobre a pobreza em municípios brasileiros



Fonte: Assunção e Chein (2008).

Quando essa abordagem é adotada na modelagem do provável comportamento das tempestades tropicais na Costa do Golfo do México, na América Central e no Caribe,²⁷ as projeções indicam um aumento médio muito grande nos danos durante os próximos 20 anos, causados não apenas pela maior intensidade das tempestades e em menor proporção pela sua frequência (em dois dos quatro cenários propostos), mas também pelo valor crescente dos bens expostos a riscos, em razão do desenvolvimento econômico. Em particular, as estimativas para 2020 a 2025 sugerem que as perdas resultantes da passagem de furacões na Costa do Golfo do México serão dez vezes maiores, comparadas ao período médio de cinco anos entre 1979 e 2006 (Tabela 1). A América Central e o Caribe seriam atingidos três e quatro vezes mais, respectivamente, nos mesmos períodos. Em termos relativos, os países caribenhos seriam ainda os mais afetados, apresentando perdas cumulativas acima de 50% do PIB anual entre 2020 e 2025, comparadas a cerca de 10% do PIB do México e 6% para a América Central. Outro estudo recente dos prejuízos econômicos anuais de 20 países da Comunidade do Caribe (CARICOM) em torno de 2080, como consequência de furacões e outros desastres naturais, estima essas perdas em US\$4,9 bilhões de dólares de acordo com o seu valor de 2007, ou cerca de 5% do PIB anual (Toba, 2008a; veja a tabela completa dos danos causados por todas essas fontes no Anexo deste documento).

O esperado *desaparecimento das geleiras tropicais nos Andes terá conseqüências econômicas sobre a disponibilidade de água e energia hidrelétrica*. Os modelos e as projeções indicam que muitas geleiras de baixa altitude da cordilheira poderiam desaparecer completamente durante os próximos 10 a 20 anos (Bradley et al, 2006; Ramírez et al, 2001). A geleira na montanha boliviana de Chacaltaya, por exemplo, poderá descongelar por inteiro até 2013 (Francou et al, 2003).

Tabela 1. Perdas cumulativas causadas por ciclones tropicais, histórico e projeções (milhões de US\$ em 2007)

	Histórico das perdas a cada 5 anos (1979–2006)	Perdas médias em 4 cenários a cada 5 anos (2020–2025)
<i>País/Região</i>		
México	8.762	91.298
América Central	2.321	6.303
Grandes Antilhas	6.670	28.037
Pequenas Antilhas	925	2.223
Total	18.678	127.861

Fonte: Cálculos dos autores a partir de Curry et al, 2008. Os números indicados são as médias dos quatro cenários considerados.

Os países andinos são altamente dependentes da energia hidrelétrica para o seu fornecimento de eletricidade (mais de 50% no Equador, 70% na Bolívia e 68% no Peru). Algumas usinas hidrelétricas necessitam em parte do escoamento superficial da água das geleiras, especialmente durante o período da seca. À medida que as geleiras derretem, os fluxos se tornam maiores, aumentando o perigo de enchentes. No entanto, esse fenômeno é temporário e ainda que continue durante décadas, em um determinado momento haverá um declínio no volume da água do degelo, o que criará problemas de ajuste, porque as populações podem ter se tornado dependentes dos maiores fluxos temporários. No longo prazo, ainda que o desaparecimento das geleiras não afete o abastecimento total de água (se comparado à situação antes do início do degelo glacial), é provável que haja uma mudança nos padrões de fluxo sazonais. Qualquer variação no regime de fluxos hídricos na estação seca, causada por uma maior variação na frequência de chuvas ou por reduções no armazenamento natural de água (geleiras, *paramos*, lagos de montanha) precisaria de novos investimentos em reservatórios para manter a capacidade de geração de energia. O fenômeno do degelo glacial também terá graves conseqüências para o abastecimento de água nas cidades andinas.

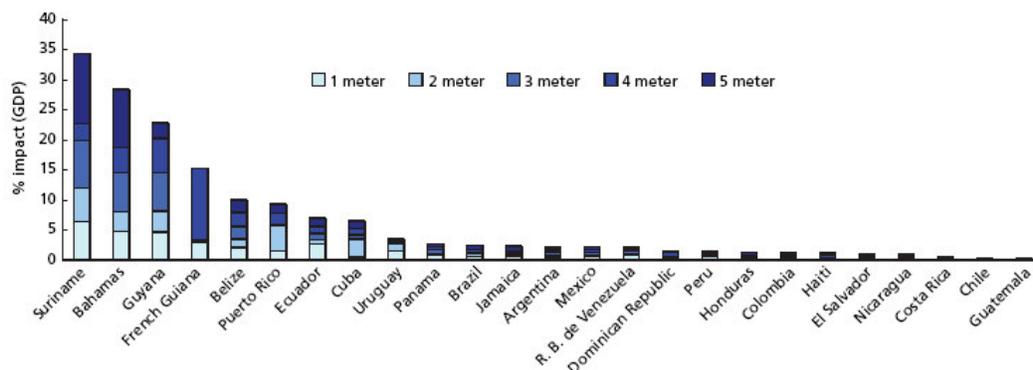
A elevação do nível do mar causará danos econômicos nas áreas costeiras de várias formas. Com a elevação do nível do mar, os meios de sustento, a infra-estrutura socioeconômica e a biodiversidade nas áreas de baixa altitude do México, da América Central e do Caribe serão afetadas pela crescente salinidade das lagoas costeiras, como a Laguna Madre no México. A salinização causada pelo aumento do nível do mar, combinada a um menor índice pluviométrico na região da costa

do Golfo do México, provocará maiores danos aos pântanos nessa área, reduzindo os seus diversos serviços ambientais, entre os quais a proteção dos assentamentos humanos contra enchentes e tempestades repentinas; o controle da erosão; a conservação e a manutenção do nível dos lençóis freáticos costeiros; a regulação e proteção da qualidade da água; a retenção de nutrientes, sedimentos e poluentes; a promoção de sustento para muitas comunidades humanas que residem ao longo da costa; e o fornecimento de *habitats* para aves aquáticas e a fauna. A agricultura também poderá ser afetada pela elevação do nível do mar, especialmente devido à perda de culturas perenes, como florestas e bananeiras, devido ao enfraquecimento da terra arável e ao aumento da salinidade do solo (UNFCCC, 2006).

É muito difícil avaliar o valor econômico dos serviços fornecidos pelos ecossistemas. Os estudos existentes sobre os danos causados pela elevação do nível do mar se concentraram nos efeitos que incidem de modo mais direto sobre as atividades econômicas e constataram que esses custos são significativos em áreas vulneráveis. As perdas econômicas anuais resultantes da mudança climática nos países do CARICOM foram estimadas em cerca de US\$11 bilhões em 2080 ou 11% do PIB, com aproximadamente 17% (em torno de 1,9% do PIB ao ano) devidas a impactos específicos decorrentes da elevação do nível do mar: perda de solo e de infra-estrutura de turismo, habitações e prédios, além de outros tipos de infra-estrutura.²⁸ Na América Latina e no Caribe como um todo, as estimativas do total de prejuízos econômicos em razão desse fenômeno variam de 0,54% do PIB a cada metro de elevação do nível mar a 2,38% para um aumento de cinco metros (Dasgupta et al, 2007), com grandes diferenças na magnitude das perdas entre os países da região (figure 4). Essas projeções são consideradas conservadoras, porque incluem apenas as zonas de inundação, não abrangem os danos provocados por tempestades e utilizam os padrões existentes de desenvolvimento e uso da terra.

A continuidade do aumento de temperatura da superfície do mar causará um branqueamento mais freqüente e a possível morte dos recifes de coral, com um alto custo econômico para o Caribe. Os futuros impactos do aquecimento sobre os recifes caribenhos foram modelados recentemente e as perspectivas não são favoráveis. De acordo com o cenário do IPCC que segue a trajetória das tendências atuais e assumindo uma baixa sensibilidade das temperaturas às concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, o modelo prevê a morte de todos os corais na região entre 2060 e 2070. Outros cenários que levam em conta um maior aquecimento sugerem que a total mortalidade já poderia acontecer em 2050. O modelo estima que os corais no Norte do Caribe sofrerão os efeitos provavelmente mais cedo do que as áreas situadas mais ao Sul.

Figura 4. Estimativa do impacto da elevação do nível do mar sobre o PIB nos países da América Latina e do Caribe



Fonte: Dasgupta et al (2007).

Tabela 2. Valor provável da perda de serviços econômicos dos recifes de coral, circa 2040–2060 em US\$ de 2008 (supondo que 50% dos corais no Caribe foram perdidos)

	Baixa Estimativa	Alta Estimativa
Proteção da costa	438	1.376
Turismo	541	1.313
Pesca	195	319
Biodiversidade	14	19
Uso farmacêutico	3.651	3.651
Total	4.838	6.678

Fonte: Toba (2008b).

Além da perda de biodiversidade, a elevação do nível do mar provocaria grandes impactos socioeconômicos diretos. Os corais proporcionam uma proteção natural contra tempestades repentinas; à medida que branqueiam, os recifes se desintegram e eliminam essa proteção. Conforme mencionamos, cerca de 65% de todas as espécies da fauna caribenha dependem em alguma medida dos recifes de coral, por isso a sua degradação poderá provocar efeitos generalizados sobre a pesca e a ecologia da área. Os recifes servem também como atração turística e, à medida que branqueiam e se desintegram perdem qualquer valor estético. É intrinsecamente difícil calcular o valor monetário dessas perdas econômicas, mas a tabela 2 apresenta um conjunto de estimativas caso 50% dos recifes de coral desapareça, o que sugere um prejuízo total entre 6% e 8% do PIB para os países afetados que têm uma menor extensão territorial, incluindo Belize, Honduras e as Índias Ocidentais.²⁹

Embora as previsões de mudanças nos regimes pluviométricos locais dos modelos climáticos globais não sejam compatíveis com as alterações nas temperaturas, as estimativas de grandes transformações em algumas áreas são

bastante coerentes. Nas regiões áridas e semi-áridas da Argentina, do Nordeste do Brasil, do Norte do México e do Chile, *maiores reduções nas chuvas poderiam criar uma grande escassez de água*. Na América Latina, o número de pessoas que viviam em 1995 em torno de bacias hidrográficas com pouca disponibilidade de água foi estimado em cerca de 22 milhões. De acordo com a modelagem dos efeitos das mudanças climáticas, segundo os cenários considerados pelo IPCC (Relatório Especial sobre os Cenários de Emissão em 2001), em 2055 o número de pessoas vivendo em áreas com escassez de água na América Latina e no Caribe aumentaria em três dos quatro cenários entre cerca de 6 a 20 milhões de habitantes (Arnell, 2004). As conseqüências econômicas dessa grave escassez na região ainda não foram analisadas, mas podem ser importantes, especialmente porque é provável que acarretem grandes mudanças no potencial de sua geração de energia hidrelétrica – tanto na capacidade total quanto na sua localização.

A mudança climática poderá causar também vários impactos *sobre a saúde*, mas essa relação é complexa. No mundo inteiro, o efeito mais significativo identificado pelo IPCC foi um aumento da desnutrição, especialmente nos países de baixa renda (Confalonieri et al, 2007), seguido pela mortalidade e a morbidez provocadas por eventos naturais extremos. Outros impactos abrangem o aumento de doenças cardiorrespiratórias devido à baixa qualidade do ar (resultante do maior número de incêndios florestais, por exemplo), mudanças nos efeitos sobre a saúde relacionados à temperatura (intensificação do estresse devido ao calor e redução das doenças características de climas frios, dependendo da região) e um crescimento do número de moléstias transmitidas pela água, quando os sistemas de esgoto transbordam após temporais e lançam esgoto nas fontes de água potável.

De especial interesse na América Latina e no Caribe é o impacto sobre a malária—principalmente nas áreas rurais — e a dengue nas zonas urbanas. Vetores e parasitas dependem de variações ideais de temperatura, e como os mosquitos necessitam de água estagnada para se reproduzir, as mudanças no regime de chuvas também poderão influenciar a prevalência dessas doenças. Nas regiões que se tornaram muito frias para a sobrevivência desses vetores, temperaturas mais altas poderiam permitir a expansão tanto do seu campo de ação quanto da sua janela de transmissão sazonal. Nas áreas onde as temperaturas estão agora próximas do limite superior de tolerância, o campo de ação poderia sofrer uma redução. Nas regiões mais chuvosas, o risco será maior. Na Colômbia, há evidências de que a temperatura é importante para a transmissão da dengue, enquanto o aumento da precipitação pluviométrica constitui uma variável significativa para a transmissão da malária. Nesse país, já foi observado um crescimento nos casos de malária de aproximadamente 400 em 100.000 habitantes, nos anos 1970, para cerca de 800 por 100.000 na década de 1990. Com base nos modelos estatísticos da incidência de malária e dengue e nas previsões de alteração nas chuvas e nas temperaturas (derivados de oito modelos de circulação global atmosfera-oceano que fazem parte da quarta avaliação do

IPCC), o número total de vítimas da dengue deverá crescer em torno de 21% em 2050 e cerca de 64% em 2100. Da mesma forma, estima-se que a incidência de malária sofrerá um acréscimo de 8% em 2050 e de 23% em 2100 (Tabela 3). É interessante notar que o custo econômico da perda de produtividade devido a essas doenças e do tratamento das vítimas adicionais seria relativamente pequeno: US\$2,5 milhões para o período de cinco anos entre 2055 e 2060, e de US\$7,5 milhões durante 2105 e 2110.³⁰ No entanto, uma restrição importante para a análise desses resultados é que os casos adicionais foram previstos apenas nos municípios onde a doença correspondente esteve presente no período entre 2000 e 2005; a estimativa de custo não considerou a expansão para outras cidades.

Tabela 3. Número de casos adicionais de malária e dengue em cenários futuros dentro de 50 e 100 anos

Doença transmitida por um vetor	Número histórico total durante o período de 2000 a 2005	Número de casos adicionais em um período de 6 anos. Cenário para 50 anos	Número de casos adicionais em um período de 6 anos. Cenário para 100 anos
<i>p. falciparum</i> malária	184.350	19.098	56.901
<i>p. vivax</i> malária	274.513	16.247	48.207
Dengue	194.330	41.296	123.445
Total	653.193	76.641	228.553

Fonte: Cálculos dos autores.

Por outro lado, as áreas que recebem menos chuva podem apresentar menor risco de malária, conforme as previsões para a América Central e a Amazônia.³¹ Contudo, o padrão sazonal dos surtos de cólera na bacia Amazônica tem sido associado à redução no fluxo do rio na estação mais seca, o que acentua a complexidade da estimativa do impacto líquido sobre a saúde em um clima mais árido.³² Não foi realizada nenhuma avaliação geral dos efeitos líquidos sobre a saúde para a região da América Latina e do Caribe como um todo, mas as análises nacionais recentes sobre as conseqüências desses fatores para a saúde na Bolívia e no Panamá, por exemplo, mostraram que no cômputo geral existe a probabilidade de um maior risco de doenças infecciosas nesses países.

3. A Necessidade de uma Resposta Global Coordenada, Efetiva, Eficiente e Equitativa

As evidências apresentadas até aqui indicam que a mudança climática imporá custos significativos à humanidade e aos ecossistemas. As tentativas de minimizar esses danos podem ser agrupadas de modo geral em duas classes. A

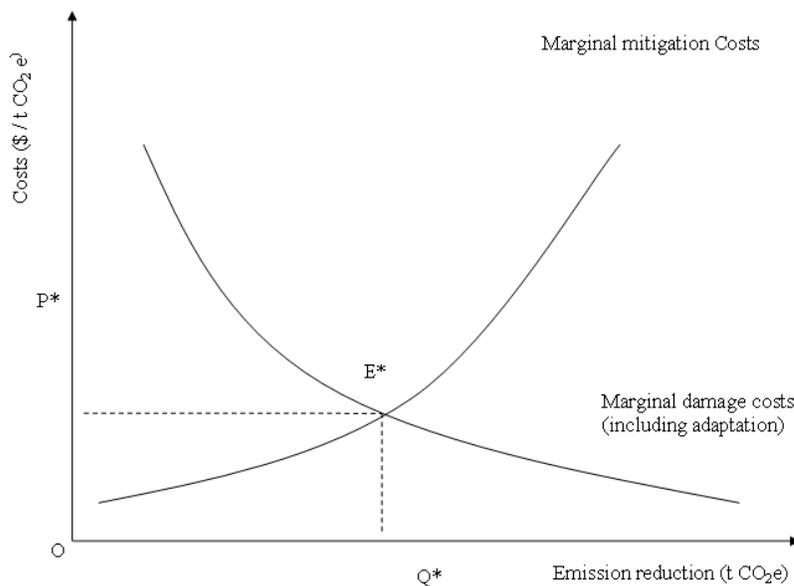
primeira compreende os esforços para *mitigar* as alterações no clima o que, no jargão da literatura pertinente implica em reduzir as emissões de GEE para desacelerar o aquecimento global e outras tendências climáticas.³³ O segundo grupo de possíveis respostas abrange as chamadas ações de *adaptação*, voltadas para o ajuste dos sistemas natural ou humano com o objetivo de diminuir os danos ou aproveitar as oportunidades de auferir benefícios como resultado de estímulos climáticos ou dos seus efeitos. Embora haja muitos tipos de ações que proporcionam co-benefícios importantes, que contribuem ao mesmo tempo para a mitigação ou a adaptação à mudança climática em geral, os investimentos destinados a essas finalidades demandam alguns gastos. Estes podem ser assumidos na forma de custos financeiros (por exemplo, a despesa adicional do uso de energia eólica em vez de carvão para gerar eletricidade) ou como custos de oportunidade (por exemplo, as oportunidades de geração de renda não aproveitadas devido à preservação de uma floresta). Para determinar qual será a resposta global mais adequada ao desafio da mudança climática, essas despesas devem ser comparadas aos benefícios decorrentes do fato de se evitar os danos futuros.

As compensações e sinergias entre medidas de mitigação e adaptação necessitam basicamente de uma abordagem integrada para uma tomada de decisões simultâneas sobre os níveis mais adequados de esforço em ambas as frentes.³⁴ Entretanto, numa abordagem simplificada, é possível se concentrar em determinar o nível ótimo de ações de mitigação e supor que, levando em conta os impactos esperados da mudança climática, as decisões sobre gastos com adaptação serão eficientes, considerando o custo-benefício dessas ações.³⁵ Os custos e benefícios marginais para mitigar as mudanças climáticas dependem da escala de diminuição das emissões a serem realizadas. Por um lado, o valor dos esforços adicionais de mitigação tende a aumentar de acordo com o nível de redução das emissões. Índices baixos de diminuição podem ser obtidos com uma despesa relativamente pequena mas, na medida em que essas metas se tornem mais ambiciosas, as soluções mais baratas deixam de ser suficientes e passam a demandar investimentos de maior vulto. Por outro lado, os benefícios marginais de mitigação (isto é, os gastos adicionais com adaptação e os danos residuais que são evitados) tendem a cair de acordo com a escala das atividades implementadas para diminuir as emissões.³⁶ O grau mais adequado de empenho para mitigar as conseqüências das alterações no clima consistiria em um ponto no qual o gasto marginal para reduzir as emissões em mais uma tonelada compensaria os danos a serem evitados com essa iniciativa, Q^* na Figura 5, a um preço eficiente em termos sociais, P^* . Em uma situação onde todos os custos e benefícios sejam avaliados pelos tomadores de decisão que dispõem de informações perfeitas, essa solução mais eficaz poderá ser alcançada.

Entretanto, na prática esse resultado é improvável por duas razões. Em primeiro lugar, os emissores absorvem apenas uma pequena fração dos correspondentes custos sociais, que são pagos em grande parte por outras

pessoas, sendo que a maioria desses indivíduos deverá pertencer às gerações futuras. Assim, agentes individuais – e países – têm incentivos a reduzirem os seus próprios esforços e se beneficiarem dos esforços alheios de mitigação. Além disso, mesmo se alguns países com a possibilidade de sofrer grandes danos decidirem implementar ações de mitigação de modo unilateral, ainda assim as suas oportunidades talvez não sejam tão eficientes em termos de custo quanto as de outras nações. Na verdade, não há razão para esperar que as despesas nesse sentido dos países com o grau mais elevado de exposição a risco também sejam as mais eficientes. Em suma, é provável que as ações globais de mitigação, realizadas por meio de tentativas individuais não coordenadas serão: (a) muito limitadas, (b) implementadas com grande atraso e (c) realizadas pelos países inadequados.³⁷ Para se ter alguma chance de alcançar um nível de iniciativas de redução e adaptação próximo àquele que seria eficiente do ponto de vista social o mundo precisará estabelecer um acordo conjunto.

Figura 5. Custos marginais da mitigação e danos marginais



Fonte: Elaboração própria.

Contudo, em segundo lugar, ainda que seja alcançado um acordo conjunto que permita implementar uma resposta coletiva ao desafio da mudança climática, seria difícil determinar o nível mais adequado do esforço de mitigação porque as informações necessárias para estimar os custos e os benefícios são muito desiguais. Em particular, o processo para quantificar as probabilidades associadas aos impactos climáticos específicos é muito complexo. Nesse sentido, quando lidam com a mudança climática, os formuladores de políticas se

deparam não apenas com o *risco* – aleatoriedade com probabilidades conhecidas—mas também com a *incerteza*.³⁸ A cadeia de causalidade entre as emissões de hoje a os impactos futuros das alterações no clima possui diversos elos e há muita incerteza científica envolvida quando se passa de um ao outro.³⁹ Essa situação torna as análises do custo-benefício esperado mais complexas. Além disso, existem efeitos climáticos com potencial catastrófico, cuja probabilidade de ocorrência é considerada pequena, mas sobre os quais não se dispõe de muito conhecimento. O sistema climático global possui um alto grau de inércia e cria uma grande defasagem entre as alterações nas emissões e as conseqüências sobre os sistemas naturais, o que significa que, quando se descobre que uma catástrofe vai acontecer, talvez seja tarde demais para evitá-la. Essas considerações podem fazer com que os formuladores se tornem mais prudentes ao adotem uma abordagem com base na precaução, que atribua um grande peso à prevenção desses eventos.

Na prática, esse contexto leva a enfatizar o estabelecimento de metas para os estoques de GEE cuja probabilidade de provocar altos níveis de aquecimento global, com conseqüências catastróficas, seja estimada como relativamente limitada. Essa perspectiva reflete a vontade de pagar um “prêmio pela incerteza”, com o objetivo de prevenir esses fenômenos. A definição de metas específicas para fundamentar as políticas públicas nesta área implica um processo iterativo de gestão de risco que se baseia na evolução das evidências científicas sobre a sensibilidade do clima às emissões de GEE, no custo dos danos causados pelas alterações no clima e nas opções tecnológicas para a sua mitigação.

De fato, o acordo firmado em 1992 na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC), ratificada por 189 países, define explicitamente como seu principal objetivo a estabilização das concentrações de GEE em níveis que evitem mudanças antropogênicas no clima consideradas “perigosas”. Embora ainda não exista um consenso universal sobre a definição de “mudança perigosa no clima”, uma possível abordagem do tema seria se concentrar em reduzir a possibilidade de atingir “pontos sem retorno” biológicos e geológicos,⁴⁰ ou seja, quando um sistema passa de modo abrupto e irreversível de um estado a outro, provocando amplas conseqüências sistêmicas para o mundo ou para algumas regiões. Exemplos desses resultados negativos incluem a perda permanente de importantes ecossistemas e/ou espécies, e a possível interrupção de processos intrínsecos essenciais ao próprio sistema climático, como a degradação da Amazônia e a desintegração das camadas de gelo do Oeste da Antártida ou da Groenlândia. Algumas conseqüências socioeconômicas também poderiam ser consideradas “perigosas”, porque se forem atingidos determinados níveis críticos tais como grandes impactos socioeconômicos cumulativos ou graves interrupções em práticas correntes, os seus possíveis efeitos sobre o bem-estar humano seriam considerados inaceitáveis sob o ponto de vista ético ou político (pelo menos numa perspectiva local) ou produziriam

até mesmo distúrbios sociais em larga escala. Exemplos poderiam abranger os níveis de mudanças climáticas que desencadeiam uma escassez catastrófica de alimentos ou de água, grandes enchentes em áreas costeiras ou uma ampla disseminação de malária ou de outras doenças tropicais.

Evitando os impactos “perigosos”

De acordo com as evidências apresentadas acima, as ações implementadas até agora, no âmbito da estratégia da UNFCCC, não têm sido ousadas o bastante para desviar o mundo de sua trajetória em direção a mudanças climáticas potencialmente “perigosas”.⁴¹ O que será preciso fazer, em termos de corte nas emissões, para evitar esses caminhos? Não há uma só resposta, mas quanto mais acentuadas forem as reduções, menor será a possibilidade de ocorrerem eventos catastróficos cujos impactos socioeconômicos negativos atinjam níveis “perigosos”. As metas mais rigorosas possíveis consideradas pelo IPCC indicam a estabilização das concentrações de GEE na faixa de 445 a 535 ppm CO₂e. As prováveis temperaturas associadas a essas metas estão entre 2°C e 2,8°C, em relação aos níveis pré-industriais. Para atingir esses patamares as emissões globais deveriam chegar a um valor máximo no mais tardar em 2020. Em 2050, teriam de cair para um valor entre 30% e 85%, comparado ao nível do ano 2000. O custo para o alcance desses objetivos, com base em 15 modelos considerados pelo IPCC, foi estimado em uma retração de até 3% no PIB mundial em 2030 e de 5,5% em 2050.

Um conjunto alternativo de metas considerado pelo IPCC implicaria na estabilização das concentrações de GEE entre 535 e 590 ppm CO₂e. O custo para atingir esses objetivos seria menor que o das metas mais elevadas mencionadas acima — de até 2,5% do PIB global em 2030 e de 4% em 2050 —, mas os aumentos de temperatura esperados seriam um pouco maiores, variando entre 2,8°C e 3,2°C.

Contudo, observe que, levando em conta as grandes incertezas envolvidas, ainda seria possível (embora improvável) a ocorrência de taxas de aquecimento muito mais elevadas, mesmo que as metas acima fossem alcançadas. O nível esperado de aquecimento global para o segundo grupo de metas, por exemplo, poderia aumentar até um valor próximo de 5°C, se forem adotadas as estimativas mais pessimistas disponíveis (em vez da moda) para o parâmetro de sensibilidade ao clima.⁴² Da mesma forma, Stern (2008) prevê que, para um nível de estabilização de 550 ppm CO₂e, haveria 7% de probabilidade de ocorrerem aumentos de temperatura acima de 5°C, que poderiam levar ao derretimento da maior parte do gelo e da neve do mundo, assim como a elevações do nível do mar superiores a 10 metros ou mais, e a perdas de mais de 50% das espécies atuais.

A necessidade de eficácia e eficiência sugere a participação dos países em desenvolvimento

Devido à escala exigida na redução das emissões, um acordo global eficaz para mitigar a mudança climática terá necessariamente de envolver os países industrializados e em desenvolvimento. Este é o resultado de um simples cálculo aritmético da situação. Suponha, por exemplo, que as metas de estabilização de 535 a 590 ppm CO₂e, recomendadas por um dos cenários considerados pelo IPCC, sejam adotadas. Em uma base per capita e considerando o mundo como um todo, as emissões teriam que ser reduzidas de 6,9 tCO₂e em 2000 para um valor entre 3,2 e 4,8 tCO₂e em 2050. Mesmo que as nações ricas concordassem com uma redução de 100% em suas emissões (tornando-se neutras em termos de liberações de carbono), essas metas só seriam alcançadas se os países em desenvolvimento diminuíssem em 28% as suas emissões per capita em 2050.⁴³

No entanto, a participação dos países emergentes seria necessária não apenas para garantir a eficácia, mas também para assegurar o alcance eficiente das metas de estabilização, ou seja, com o menor custo possível para o mundo. Suponha, por exemplo, que um preço uniforme do carbono fosse estabelecido no mundo inteiro e que o mesmo fosse de US\$100 por tonelada de CO₂e. Esse preço poderia ser alcançado a través de um imposto global ao carbono ou como resultado de um esquema para “limitar e negociar emissões” (“cap and trade”). Como foi mostrado pelo IPCC, um preço do carbono como o mencionado seria suficiente para que as emissões fossem reduzidas num volume que permitiria estabilizar as concentrações de GEE na faixa de 445 a 535 ppm CO₂e.⁴⁴ Os investimentos em questão seriam disseminados em muitos setores econômicos. No entanto, na maioria deles (sendo a única exceção o de transporte) mais de 50% da capacidade mundial de mitigação nessa faixa de preços estaria localizada nos países em desenvolvimento. Na verdade, nos casos da indústria, da agricultura e de florestas, quase 70% da capacidade internacional de redução das emissões a custos abaixo de US\$100 por tonelada de CO₂e compreende oportunidades nos países emergentes.⁴⁵

O envolvimento dos países em desenvolvimento é claramente indispensável para que essas metas sejam alcançadas. Por isso a criação de fortes incentivos para que eles sejam parte da solução é do interesse de todos. Essa abordagem garantiria que o mundo explore, primeiro, as oportunidades de mitigação que proporcionam os melhores retornos ao investimento. Em outras palavras, uma solução eficiente só é possível se as reduções ocorrerem nos países com a mais alta capacidade de fazer cortes com baixo custo, e não necessariamente onde as liberações de GEE são mais elevadas. O mundo faria uma grande economia como resultado desse tipo de abordagem. Um estudo recente, por exemplo, indica que uma diminuição de 55% nas emissões globais em 2050 — em relação a uma linha de base que segue a trajetória indicada por tendências atuais — custaria 1,5% do PIB mundial, caso fosse adotado um imposto uniforme de carbono. A mesma redução global nas emissões, implementada de forma que cada país aplicasse um

corte de 55% em suas emissões, custaria 2,6% do PIB mundial ou cerca de 73% a mais em relação à abordagem mais eficiente.⁴⁶

A necessidade de uma resposta global eqüitativa

Uma contribuição rápida e substancial dos países em desenvolvimento para o financiamento dos esforços globais que visam mitigar a mudança climática seria compatível com as considerações sobre eqüidade? Obviamente que não, por duas razões que, juntas, constituem o núcleo do princípio da responsabilidade comum mas diferenciada, estabelecido pela UNFCCC. Em primeiro lugar, os países em desenvolvimento já enfrentam o desafio de reduzir a pobreza e são os mais vulneráveis e os menos capazes de se adaptar aos efeitos adversos das alterações no clima. É difícil esperar que esses governos possam arcar com o fardo adicional de diminuir suas emissões de GEE. Uma solução eqüitativa permitiria aos países emergentes atingir o nível de qualidade de vida alcançado pelas atuais nações industrializadas nos últimos 100 anos.

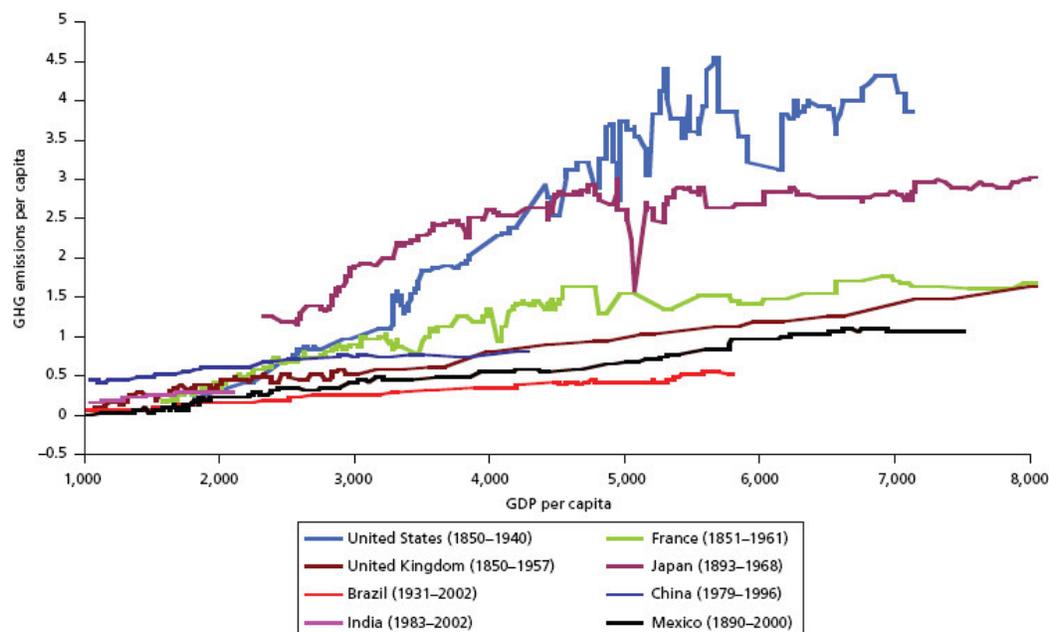
Em segundo lugar, os países ricos assumem uma responsabilidade histórica muito maior pelas concentrações de GEE existentes que estão promovendo as mudanças no clima. O menor nível de participação dos países em desenvolvimento pode ser ilustrado pelo fato de que, entre 1850 e 2004, as emissões cumulativas das nações industrializadas relacionadas à energia são, em base per capita, doze vezes maiores que aquelas das nações em desenvolvimento, respectivamente 664 e 52 tCO₂ per capita.⁴⁷ Portanto, mesmo que a sua parcela na população mundial esteja em torno de apenas 20%, os países industrializados têm produzido 75% das emissões mundiais cumulativas (desde 1850) de CO₂ proveniente da produção e consumo de energia. Essa constatação leva muitos observadores a concluir que os países ricos deveriam assumir uma parcela muito maior do custo associado à redução das emissões globais de GEE.

A contribuição relativamente limitada de alguns dos maiores países em desenvolvimento para as emissões cumulativas é ilustrada na Figura 6, que mostra que as emissões cresceram com a renda de forma mais acelerada durante o período de industrialização dos países que hoje são ricos, em relação ao que foi observado em décadas recentes na China, na Índia, no Brasil e no México. Graças às mudanças tecnológicas, o desenvolvimento já se tornou muito menos intensivo em carbono do que no passado.

É possível estabelecer um acordo global eficaz, eficiente e eqüitativo?

A análise acima implica três características desejáveis para uma resposta coordenada aos desafios da mudança climática. Em primeiro lugar, a eficácia para alcançar as metas de estabilização que poderiam contribuir para evitar impactos “perigosos” necessitaria da implementação de reduções nas emissões tanto dos países industrializados quanto dos países em desenvolvimento.

Figura 6. Tendências históricas do PIB per capita e das emissões per capita de CO₂ relacionadas à energia



Fonte: Cálculos da equipe do Banco Mundial usando dados de Angus Maddison e do Instituto de Recursos Mundiais (WRI).

Em segundo lugar, a eficiência necessitaria de um mecanismo que estabelecesse algum tipo de preço uniforme para o carbono a fim de que as reduções sejam realizadas de forma e em locais onde possam ser mais baratas e a maior parte desse processo ocorrerá nos países em desenvolvimento. Em terceiro lugar, as considerações sobre equidade exigiriam que as nações industrializadas se responsabilizassem por uma parcela desproporcionalmente maior do custo.

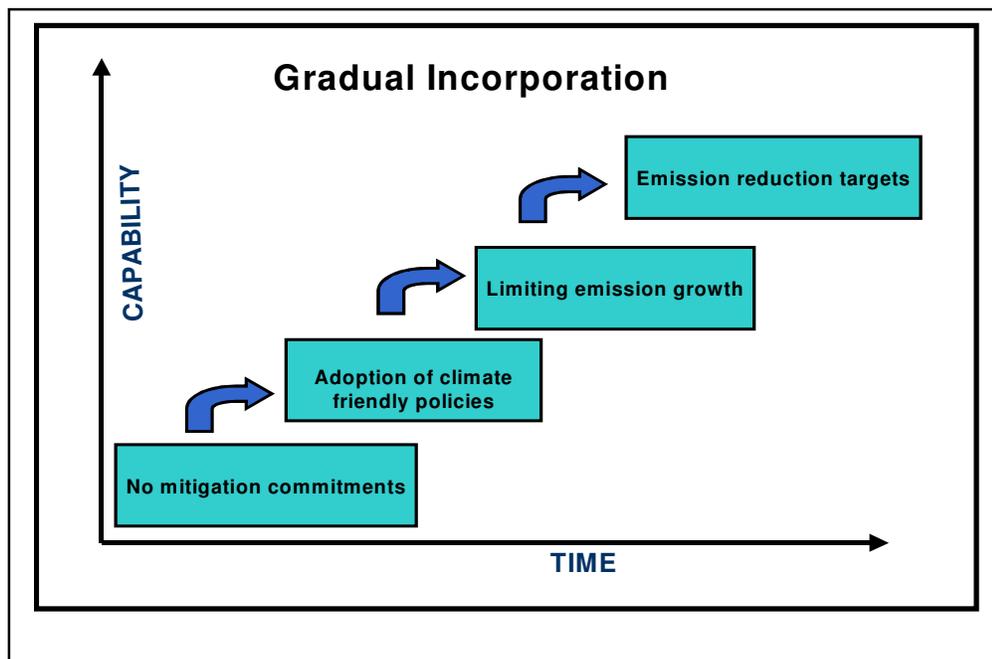
Será possível estabelecer um acordo global que satisfaça tanto a equidade quanto a eficiência? Em princípio, a resposta é claramente positiva, se o custo for desassociado do local de mitigação (Spence et al, 2008), mas a tarefa não será fácil. Esse desvinculamento poderia ocorrer de diversas formas. Uma opção seria adotar um esquema internacional para limitar e negociar emissões, pelo qual um preço comum para o carbono fosse estabelecido, mesmo que os países concordassem com diferentes níveis de contribuição para os esforços globais, ou seja, com diferentes níveis de redução de suas emissões. Haverá um fluxo automático de recursos para o pagamento das diminuições de emissões realizadas nos países que oferecem as oportunidades de mitigação com o menor custo, possivelmente financiando assim um nível importante de iniciativas de mitigação. Um resultado semelhante poderia ser obtido com um mecanismo de imposto sobre o carbono, que alguns autores afirmam ser mais fácil de ser negociado e, especialmente para os países em desenvolvimento, também mais fácil de ser implementado (Aldy et al, 2008). No entanto, com um imposto sobre o carbono, a equidade implicaria no estabelecimento de um acordo paralelo sobre um conjunto de transferências internacionais de recursos para garantir que

a parcela da “conta” global de mitigação das mudanças climáticas, que é paga por cada país, seja proporcional à sua responsabilidade pela geração do problema e não necessariamente à efetiva contribuição do país para a sua solução.

Contudo, levando em conta os desafios técnicos e políticos associados à negociação de um esquema para limitar e negociar ou estabelecer um imposto global sobre o carbono, adotados de modo global, vale a pena considerar outras alternativas possíveis para desvincular o local da mitigação do seu pagamento. Embora algumas dessas opções possam ser difíceis de implementar, algumas delas podem proporcionar resultados mais aceitáveis do ponto de vista político. Em primeiro lugar, supondo que os países industrializados, incluindo os Estados Unidos, assumam maiores compromissos de redução das emissões, a expansão dos instrumentos de mercado existentes poderá desempenhar um importante papel. Em segundo lugar, os mecanismos financeiros complementares não vinculados ao mercado poderiam ajudar a financiar alguns custos de mitigação nos países em desenvolvimento, mesmo que não seja possível transferir direitos àqueles que fornecem os recursos. Encontrar a combinação adequada desses diferentes tipos de esquemas será uma tarefa complexa, que envolveria não apenas o equilíbrio adequado entre oferta e demanda no âmbito dos mecanismos de mercado, mas também equilibrar, no caso dos mecanismos não associados ao mercado, a disposição a pagar por reduções de emissões dos países industrializados e a eficiência para promover essas reduções nos países do Sul.

No entanto, se for negociada com êxito, este leque de opções de financiamento climático poderia unir todos os países em torno de uma estratégia comum e atribuir um sentido operacional ao lema “responsabilidades comuns porém diferenciadas”. Em particular, um acordo global seria capaz de confirmar a maioria dos pequenos países em desenvolvimento como contínuos hóspedes de iniciativas ampliadas de mitigação com base no mercado.⁴

Figura 7. Um possível esquema para a incorporação gradual dos países em desenvolvimento



Fonte: Figueres (2008).

Ao mesmo tempo, esse esquema poderia gerar os incentivos adequados para que os países em desenvolvimento de maior porte adotem de modo gradual os seus próprios compromissos de mitigação climática, que não precisam ser necessariamente semelhantes aos do Protocolo de Kyoto. Um exemplo de como minimizar as compensações entre desenvolvimento econômico e metas de mitigação da mudança climática seria uma situação em que alguns países emergentes começariam concentrando-se em políticas de desenvolvimento que não prejudicam o clima – políticas 'amigáveis' ao clima. Ao longo do tempo, e na medida em que aumente a sua capacidade de reduzir as emissões de GEE (avaliada, por exemplo, pela renda per capita desses países), eles poderiam evoluir para a adoção de metas de redução das taxas de crescimento de suas emissões, e alguns deles poderiam finalmente adotar compromissos de redução do nível de suas emissões (Figura 7).

Para manter a integridade do sistema, todas as iniciativas de mitigação, baseadas em políticas 'amigáveis' ao clima ou em metas de redução de emissões, teriam de ser mensuradas no nível nacional e verificadas de modo independente. Para garantir a imparcialidade e a equidade, a incorporação gradual dos países em desenvolvimento poderia ser associada ou condicionada ao desempenho comprovado dos países industrializados em termos da provisão de financiamento para as iniciativas de mitigação das nações emergentes e das reduções de emissão alcançadas localmente. Além disso, será necessário estabelecer um acordo sobre possíveis critérios para definir os limites que

desencadeariam um maior grau de incorporação dos países em desenvolvimento. Nesse sentido, é importante reconhecer a grande diversidade das condições nacionais encontradas não apenas nas nações ricas e pobres, mas também no grupo de países em desenvolvimento. Nesse contexto, analisaremos agora como as especificidades da Região da América Latina e do Caribe podem afetar a sua participação em uma política global coordenada em resposta ao desafio da mudança climática.

4. A Possível Contribuição da América Latina e do Caribe para os Esforços Globais de Atenuação

Existem muitas motivações para a participação ativa dos países da América Latina e do Caribe nos esforços globais de mitigação da mudança climática. No entanto, essas razões podem ser divididas em dois grupos. Em primeiro lugar, a região tem todo o interesse em se envolver nessa iniciativa, e por isso *deve* fazê-lo. Em segundo lugar, a região está bem situada em termos de suas vantagens comparativas e de seu potencial de redução das emissões de GEE para dar uma importante contribuição às iniciativas globais: então, é possível afirmar que a região tem *capacidade* para fazê-lo.

Por que a América Latina e o Caribe *devem* liderar o processo

Conforme descrito acima, a América Latina e o Caribe já estão sendo atingidos pelos impactos da mudança climática. A região tem interesse especial no êxito das iniciativas globais de mitigação porque, se as emissões de GEE continuarem aumentando, poderá sofrer conseqüências muito mais graves no futuro. Ainda que se admita que o desafio necessite de uma resposta mundial, a liderança da América Latina e do Caribe teria um claro efeito positivo. Além disso, há dois tipos de casos em que o empreendimento de esforços próprios de mitigação pode envolver benefícios para a região, mesmo que a contribuição para evitar os danos futuros das alterações climáticas seja apenas modesta, levando em conta as suas emissões relativamente limitadas.

Em primeiro lugar, há muitos casos em que as reduções de emissões podem ser obtidas enquanto são alcançados outros objetivos do desenvolvimento. Nessas situações, que analisaremos em detalhe abaixo, a mitigação das alterações no clima constituiria um subproduto de ações que a região teria interesse em realizar de qualquer forma com o objetivo de promover o crescimento sustentável e a redução da pobreza, independente da mudança climática. Então, pode-se argumentar nesses casos que a mitigação não envolveria “nenhum arrependimento no tempo presente”. Os principais exemplos de tais oportunidades estão relacionados a investimentos para aumentar a eficiência energética, reduzir o desmatamento, melhorar o transporte público, difundir fontes de energia renovável, aumentar a produção de biocombustíveis

sustentáveis e de baixo custo, aumentar a produtividade agrícola e aperfeiçoar a gestão do lixo.

Em segundo lugar, se a região assumir uma posição de liderança na aplicação de tecnologias com baixo teor de carbono, a mitigação climática também pode permitir evitar “arrepentimentos”. Em particular, considerando o crescente consenso científico em relação às ameaças reais e presentes impostas pelas alterações climáticas, os países em desenvolvimento assim como os já desenvolvidos terão em última análise de empreender ações firmes para reduzir as emissões de GEE. Como resultado, as empresas e os países enfrentarão uma crescente pressão para internalizar os custos sociais decorrentes das emissões.

Antecipar essa mudança proporciona muitas vantagens. A principal delas é a possibilidade de evitar os “arrepentimentos” associados ao efeito da provável introdução de impostos sobre o carbono, o estabelecimento de regulamentações que coloquem limites às emissões de GEE ou penalizem os produtos ou serviços com alta intensidade em carbono. Com efeito, todas estas mudanças de política poderiam afetar o rendimento futuro dos investimentos atuais em tecnologias com alto teor de carbono, e poderiam fazer necessários novos investimentos em mitigação. Esses possíveis “arrepentimentos futuros” poderiam ser minimizados levando previamente em conta, nas correspondentes decisões de investimento, a perspectiva de uma possível fixação, direta ou indireta, de preços para o carbono. Em outras palavras, ao incorporar a expectativa de que as futuras políticas governamentais e as forças de mercado poderão penalizar as emissões de GEE, as empresas e os países poderiam aumentar o retorno esperado de seus investimentos atuais, sobretudo nos setores intensivos em carbono.

Outros benefícios que poderiam ser auferidos com uma postura proativa poderiam ser associados ao possível desenvolvimento de novas vantagens comparativas em tecnologias com baixo teor de carbono. Esse provável benefício se aplicaria às empresas e países que façam investimentos antecipados em tecnologias para as quais o crescimento do mercado se aceleraria com o tempo, à medida que se intensifiquem as iniciativas globais de mitigação. Por fim, ao assumir uma posição de liderança, os países da América Latina e do Caribe que fizerem investimentos antecipados em tecnologias com baixo teor de carbono poderão obter maiores vantagens dos mecanismos de financiamento internacionais. De fato, o desenvolvimento e a aplicação antecipada de tecnologias com baixo teor de carbono provavelmente se beneficiará de algum tipo de subsídio, inclusive a través de esquemas de financiamento internacional. Ao adotar uma estratégia de 'mudança prematura', os países da América Latina e do Caribe poderiam reduzir o custo doméstico de seus investimentos em tecnologias inovadoras com baixo teor de carbono.

No entanto, vale a pena notar que há também riscos associados ao pioneirismo. Em primeiro lugar, a suposição de que o mundo adotará em breve limites mais agressivos às emissões de GEE pode ser incorreta. Isso pode ocorrer, por exemplo, se surgirem novas evidências científicas que diminuam o atual

sentido de urgência quanto à mudança climática ou se avanços tecnológicos importantes limitarem a necessidade de abandonar as atuais tecnologias de produção. Em segundo lugar, o estabelecimento de um acordo global com todas as características desejáveis analisadas na seção anterior pode ser politicamente inviável, pelo menos no curto e médio prazo, o que reduziria a capacidade internacional para compartilhar os custos das ações pioneiras. Em terceiro lugar, o custo das tecnologias com baixo teor de carbono tende a cair ao longo do tempo como resultado de investimentos cumulativos em pesquisa e desenvolvimento, e de economias dinâmicas de escala. As vantagens de esperar por reduções nos custos das tecnologias com menor intensidade em carbono devem por isso ser comparadas com vantagens da ação antecipada mencionadas acima.

Para lidar com esses riscos, uma abordagem prudente implicaria em focalizar inicialmente os esforços de mitigação em investimentos que, pelos seus vários co-benefícios em termos de desenvolvimento, não envolvem “arrependimentos” no presente e oferecem menores incertezas tecnológicas. A decisão de fazer investimentos mais arriscados com o objetivo de evitar “arrependimentos futuros” poderia estar condicionada à aceleração dos esforços globais de mitigação e/ou ao acesso a mecanismos internacionais de compartilhamento de custos, os quais permitiriam compensar os riscos descritos acima. Além de ajudar a minimizar o custo econômico dos investimentos pioneiros em mitigação da América Latina e do Caribe, essa abordagem apresentaria a vantagem adicional de contribuir para a criação de incentivos para que outras regiões do mundo participem de um acordo global visando enfrentar os desafios da mudança climática. Na verdade, uma forte demonstração de liderança dos países de renda média, como os da região, poderia abrir caminho para maiores compromissos entre as nações de renda alta. De fato, esse tipo de abordagem já foi adotado por alguns países de renda média, tanto na América Latina e no Caribe quanto em outras regiões.⁴⁸

O potencial de mitigação “sem arrependimento” da América Latina e do Caribe

Como comentamos anteriormente, a América Latina e o Caribe tem interesse em liderar a participação dos países em desenvolvimento nas iniciativas internacionais para reduzir as mudanças climáticas. Esta seção demonstra que a região também está bem situada para assumir essa posição de liderança. Com esse objetivo, apresentamos em primeiro lugar alguns fatos estilizados básicos sobre os níveis e tendências das emissões de GEE nos países da região e, em seguida, prosseguimos documentando as oportunidades concretas de mitigação “sem arrependimento” em vários setores econômicos.

Emissões de GEE da América Latina e do Caribe: composição, níveis e tendências

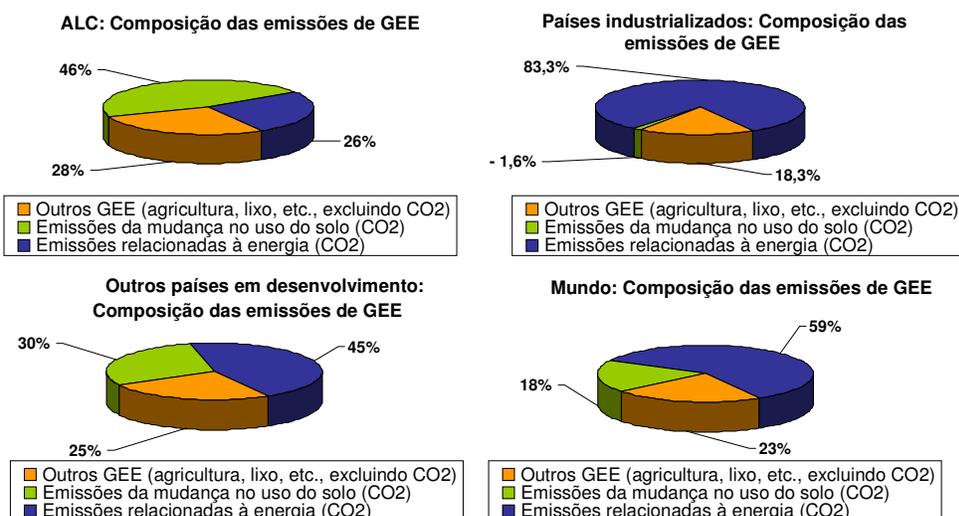
O primeiro objetivo desta seção é identificar as áreas nas quais as emissões da América Latina e do Caribe são relativamente baixas, o que sugere que a região apresenta uma vantagem comparativa para adotar um caminho que envolva menos liberação de carbono. Em segundo lugar, visamos caracterizar as áreas em que parece haver oportunidades para reduzir as emissões da região, sugeridas pelos altos índices do fluxo de GEE ou pelas elevadas taxas de crescimento das emissões. Com o propósito de atingir esses objetivos, comparamos os padrões de emissão na América Latina e no Caribe com os de outras regiões do mundo e também analisamos a amplitude da heterogeneidade existente entre os países da região.

A composição das emissões de GEE da América Latina e do Caribe

A América Latina e o Caribe vêm contribuindo historicamente de modo substancial para a manutenção de baixos níveis de CO₂ na atmosfera. Em primeiro lugar, a região abriga cerca de um terço da biomassa forestal do mundo e dois terços da biomassa existente nas florestas tropicais.⁴⁹ Se os grandes volumes de carbono armazenados em suas áreas verdes tivessem sido liberados na atmosfera, as atuais concentrações de GEE seriam muito mais altas. Em segundo lugar, a região desfrutou de muitas décadas de crescimento com energia muito limpa. Em particular, graças à limitada utilização de usinas termoelétricas e ao grande emprego de energia hidrelétrica, o seu setor energético gera 40% menos emissões de CO₂ por unidade de energia do que o mundo como um todo, 74% menos do que a China e a Índia, e 50% abaixo da média dos países em desenvolvimento.⁵⁰

Não é de surpreender que na composição do fluxo de GEE da América Latina e do Caribe predominem as liberações de CO₂ provenientes de mudanças no uso do solo, que representam 46% das emissões na região, enquanto no mundo essa proporção é de 17% (Figura 8). Simplificadamente, como outras regiões cortaram há muito tempo a maior parte de suas florestas, boa parte das que ainda estão em pé estão localizadas na América Latina e o Caribe. Como resultado, a região também é responsável por uma fração substancial das emissões geradas pelo desmatamento. Por outro lado, a parcela das emissões de CO₂ associadas à energia, em relação ao fluxo total de GEE da América Latina e do Caribe (26%) é muito menor do que a nível global (59%). O restante das emissões da região (cerca de 28%, comparados a 23% para o mundo como um todo) são outros GEE gerados principalmente pelo setor agrícola – 70% no caso da ALC contra 55% no mundo – mas também como resultado da disposição de lixo, assim como das atividades industriais e extrativas.

Figura 8. Composição das emissões de GEE na ALC e em outras regiões do mundo



Fonte: Ferramenta de Indicadores para Análise Climática (Climate Analysis Indicators Tool – CAIT) do Instituto de Recursos Mundiais (WRI).

Essas primeiras características básicas das emissões na América Latina e no Caribe têm algumas implicações gerais, sob uma perspectiva futura, em termos da identificação dos principais desafios envolvidos na exploração da capacidade de mitigação da região. Em primeiro lugar, é claro que a ALC possui um enorme potencial de mitigação associado à redução de emissões provenientes das mudanças no uso do solo. Aproveitar estas oportunidades implica analisar detalhadamente a possibilidade de reduzir o desmatamento e implementar projetos de florestamento e reflorestamento. Em segundo lugar, seria essencial manter e reduzir ainda mais as taxas relativamente baixas de emissões por unidade de energia e de consumo energético por unidade de produto que são encontradas na região. Isto implica identificar oportunidades nas áreas de geração de energia elétrica, transporte, indústria e nos setores comerciais e residenciais. De particular interesse é a recente tendência de crescimento da intensidade do carbono da energia elétrica, em razão do abandono da energia hidrelétrica em favor do gás natural e do carvão, uma tendência que é exacerbada nas projeções futuras para o setor. Para manter o coeficiente, até agora relativamente baixo, entre emissões e energia, a região teria de intensificar os investimentos em eficiência energética, fontes de energia renovável e transporte mais limpo.

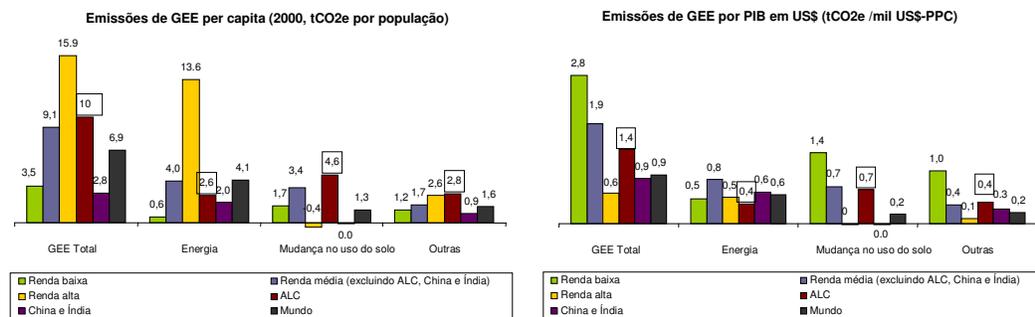
Qual é o volume de emissões da região?

A América Latina é responsável por cerca de 8,5% da população e do PIB mundial e por 12% das emissões globais, considerando todos os gases do efeito estufa (GEE). Assim, o seu grau de emissão está acima da média internacional em

termos do seu coeficiente em relação à população e ao PIB. Embora não haja consenso sobre o modo de avaliar os níveis nacionais de *responsabilidade* e *potencial* para reduzir emissões, é razoável considerar que esses conceitos podem ser aproximados empiricamente pelas taxas de emissões per capita e por unidade de produto dos países.

Em ambos os casos, como é mostrado na Figura 9, a América Latina e o Caribe ocupariam uma posição intermediária entre os países de renda alta e baixa. A Figura 9 mostra também que, apesar do grande crescimento das liberações de GEE observadas na China e na Índia durante os últimos anos, o fluxo per capita de emissões dessas nações ainda é muito menor que o da América Latina e do Caribe, e o coeficiente de suas emissões em relação ao PIB também é muito mais baixo. Deve-se observar, contudo, que quando são enfatizadas somente as emissões causadas pela produção e o consumo de energia, a ALC se situa entre as regiões do mundo com a menor taxa de emissão por unidade do PIB e, em termos per capita, está mais que 30% abaixo da média internacional.

Figura 9. Coeficiente de emissões de GEE em relação à população e ao PIB (2000)

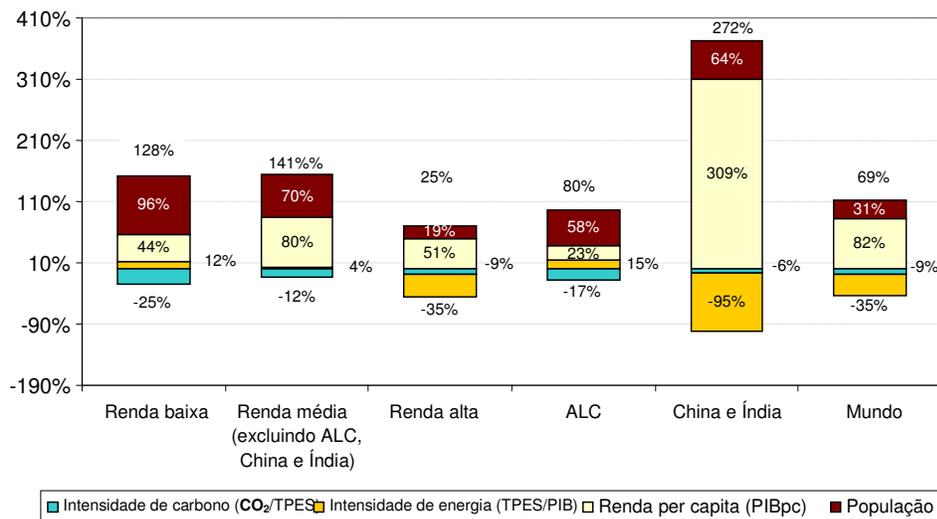


Fonte: Ferramenta de Indicadores para Análise Climática (Climate Analysis Indicators Tool – CAIT) do Instituto de Recursos Mundiais (WRI).

A América Latina e o Caribe estão se movendo na direção errada?

Nos últimos 25 anos, as emissões per capita relacionadas à energia têm sido relativamente estáveis na América Latina e no Caribe, enquanto tornaram-se menores na América do Norte e na Europa Ocidental. Um padrão de crescimento das emissões de GEE semelhante ao da ALC foi observado na África e na Europa Central e do Leste. Por outro lado, os países da Ásia com economias planejadas de modo centralizado (especialmente a China), o Extremo Oriente (incluindo a Índia, a Coreia do Sul e a Indonésia) e o Oriente Médio apresentaram taxas de aumento de emissões per capita explosivas e ininterruptas.

Figura 10. Decomposição das mudanças nas emissões de CO₂ associadas à energia (1980–2005)



Fonte: Consumo Primário de Energia: Energy Information Administration, *International Energy Annual 2005*; CO₂: Agência Internacional de Energia e Marland et al (2007); PIB (ajustado pela PPC) e população: Indicadores do Desenvolvimento Mundial (WDI). Nota: TPES - Suprimento básico total de energia – aproximado pelo consumo primário de energia.

O coeficiente entre as emissões na América Latina e no Caribe e o PIB também se manteve relativamente estável desde 1980, apresentando apenas um aumento de 2% no período até 2004. Ao contrário, houve uma diminuição de 28% na liberação global de gases por unidade do PIB durante o mesmo período, uma redução de 33% nos países industrializados e uma queda de 48% na China e na Índia. Outras nações em desenvolvimento registraram declínios relativamente pequenos: 9% nos países de renda baixa e 4% nos de renda média (excluindo a ALC, a China e a Índia).

A relativa estabilidade das emissões por unidade de produção na América Latina e no Caribe é em certa medida surpreendente, levando em conta que a região produziu grandes reduções na quantidade de emissões por unidade de energia consumida. De fato, essa diminuição na “intensidade de carbono da energia” tem sido quase totalmente compensada por um nível crescente de consumo de energia por unidade do PIB. Como é mostrado na Figura 10, essa tendência foi observada apenas na América Latina e no Caribe e nos países de renda baixa.⁵¹ Na verdade, durante o mesmo período outras nações de renda média (inclusive a China e a Índia), assim como os países de renda alta, mostraram níveis decrescentes de intensidade de energia, especialmente nos anos imediatamente seguintes aos choques do petróleo na década de 1970.

A boa notícia é que a maior parte do aumento na intensidade de energia da América Latina e do Caribe ocorreu durante os anos 1980 e algumas reduções significativas já estão sendo observadas desde 2000. A má notícia é que um dos principais fatores que possivelmente motivou a limitada reação da região aos aumentos no preço internacional do petróleo ocorridos nos anos 1970 permanece

amplamente inalterado.⁵² De acordo com a análise mais detalhada a seguir, as tarifas de energia na região continuam a ser muito reguladas, de forma que os aumentos nos preços internacionais são repassados apenas em parte para os consumidores e deixam assim de criar incentivos adequados à redução do consumo.

Sob uma perspectiva futura, a Agência Internacional de Energia (AIE) prevê que as emissões per capita relacionadas à energia na América Latina e no Caribe crescerão 10% entre 2005 e 2015, e 33% de 2005 a 2030. Essas projeções são muito mais baixas do que as realizadas para outros países em desenvolvimento; por exemplo, na China e na Índia, esses fluxos deverão aumentar em termos per capita mais de 100% entre 2005 e 2030. No entanto, estima-se que as emissões da ALC cresçam acima da média mundial após 2015. Enquanto a expectativa da AIE é de que não haja reduções significativas na intensidade de energia na América Latina e no Caribe, a agência não prevê nenhuma contribuição substancial para a diminuição das emissões na região como resultado de possíveis declínios na intensidade de carbono de sua energia. Isto é até certo ponto surpreendente se levamos em conta que, como será analisado abaixo, a ALC ainda dispõe de um grande potencial para desenvolver fontes de energia limpa.

Diferenças nos padrões de emissão dos países

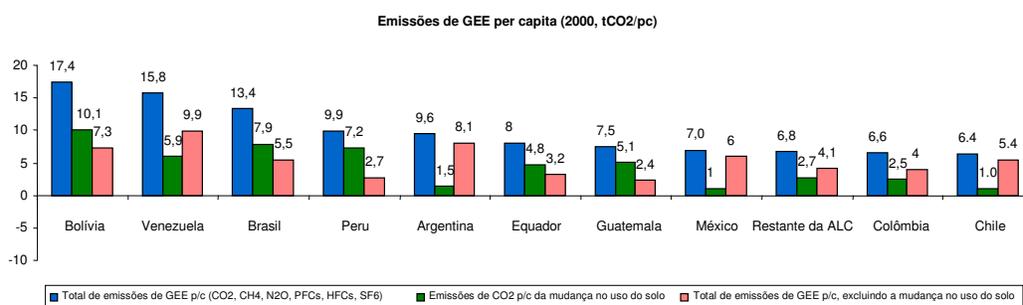
Seis países concentram cerca de 85% das emissões na América Latina e no Caribe. Brasil e México são responsáveis por quase 60% do total de emissões e do PIB da região, e a Argentina, Colômbia, Peru e Venezuela por outros 25%. Uma classificação semelhante surge se as emissões provenientes da mudança no uso do solo forem excluídas da análise. A principal mudança ocorre nos dois primeiros países acima mencionados. No caso do Brasil, a parcela do total de emissões da ALC cai de 46% para 34%. No caso do México, a sua parcela das emissões regionais aumenta de 13% para 21%.

Embora as emissões geradas pela mudança no uso do solo sejam responsáveis por quase metade do total de GEE na ALC, a importância deste tipo de emissões varia consideravelmente entre as nações da região. Em cinco países - Bolívia, Brasil, Equador, Guatemala e Peru - mudanças no uso do solo explicam pelo menos cerca de 60% do fluxo total de liberações de GEE. Por outro lado, no México, no Chile e na Argentina, essa cifra está próxima de 15%. O Brasil contribui com 58% das emissões na ALC provenientes de mudanças no uso do solo, seguido pelo Peru com 8% e pela Venezuela e Colômbia com cerca de 5% cada.

Há também uma significativa heterogeneidade entre os países da América Latina e do Caribe quanto aos níveis de liberações de GEE em termos per capita (Figura 11) e por unidade de PIB (Figura 12). Por exemplo, as emissões per capita da Bolívia, da Venezuela e do Brasil se situam entre 13 e 17 tCO₂ mas elas são inferiores a 7 tCO₂ no Chile, na Colômbia e no México. Os três primeiros países estão entre os maiores emissores per capita na região, mesmo se as emissões

provenientes da mudança no uso do solo forem excluídas, ainda que nesse caso os seus fluxos per capita estejam muito mais próximos dos índices para a Argentina, o Chile e o México.

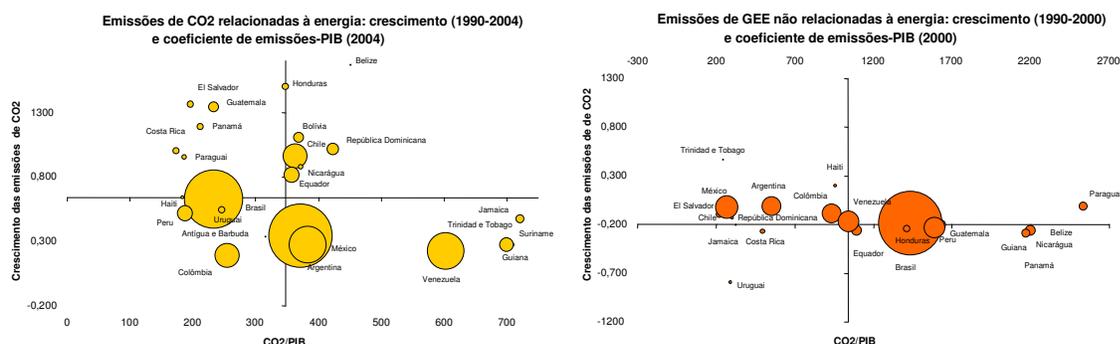
Figura 11. Emissões de GEE per capita em países selecionados na ALC (2000)



Fonte: Ferramenta de Indicadores para Análise Climática (Climate Analysis Indicators Tool - CAIT, Versão 5.0) e Indicadores do Desenvolvimento Mundial (WDI).

O coeficiente entre as emissões e o PIB, e a taxa de crescimento das liberações de GEE são medidas possíveis do potencial de mitigação dos países. Na verdade, onde o valor dessas duas variáveis é baixo, há provavelmente pouco espaço para novas reduções de emissões. A Figura 12 mostra os valores dessas variáveis — o coeficiente emissões-PIB no eixo horizontal e a taxa de crescimento das emissões no eixo vertical — junto com o valor total absoluto das liberações (o tamanho da “bolha”). O painel esquerdo focaliza as emissões relacionadas à energia e o da direita se concentra nas emissões geradas por mudanças no uso do solo e outras não relacionadas a CO₂ (por exemplo, provenientes da agricultura). Em ambos os casos, o ponto onde os eixos se cruzam corresponde a um país típico na América Latina e no Caribe. A Figura 12 sugere que algumas nações da região têm um potencial de mitigação relativamente alto no setor de energia (por exemplo, Argentina, Chile, México e Venezuela), enquanto em outras o potencial de redução de emissões de GEE se concentra principalmente no segmento de mudança no uso do solo ou na agricultura (por exemplo, Brasil e Peru). Uma análise mais detalhada das possibilidades relativas de mitigação para categorias mais desagregadas de emissões é mostrada no Anexo 1.⁵³

Figura 12. Crescimento das emissões de GEE e coeficiente em relação ao PIB



Fonte: Ferramenta de Indicadores para Análise Climática (Climate Analysis Indicators Tool - CAIT, Versão 5.0) e Indicadores do Desenvolvimento Mundial (WDI).

***Como a América Latina e o Caribe podem participar da solução:
Oportunidades de mitigação específicas “sem arrependimento”***

Conforme foi descrito acima, a América Latina e o Caribe apresentam vantagem comparativa para adotar um padrão de crescimento com baixas emissões de carbono, implementando políticas e programas para conservar as suas grandes florestas e manter a sua matriz energética relativamente limpa. Para poder realizar esse potencial, é necessário identificar as oportunidades concretas a fim de diminuir as liberações de GEE sem comprometer os objetivos do desenvolvimento sustentável. De acordo com a descrição abaixo, existem muitas formas pelas quais a região pode diminuir as emissões com baixo custo e ao mesmo tempo obter grandes co-benefícios em termos de desenvolvimento econômico. Em algumas áreas, o valor desses benefícios complementares compensaria amplamente o gasto com a implementação dessas medidas, ou seja, o custo líquido seria negativo. Estas poderiam ser chamadas de opções “sem arrependimento” no sentido de que, mesmo que a redução das emissões não seja levada em conta, um país “não deveria se arrepender” de tê-las implementado porque constituem uma política de desenvolvimento adequada. Nos casos em que os co-benefícios sejam financeiros, o custo líquido negativo se refletirá em poupança pecuniária. Certamente, o fato dessas 'frutas maduras' não terem sido colhidas sugere a existência de vários obstáculos – pecuniários ou não. Iniciativas concretas para superar essas barreiras são discutidas na seção 5 deste estudo.

Eficiência energética

O aumento da eficiência energética traz importantes benefícios além de mitigar as mudanças climáticas. Estes abrangem a habilidade de reduzir a demanda de energia no curto prazo, adiar a construção de novas usinas geradoras de eletricidade, aumentar a competitividade baixando os custos de produção, diminuir o consumo de combustíveis fósseis e a emissão de poluentes locais. A eficiência energética é especialmente importante para os países que enfrentam restrições no fornecimento de energia, porque pode limitar o crescimento da

demanda no curto prazo, evitando assim os gastos necessários para planejar, obter licenças e construir novas unidades de geração.

Há sem dúvida um potencial substancial para reduzir as emissões de gases do efeito estufa a um custo relativamente baixo ou até mesmo negativo a través de oportunidades não aproveitadas para aumentar eficiência energética. Esse potencial é muito significativo a nível mundial mas também no caso específico da América Latina. O IPCC, por exemplo, calcula que 25% do potencial de mitigação global com custos abaixo de US\$100/tCO₂e poderia ser alcançado a custos negativos do ponto de vista social. Cerca de 80% dessas alternativas de mitigação sem arrependimento estão associadas a aumentos de eficiência energética em prédios comerciais e residenciais. Da mesma forma, a Agência Internacional de Energia estima que a eficiência energética responde por mais da metade do potencial de mitigação do setor de energia durante os próximos 20 a 40 anos.⁵⁴

Na América Latina e no Caribe, uma análise recente do Banco Interamericano de Desenvolvimento considera que poderia haver uma diminuição de 10% no consumo de energia na próxima década com investimentos em eficiência energética. O custo dessas medidas seria US\$37 bilhões menor do que o valor necessário para a criação de novas usinas de geração de eletricidade.⁵⁵ No caso do México, estudos em andamento patrocinados pelo Banco Mundial sugerem que, entre 2008 e 2030, as emissões de GEE poderão ser reduzidas em cerca de 15 milhões de toneladas (Mt) de CO₂e por meio do maior uso de co-geração nas indústrias de aço e cimento, e do aumento de eficiência na iluminação de prédios residenciais e comerciais. Em ambos os casos, o custo da limitação de emissões correspondente seria negativo. A economia de eletricidade resultante do uso de iluminação mais eficiente em termos energéticos atingiria 6% da geração total em 2006, o que possibilitaria adiar investimentos da ordem de US\$1,5 bilhão e economizar US\$1,7 bilhão em subsídios para o setor.

Oportunidades adicionais para investir “sem arrependimento” foram identificadas em diversos estudos recentes. Um deles, realizado no México, confirmou a existência de um grande potencial de aumento da eficiência energética dos setores residencial, industrial e público.⁵⁶ Análises semelhantes patrocinadas pela empresa de energia Endesa, na Argentina, no Chile, na Colômbia e no Peru, também sugerem que há um grande potencial para reduções de emissões com custo negativo na área da eficiência energética.⁵⁷ No caso do Chile, a maior possibilidade está no aumento de eficiência na geração de eletricidade, seguido por melhorias nos setores industrial e de mineração. Os exames realizados para a Argentina e a Colômbia mostraram que há uma alta probabilidade de mitigação na área de iluminação residencial e comercial, enquanto um levantamento realizado no Peru indicou que existe uma grande capacidade de crescimento da eficiência energética nos setores industrial e agroindustrial.

Atividades florestais

Os esforços para aproveitar a capacidade de mitigação das alterações climáticas resultantes de mudanças no uso do solo no nível global se concentram na redução das emissões geradas pelo desmatamento e pela degradação das florestas (REDD) e, em menor medida, pelas atividades de florestamento e reflorestamento. Além de ajudar a diminuir as emissões líquidas de GEE, as iniciativas de conservação das florestas também contribuem para apoiar o desenvolvimento sustentável nas áreas correspondentes, e para a adaptação dos ecossistemas e das comunidades à mudança climática.

Em particular, as atividades de conservação das florestas podem estimular o desenvolvimento sustentável e aumentar a resistência das florestas à mudança climática, ajudando a regular os fluxos hídricos, restaurar a fertilidade do solo, reduzir a erosão, proteger a biodiversidade e aumentar a oferta de produtos florestais associados ou não à madeira.⁵⁸ Isso não significa a ausência de compensações entre mitigação e adaptação nas atividades de florestamento e reflorestamento, assim como de REDD. Há casos documentados de competição entre a plantação de árvores e a agricultura em termos da necessidade de terras e água, especialmente nas regiões áridas e semi-áridas.

A avaliação do potencial de mitigação a través de atividades de florestamento, reflorestamento e REDD requer a estimativa da disponibilidade de terras e da capacidade de seqüestro de carbono ou de retenção da água nos terrenos disponíveis. Este último fator depende em grande parte de características biofísicas (tipo de solo, precipitação de chuvas, altitude, etc.) e do tipo de vegetação. Com base em uma revisão da literatura baseada em modelos regionais do tipo “de baixo para cima” (“bottom-up”), o IPCC estima que o potencial na América Latina e no Caribe para atividades de mitigação com viabilidade econômica na área forestal seria, em 2040, de entre 500 a 1.750 MtCO₂ ao ano, supondo um preço de US\$20/tCO₂. Em particular, a área disponível para florestamento e reflorestamento na ALC é estimada em 3,4 milhões de quilômetros quadrados, sendo que a maior parte está no Brasil. Outros países, especialmente o Uruguai e algumas nações do Caribe, também oferecem um potencial significativo, pelo menos em relação ao seu território.⁵⁹

Avaliações empíricas da possibilidade de mitigação por meio de REDD têm se concentrado no cálculo do custo de oportunidade de impedir o desmatamento, ou seja, a perda de renda associada à conservação de florestas, ao invés da implementação de outras atividades econômicas nas áreas em questão. Para essa finalidade, foram adotadas três diferentes abordagens: estudos empíricos/locais e regionais, análises empíricas internacionais (por exemplo, aquelas mencionados no relatório *Stern Review on the Economics of Climate Change*) e modelos de simulação globais.⁶⁰ Os resultados de um exame de 23 diferentes modelos locais sugerem um custo para as emissões evitadas do desmatamento na faixa de zero a US\$14/tCO₂, com valor médio de US\$2,51/tCO₂.

Em comparação, a *Stern Review* considerou que o desmatamento poderia ser reduzido em 46%, em termos de área, a um custo de entre U\$1,74 e US\$5,22 por tCO₂, com um ponto médio que é 38% mais elevado que o valor médio das estimativas estabelecidas pelos estudos locais. Os modelos globais resultaram em um custo mais alto por tonelada de emissões evitadas, com valores na faixa de U\$6 a US\$18/tCO₂, para diminuir o desmatamento na mesma proporção de 46%. As grandes diferenças entre os modelos são explicadas pela seleção das linhas de base (taxa de desmatamento apoiada em índices antigos ou esperados), pelas hipóteses sobre o conteúdo de carbono da floresta e pela dinâmica das diversas variáveis e setores considerados (dos modelos estáticos aos de equilíbrio global).⁶¹

Além dos custos de oportunidade discutidos acima, outros fatores relevantes que afetarão o custo do investimento em atividades de REDD abrangem as despesas relacionadas à implementação das correspondentes medidas governamentais como, por exemplo, o monitoramento do desmatamento e a aplicação das regulamentações governamentais. Além disso, mesmo quando as políticas públicas se concentram na compensação das partes interessadas pela conservação de florestas, o gasto com os programas associados pode variar dependendo de se as autoridades discriminarem ou não, em termos de preços, com base nos diferentes custos de oportunidade da conservação das florestas em terras marginais e intra-marginais. Finalmente, deve-se considerar ainda o fato de que as atividades que deixam de ser exercidas com o propósito de conservar as florestas poderiam render benefícios não somente privados mas também públicos, como, por exemplo, os impostos arrecadados pelo governo das empresas que extraem madeira, o seguro social pago aos desempregados por perda de remuneração do trabalho, etc.

É claro que uma pesquisa mais detalhada é necessária para aperfeiçoar as nossas estimativas tanto dos custos de oportunidade para evitar o desmatamento quanto de implementação das políticas de REDD. Com o objetivo de ajudar os países a compreender como a mudança no uso do solo afeta as emissões de GEE e formular as respectivas respostas de políticas, foi encomendado um estudo complementar a este relatório. Esta é a primeira análise realizada para a América Latina e o Caribe que oferece projeções quantitativas e explícitas em termos espaciais das liberações históricas de GEE geradas pela destruição de florestas (Harris et al, 2008). O resultado desse estudo contém informações sobre a magnitude estimada do total de emissões na região, assim como identifica países específicos e localizações aproximadas em cada um deles onde os esforços para evitar o corte de árvores podem impedir o maior aumento de emissões no futuro. Esse instrumento de alta resolução é capaz de identificar de maneira efetiva as causas do desmatamento e melhorar o direcionamento das políticas e dos esforços de controle de sua aplicação pelas instituições responsáveis pelo planejamento e manejo dos recursos forestais.

Não obstante a grande variação nas estimativas existentes, as evidências disponíveis sugerem que o enorme potencial de mitigação do setor forestal poderia ser aproveitado a um custo relativamente baixo e por meio de grandes sinergias com outros objetivos do desenvolvimento sustentável. Nesse aspecto e levando em conta um cenário que segue as tendências atuais, as taxas de desmatamento futuras deverão se manter elevadas na América do Sul e em outras áreas tropicais. As atividades de mitigação no setor de florestas deveriam ter alta prioridade na região, supondo que haverá uma posterior demanda internacional adequada pelos créditos de redução de GEE.

Transporte

Na América Latina e no Caribe, o setor de transporte está aumentando com rapidez as suas emissões de GEE devido ao crescimento econômico acelerado, ao aumento da compra e do uso de automóveis, ao abandono dos transportes públicos em favor de carros particulares e à crescente extensão e número de viagens por veículo à medida que as cidades se expandem. Com uma média em torno de 90 automóveis por 1000 pessoas, a taxa de motorização na região é maior do que a da África, Ásia e do Oriente Médio, embora corresponda a menos da metade do índice no Leste Europeu e a uma fração da taxa de quase 500 veículos por 1000 habitantes nos países da OCDE.⁶² No México, o segundo maior país da região depois do Brasil em termos do nível absoluto de emissões do setor, a expectativa é de que a quantidade de proprietários de veículos aumente a um percentual de 5% ao ano, de 24 milhões em 2008 para 70 milhões em 2030.⁶³ As taxas de motorização estão crescendo na região em paralelo ao aumento da renda e à maior disponibilidade de veículos de baixo custo (Quadro 1).

Com o atual crescimento da compra e do uso de automóveis, especialmente nas áreas urbanas, há uma necessidade urgente de abordar as questões relacionadas às liberações de carbono dos carros particulares. Além disso, os congestionamentos de tráfego nas metrópoles e uma grande parcela de veículos ineficientes e altamente poluentes nas estradas significam que os transportes representam também a principal causa da poluição do ar nas cidades latino-americanas. O rápido aumento das emissões e os grandes benefícios associados a melhorias no meio ambiente local indicam que esse setor oferece um potencial significativo de mitigação com elevados benefícios complementares, especialmente se as barreiras institucionais existentes forem superadas.

Quadro 1. A demanda por automóveis cresce rapidamente na América Latina

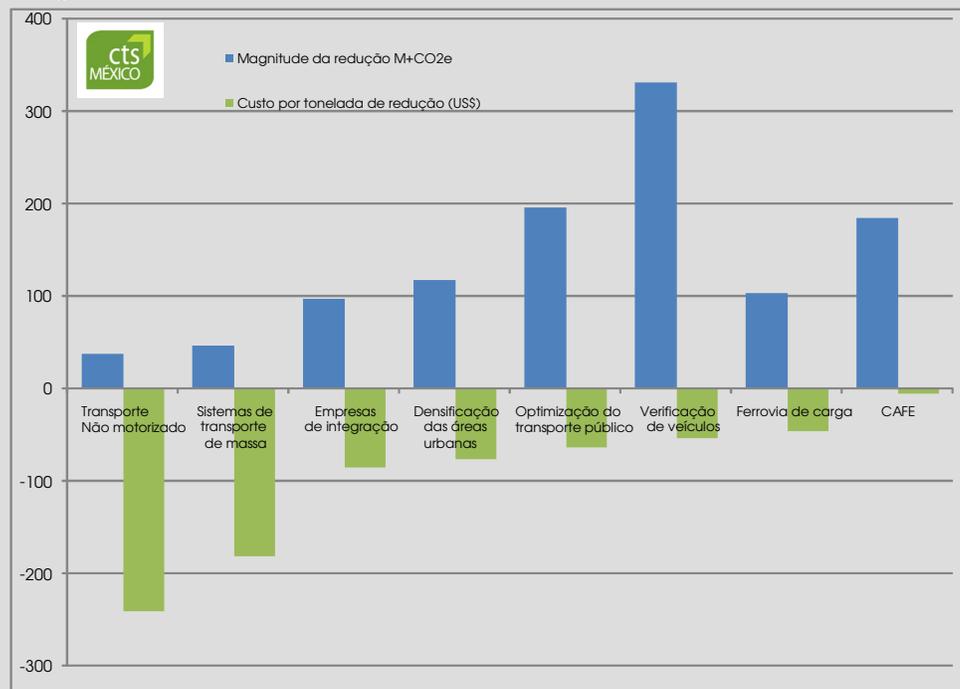
O crescimento da classe média tem contribuído para o aumento da demanda por veículos privados. Em 2005, um estudo feito em São Paulo com famílias de baixa renda em locais onde antes existiam favelas mostrou que 29% delas possuíam um carro.⁶⁴ Ao longo dos anos, o aumento da eficiência e competitividade da indústria produziram um lento declínio no preço dos veículos, que se tornaram mais acessíveis a maiores grupos de pessoas. Este processo foi facilitado pela importação de automóveis baratos da Ásia e à expansão do mercado de carros usados. Na América Latina, as vendas de carros estão batendo recordes e a expectativa é de que continuem a gerar sólidos ganhos estimulados pelo crescimento econômico. O Brasil e o México são os maiores mercados de veículos, mas o do Peru é o que mais avança na região. Durante os três primeiros trimestres de 2006, as vendas no Peru aumentaram 41%. As tendências mais recentes mostram que no mundo inteiro os fabricantes estão desenvolvendo veículos robustos e baratos, anunciados especificamente e com sucesso para as classes média e média-baixa. Por exemplo, na cidade de São Paulo a frota está crescendo a uma taxa de 7,5% ao ano, com vendas em torno de 1000 novos carros ao dia. Esse fato acelerou a taxa de motorização em cidades que já estão congestionadas, causando uma rápida deterioração dos sistemas e da infra-estrutura de transporte existentes. Isso resultou na degradação da qualidade do ar, em numerosas mortes e vítimas do tráfego, em milhões de horas de produtividade perdidas, em um maior consumo de combustível e no conseqüente agravamento das emissões de GEE. De acordo com a revista *Time*, São Paulo tem os piores engarrafamentos de tráfego do mundo.⁶⁵ Em 2008, o índice acumulado de engarrafamentos atingiu em média mais de 190 km durante as horas de maior movimento e, no dia 9 de maio, alcançou o recorde ainda não superado de 266 km, o que significa que 30% das estradas monitoradas estavam obstruídas.

Muitas medidas de mitigação “sem arrependimento” estão disponíveis no setor de transporte e podem ser implementadas com grande economia ou a um custo relativamente baixo, mas com significativas vantagens complementares. Economia de tempo, maior eficiência de combustíveis e benefícios para a saúde proporcionados por melhores sistemas de transporte podem compensar uma parcela substancial dos gastos com a redução de emissões.⁶⁶ Por exemplo, estudos calcularam que dezenas de milhares de mortes prematuras causadas pela poluição do ar em países da Ásia e da América Latina poderiam ser evitadas a cada ano com a adoção de estratégias moderadas de mitigação das emissões de CO₂ no setor de transporte.⁶⁷ No México, espera-se que muitas medidas “sem arrependimento” implementadas no setor tragam substanciais co-benefícios (Quadro 2). Apesar do custo econômico baixo ou negativo das diversas opções, após considerar os seus benefícios complementares, a maioria dessas oportunidades não têm sido aproveitadas. Obstáculos institucionais e regulatórios impedem a concretização de algumas opções, e outras necessitam da instalação de dispendiosos sistemas de monitoramento.

Quadro 2. Análise do custo-benefício das medidas de atenuação no setor de transporte do México

Uma análise das opções de atenuação das emissões relacionadas aos transportes no México mostra os seus diversos benefícios complementares, entre os quais a economia financeira e de tempo, assim como a melhoria do meio ambiente local. Entre as ações que podem proporcionar o mais alto grau de redução de GEE no País estão os programas de inspeção e manutenção de veículos, o planejamento otimizado dos transportes, padrões de eficiência para os veículos (Corporate Average Fuel Economy, CAFE) e políticas de densificação (veja a figura abaixo neste quadro). Os benefícios econômicos resultantes dessas intervenções incluem vantagens financeiras quando comparadas aos meios de transporte alternativos; economia de tempo para os indivíduos, por exemplo, pela redução dos congestionamentos de trânsito; e melhoria da saúde devido à menor taxa de poluição (tanto para as pessoas que viajam constantemente quanto para os habitantes locais) — o que leva um custo negativo de muitas intervenções para reduzir as emissões de GEE que foram avaliadas. Como é comum nesses estudos, outras despesas importantes difíceis de estimar não são quantificadas, como aquelas assumidas para implementar sistemas de monitoramento, solucionar a falta de informação, ou as decorrentes de mudanças nas normas e políticas. No entanto, esses gastos foram calculados de modo qualitativo por especialistas em transporte que os consideraram “superáveis”.

Potencial de Atenuação e Benefícios no Setor de Transportes do México – Incluindo Ganhos de Eficiência e Economia de Tempo, mas Excluindo os Custos Regulatórios e de Monitoramento



Nota: As opções de redução das emissões, em ordem decrescente de seu potencial são: transporte não motorizado, sistemas de transporte público de massa, integração das empresas de transporte, densificação das áreas urbanas, otimização das rotas de transporte público, inspeção de veículos (incluindo a verificação do seu grau de poluição), transporte rodoviário de carga e padrões de eficiência dos veículos.

O principal desafio enfrentado pela região em termos de redução das emissões de GEE geradas pelo setor de transporte é dissociar o seu aumento da expansão

de renda, apesar da maior taxa de motorização que acompanha a expansão do poder aquisitivo das famílias. O principal desafio é o de desacelerar o rápido crescimento das emissões geradas pelos veículos leves, estimulando o desenvolvimento de modelos mais eficientes e a diminuição do uso de veículos particulares. Esses objetivos só podem ser alcançados com a adoção de estratégias integradas que abrangem diferentes meios de transporte e são apoiadas por esforços para reduzir a dispersão urbana por meio de um melhor planejamento. Na área do transporte de carga, a maior prioridade é a otimização do tráfego de frete mediante uma melhor logística e o aumento da eficiência, em termos de consumo de combustível, dos veículos pesados.

Energia renovável

As fontes renováveis, incluindo a energia hidrelétrica de larga escala, podem reduzir de modo significativo o uso de carvão, produtos do petróleo e gás natural na geração de eletricidade. A energia hídrica produz tradicionalmente a maior parte da eletricidade no Brasil, na Colômbia e no Peru, mas a sua contribuição vem caindo nos últimos anos na medida em que as usinas térmicas e a gás vêm respondendo por uma parte significativa da nova geração.

A América Latina e o Caribe possuem uma grande capacidade para produzir energia renovável. As condições do vento são excelentes em muitos países da região, com uma classe de energia eólica igual ou superior a 4, por exemplo. Os melhores recursos nesse setor estão situados no México, na América Central e no Caribe, no Norte da Colômbia e na Patagônia (argentina e chilena).⁶⁸ Altos níveis de radiação solar acima de 5 kWh/m² — que é um nível alto em relação aos padrões internacionais — são encontrados na costa do Pacífico da América do Sul, no Nordeste do Brasil e em extensas áreas no México, na América Central e no Caribe. As fontes geotérmicas também são significativas porque muitos países da ALC estão localizados em áreas vulcânicas. O potencial de biomassa é comprovado, com os biocombustíveis já respondendo por cerca de 6% da energia consumida no setor de transporte da região, onde predomina a produção e o consumo do etanol no Brasil. No entanto, o maior potencial da região na área de energia renovável está associado à energia hidrelétrica. Este potencial tem sido estimado em aproximadamente 687 GW, distribuídos entre o México e as Américas do Sul e Central.

Alguns projetos de energia eólica também são competitivos, se comparados a opções de geração com base em gás natural liquefeito, diesel e energia hidrelétrica de alto custo. Estas são as conclusões de estimativas obtidas tanto em um cenário em que o preço do petróleo é de US\$60/bbl quanto num cenário em que esse preço chega a US\$100/bbl.⁶⁹ Além disso, no Brasil, no Chile, na Colômbia, no Equador e no Peru, projetos de energia hidrelétrica de baixo custo de portes médio e grande, com custos “nivelados” de geração abaixo de US\$37/MWh, competem com todas as alternativas termoelétricas, nos dois

cenários acima mencionados.⁷⁰ As únicas exceções seriam as usinas movidas a gás, no caso do Peru, levando em conta o baixo preço de US\$2,1 MBTU do gás natural, e da Colômbia, se os preços internacionais do petróleo e do gás se mantiverem baixos. Essas evidências são consistentes com as conclusões de estudos recentes que, no Chile e no Brasil, identificam um potencial de redução de emissões de GEE a custos negativos, respectivamente 5 MtCO_{2e} e 18 MtCO_{2e} ao ano, por meio da implementação de projetos de energia hidrelétrica. Um potencial ainda maior foi identificado no Peru - em torno de 59 MtCO_{2e} ao ano — embora nesse caso o custo da mitigação seria baixo mas não negativo (US\$7 por tCO_{2e}).⁷¹

Da mesma forma, na América Central, os projetos de energia hidrelétrica com investimentos na faixa de US\$2000/kW e uma média de custos “nivelados” em torno de US\$59/MWh também competem com as centrais termoelétricas de ciclo combinado movidas a gás natural liquefeito e motores a diesel, em ambos os cenários de tarifas do petróleo. Ainda que nesses países as usinas hidrelétricas não possam competir com as termoelétricas a carvão, a introdução de um preço para o carbono de US\$9/tCO₂ poderia equalizar os custos de ambos os tipos de geração. Contudo, seria necessário que os preços do carbono fossem muito mais altos para tornar competitivas as usinas a gás e as suas contrapartes “mais sujas” movidas a carvão; com isso, os investidores teriam que assumir as cotações do carbono acima de US\$25/tCO₂. Isso sugere que, se as oportunidades para o desenvolvimento da energia hidrelétrica e de outras fontes renováveis não forem exploradas, diversos países na região, ou seja, aqueles sem acesso a gás natural de baixo custo, provavelmente aumentarão a intensidade de carbono na geração de eletricidade baseada em combustíveis fósseis, o que levará a taxas mais altas de emissões de GEE.

Os atuais planos de expansão recomendam a exploração de apenas uma pequena parcela do potencial hidrelétrico da região, ou cerca de 28% em 2015 (Tabela 4), com um possível aumento para 36% em 2030, de acordo com as projeções da AIE. Isso se deve em parte às barreiras impostas pelas políticas existentes em alguns países: baixos preços dos combustíveis, processos excessivamente complicados de licenciamento e procedimentos ambíguos de administração das questões ambientais e sociais. Os impactos das mudanças climáticas estão criando outro risco para as usinas hidrelétricas, gerado pelo derretimento acelerado das geleiras e pela variação no regime de chuvas, que são fatores a serem levados em conta no planejamento e na operação das usinas hidrelétricas.

Tabela 4. Maior Potencial Hidrelétrico na América Latina e no Caribe (MW, % desenvolvido)

País	Potencial em MW ^a	Capacidade instalada em 2004	Potencial da capacidade instalada planejado para 2015	
			MW	%
Brasil	260.000	67.792	101.174	39
Colômbia	93.085	8.893	9.725	10
Peru	61.832	3.032	3.628	6
México	53.000	9.650	12.784	24
Venezuela	46.000	12.491	17.292	38
Argentina	44.500	9.783	11.319	25
Chile	25.165	4.278	5.605	22
Equador	23.467	1.734	3.535	15
Paraguai	12.516	7.410	9.465	76
Guiana	7.600	5	100	1
Costa Rica	6.411	1.296	1.422	22
Guatemala	5.000	627	1.400	28
Honduras	5.000	466	1.099	22
Panamá	3.282	833	1.300	40
Total	646.858	128.290	179.846	28

Fontes: a. Potencial: estimativas da OLADE. SIEE Energy Statistics, 2006. Capacidade instalada em 2015 com base nos planos de expansão nacionais de 2006. EIA: Capacidade instalada em 2004.

O efeito desses desafios é demonstrado pelo caso do Brasil, que tem sido muito bem-sucedido no desenvolvimento de um grande potencial de geração hidrelétrica de baixo custo, mas que experimentou atrasos no desenvolvimento de novos projetos nesse segmento. Desde 2004, o País vem fazendo leilões públicos para conceder contratos de fornecimento de eletricidade; contudo, a parcela de energia hidrelétrica nesse processo foi limitada devido a demoras na obtenção de licenças ambientais, e apenas cerca de 50% dos licitantes nessa área, que pretendiam concorrer no primeiro leilão, no final de 2005, receberam essas licenças e puderam apresentar propostas (World Bank, 2008a). O governo decidiu então exigir que os projetos obtenham pelo menos licenças ambientais preliminares antes de participar dos leilões. Por essa razão, o número de contratos concedidos para construção de novas usinas de geração hidrelétrica no período de 2008-2010 foi menor que o previsto nos planos de expansão indicativos e, como resultado, aumentou a parcela de geradoras que utilizam combustíveis fósseis. O governo planeja facilitar a participação em energia

hidrelétrica, realizando estudos de pré-investimento e disponibilizando-os aos possíveis investidores.

Ainda que motivado por legítimas preocupações com os impactos sobre o meio ambiente e a sociedade, o processo de licenciamento ambiental é normalmente longo, arriscado e dispendioso, podendo acarretar atrasos no preparo e execução, além de maior custo e risco para os projetos. O resultado dessas demoras é difícil de quantificar, mas uma estimativa indica que um atraso de um ano na elaboração de um projeto de energia hidrelétrica na América Central aumentará em cerca de US\$6,5/tCO₂ os custos para trocar⁷² energia movida a carvão por hidrelétrica. Outro estudo recente⁷³ estimou que, no Brasil, o custo para lidar com as questões ambientais e sociais no desenvolvimento de energia hidrelétrica representa cerca de 12% do valor total do projeto. As opções para enfrentar alguns desses obstáculos, sem comprometer os objetivos ambientais e sociais do processo de licenciamento, são analisadas na seção 5.

Não obstante os riscos mencionados acima, tem havido um renovado interesse do setor público no desenvolvimento de projetos de energia hidrelétrica e, mais importante, também da iniciativa privada. Exemplos de novas atividades incluem o grande número de usinas em construção no Brasil, um recente leilão na Colômbia onde a maioria das propostas vencedoras são de hidrelétricas, um plano para a realização de novos leilões no Peru com o objetivo de estimular o uso desse tipo de energia e a construção de usinas de porte pequeno e médio em Honduras. No entanto, o desenvolvimento de mais de 100.000 MW em projetos de energia hidrelétrica porte médio e grande na América do Sul e Central, incluídos nos planos de expansão de geração para 2030, ainda representa um grande desafio.

Assim como ocorre com outros investimentos de longo prazo, por exemplo em energia hidrelétrica, os investidores privados em projetos de energia eólica exigem normalmente contratos de longo prazo com tarifas de energia suficientemente estáveis para que possam recuperar os seus custos fixos. Ainda que a energia eólica possa ser hoje competitiva em determinados países, comparada aos combustíveis fósseis, o custo de oportunidade poderá cair para níveis que não cobrem o seu valor se as cotações do petróleo diminuírem no futuro. Para enfrentar esses obstáculos, alguns países implementaram programas de incentivo com base em quotas e em contratos de longo prazo com preços estáveis, visando promover o desenvolvimento de fontes renováveis de energia. Estas e outras medidas de políticas para explorar o grande potencial da região no setor são analisadas em mais detalhe na seção 5.

O desenvolvimento de energia renovável oferece grandes benefícios complementares para todos. Por exemplo, a eletrificação descentralizada usando essas fontes pode oferecer vantagens sociais e econômicas para as populações mal atendidas que são em geral dependentes das fontes tradicionais de energia, como biomassa, querosene, geradores a óleo diesel e baterias de carros. Comparada às dispendiosas extensões de redes, a eletricidade renovável fora da

rede constitui em geral o modo mais econômico para fornecer energia às populações rurais que residem em áreas isoladas. Na América Latina, estima-se que 50 a 65 milhões de pessoas ainda vivem sem eletricidade. Na Bolívia, na Nicarágua e em Honduras, as taxas de eletrificação rural estão abaixo de 30%.⁷⁴

Outros prováveis co-benefícios associados ao aumento da parcela de energia renovável incluem a possibilidade de evitar a expansão de tecnologias que liberam um alto teor de carbono, como foi discutido acima, e de proporcionar alguma proteção contra a alta volatilidade dos preços do petróleo. Quanto a esta última questão, alguns países da América Latina e do Caribe que são importadores de energia foram afetados de modo negativo, durante os últimos anos, pelo aumento dos preços nesse setor ou pela menor oferta de combustíveis.⁷⁵ A exposição às cotações voláteis do petróleo está fazendo com que as nações no mundo inteiro tomem medidas para diversificar as suas matrizes energéticas e reduzir as suas necessidades de importação, por meio da expansão da geração de fontes renováveis e do aumento da eficiência energética.

Quanto ao risco da dependência de tecnologias que poderiam acabar se tornando obsoletas, devido a possíveis alterações nas normas que penalizariam as emissões, é importante observar que os investimentos em bens de capital de longa duração na área de geração de energia podem se estender por muitas décadas. A região prevê uma taxa de crescimento anual de 4,8% para a demanda de eletricidade nos próximos 10 anos, o que corresponde a um aumento líquido de 100.000 MW na capacidade de geração, dos quais 60.000 MW ainda não estão em construção nem foram contratados.⁷⁶ A intensidade de carbono dessa nova capacidade de geração será decidida dentro de alguns anos, na medida em que sejam tomadas decisões sobre investimentos. O estabelecimento de políticas e incentivos que direcionem os investimentos para atividades menos intensivas em carbono ajudará a América Latina e o Caribe a evitar o uso de tecnologias que poderão se tornar obsoletas num futuro próximo e poderão fazer com que a região perca competitividade à medida que sejam introduzidas, a nível internacional, medidas para limitar as emissões de CO₂.

Embora a recente queda nos preços do petróleo faça com que a energia renovável pareça menos competitiva, um fator a ser considerado na avaliação dessas fontes naturais como uma opção para a geração de eletricidade é a volatilidade dos preços do petróleo, que aumenta os riscos associados aos custos de geração de energia termoelétrica (veja o Quadro 3).

Quadro 3. Incorporação da Volatilidade dos Preços de Combustíveis ao Planejamento e Investimento em Eletricidade

A geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, usando energia hidrelétrica ou eólica, por exemplo, caracteriza-se pela disponibilidade local do recurso, pelo alto custo de capital e por gastos operacionais baixos e estáveis. Esses atributos diferem daqueles das usinas termoeletricas, que implicam em um menor custo de capital e maiores despesas operacionais, principalmente com combustíveis. Enquanto as futuras cotações do petróleo são sempre incertas, os níveis atuais da volatilidade de preços não tem precedentes, conforme foi demonstrado pela queda de US\$150 para US\$50 no valor do barril em 2008. Essa instabilidade aumenta o risco associado ao preço da eletricidade de uma usina termoeletrica. Os planejadores de sistemas de energia vêm tentando acomodar a volatilidade de preços usando em seus cálculos diferentes níveis de cotação do petróleo, do gás e do carvão. Embora esses métodos produzam estimativas pontuais do risco de um determinado projeto ou da sensibilidade de uma carteira de projetos de geração ao nível dos preços do petróleo, eles não abordam a questão do risco causado pela sua instabilidade. Novas técnicas estão sendo desenvolvidas para considerar o valor de uma opção com preço mais elevado porém estável, comparada a outra mais barata porém mais volátil.

Essas técnicas permitem aos analistas estabelecer compensações específicas entre, de um lado o custo de investimento e o retorno de uma opção de geração e, de outro lado, o risco correspondente. Essa compensação entre risco e retorno também pode enfatizar o papel das energias renováveis que não utilizam combustível entre as opções de geração de eletricidade de modo geral. Ao combinar a poder dos modelos tradicionais de expansão da geração de energia com as novas técnicas de análise de carteira, é possível avaliar a os riscos e retornos relativos de uma ampla gama de carteiras de projetos de geração e quantificar as suas diferenças. O uso desses métodos permite que o planejador do sistema ou o analista de investimento examine os riscos da participação de modo mais sistemático do que no passado. Um novo protótipo de instrumento de otimização de carteira foi desenvolvido em um projeto *Accounting for Fuel Price Risk in Power Systems Planning [Considerando o Risco de Preço dos Combustíveis no Planejamento dos Sistemas de Energia]*, financiado pelo Programa de Apoio à Gestão do Setor Energético (ESMAP, na sigla em inglês).

Biocombustíveis

Os biocombustíveis líquidos são uma das poucas alternativas aos combustíveis fósseis para a área de transportes. Com os preços do petróleo atingindo altas recordes nos últimos anos, o Brasil, a União Européia e os Estados Unidos, entre outros países, têm apoiado ativamente a produção de biocombustíveis com base em diversas matérias-primas agrícolas, especialmente milho ou cana-de-açúcar para a produção de etanol, e várias culturas oleaginosas para biodiesel. Embora a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas tenha sido mencionada como uma das razões para a existência desses programas de apoio, há outros importantes objetivos que os explicam e que incluem prováveis contribuições à “segurança energética”, à possibilidade de gerar emprego rural e ao aumento de receitas da agricultura. Com base nesses prováveis co-benefícios, muitos governos na América Latina e no Caribe, assim como em outras regiões, estão avaliando ou iniciando programas para estimular o uso e a produção de biocombustíveis.

Com poucas exceções, o desenvolvimento de biocombustíveis apresenta diversos riscos sociais e ambientais, entre os quais a crescente pressão sobre o preço dos alimentos, a maior competição por terra e água, danos ao ecossistema e efeitos indiretos sobre as emissões geradas pela mudança no uso do solo, por

exemplo, quando as florestas são transformadas para a produção agrícola. Esses últimos impactos são essenciais do ponto de vista das políticas de mitigação das alterações climáticas, porque poderiam eliminar as contribuições positivas dos biocombustíveis. Em suma, torna-se cada vez mais claro que os custos e benefícios dos biocombustíveis precisam ser avaliados com cautela antes de oferecer apoio público e subsídios às indústrias de biocombustíveis.

O Brasil – o maior participante dos mercados globais de biocombustíveis com cerca da metade da produção mundial de etanol – desenvolveu a capacidade de fabricar o produto com um custo correspondente a uma fração do gasto de outros países. Devido às condições favoráveis para o cultivo da cana-de-açúcar e à excepcional flexibilidade da estrutura industrial para o processamento da cana-de-açúcar e do etanol, nos períodos de alta das cotações do petróleo a indústria brasileira de etanol tem se mostrado competitiva mesmo sem o apoio do governo. Na verdade, o Brasil se tornou o único país onde esse segmento foi capaz de se sustentar sem contar com subsídio governamental e, mesmo assim, este parece ter sido o caso apenas em 2004 e 2005 (mas não em 2006 quando os preços internacionais do açúcar dispararam) e em 2007-08. A indústria brasileira também foi subsidiada durante muitos anos até chegar a esse ponto.⁷⁷ Em outros locais, a produção de biocombustíveis não tem se mostrado financeiramente viável sem o apoio e a proteção do governo. Os produtores na União Européia e nos Estados Unidos recebem estímulo adicional – por intermédio do fomento, da obrigatoriedade do uso de biocombustíveis e dos incentivos fiscais, além da imposição de elevadas tarifas de importação aos produtos concorrentes.

Ao avaliar o potencial de mitigação dos biocombustíveis, é necessário levar em conta as emissões geradas diretamente pela sua produção e queima, comparadas à gasolina, assim como as liberações decorrentes da mudança no uso do solo para cultivo de matérias-primas. Existem avaliações divergentes do impacto total dos biocombustíveis sobre as emissões de GEE dependendo de suas matérias-primas de origem e de como são cultivadas. Sem considerar as alterações no uso do solo, o etanol brasileiro derivado da cana-de-açúcar pode reduzir as emissões de GEE em cerca de 70 a 90%, e o biodiesel em até 50% a 60%, ambos percentuais em relação à gasolina. Por outro lado, nos Estados Unidos, a diminuição de GEE proporcionada pelo etanol do milho está na faixa de 10% a 30%, antes de considerar as emissões indiretas de GEE resultantes da mudança no uso do solo.⁷⁸ De acordo com algumas projeções, o custo da redução de uma tonelada de liberações de dióxido de carbono (CO₂) mediante a produção e o uso do etanol de milho poderia atingir US\$500 por tonelada.⁷⁹ A extensão dos riscos sociais – principalmente a pressão que alguns biocombustíveis exercem sobre os preços dos alimentos – também varia de acordo com o seu tipo. Ao contrário do desvio em larga escala da produção de milho para a fabricação de etanol nos Estados Unidos, a produção brasileira de etanol derivado da cana-de-açúcar não parece ter contribuído de modo considerável para a recente alta no preço dos alimentos.⁸⁰

Os efeitos sobre as emissões geradas pela mudança no uso do solo podem ser diretos, quando as matérias-primas são cultivadas em áreas que não eram utilizadas anteriormente para agricultura, ou indiretos, quando a produção de matérias-primas desloca as áreas de outras culturas e pastagens que, por sua vez, se expandem para as regiões de florestas. No entanto, o problema é que, na presença de incentivos para a produção de etanol, torna-se impossível garantir que apenas as terras pouco produtivas sejam convertidas, a menos que os países implementem políticas e instituições adequadas, além de sistemas transparentes de monitoramento para proteger da conversão outros tipos de terras. Ainda assim, é possível que esses procedimentos resultem na conversão de terras em outro país (veja o Quadro 4).

Quadro 4. Ao avaliar o impacto dos biocombustíveis sobre as emissões, a mudança no uso do solo é essencial

A substituição dos derivados do petróleo por biocombustíveis reduz as emissões dos veículos na medida em que os segundos compensam os GEE liberados na sua queima, seqüestrando carbono no processo de cultivo de suas matérias-primas (a cana de açúcar, por exemplo). Após considerar de modo adequado esse fator e outros efeitos do “ciclo de vida” dos biocombustíveis (as emissões ocorridas durante o cultivo e processamento de matérias-primas), estima-se que as emissões de GEE atribuídas diretamente à produção e queima do etanol brasileiro da cana-de-açúcar sejam 70% a 90% menores que as da gasolina. Por outro lado, a diminuição de GEE gerados pelo etanol de milho nos Estados Unidos está na faixa de apenas 10% a 30%.⁸¹

Mas a história não termina aqui. A terra utilizada para produzir as matérias-primas destinadas à fabricação de biocombustíveis como, por exemplo, o milho, pode ter sido desviada de outras culturas ou de algum outro uso corrente. Se a terra para o cultivo do milho tiver sido convertida de outras finalidades (florestas, campos e pastagens), os GEE serão liberados quando o solo for modificado e a vegetação que for retirada – e que está seqüestrando carbono – seja queimada ou se desintegre. Ao avaliar os impactos dos biocombustíveis, essa liberação única de GEE é semelhante a um investimento inicial que deve ser “recuperado” ao longo do tempo pelo fluxo contínuo de redução nas emissões gerado pela substituição da gasolina por biocombustíveis.

Se a terra para produzir mais milho for retirada de outras culturas, esse processo poderá reduzir a oferta e aumentar os preços desses produtos. O preço mais alto causa uma retração no consumo em alguma medida e também estimula os outros agricultores a aumentar a sua produção. Esse incremento na oferta pode ser gerado pela troca de ainda outras culturas e/ou da conversão de terras não agrícolas. Na medida em que o solo é convertido, ocorre o efeito de liberação de GEE descrito acima.

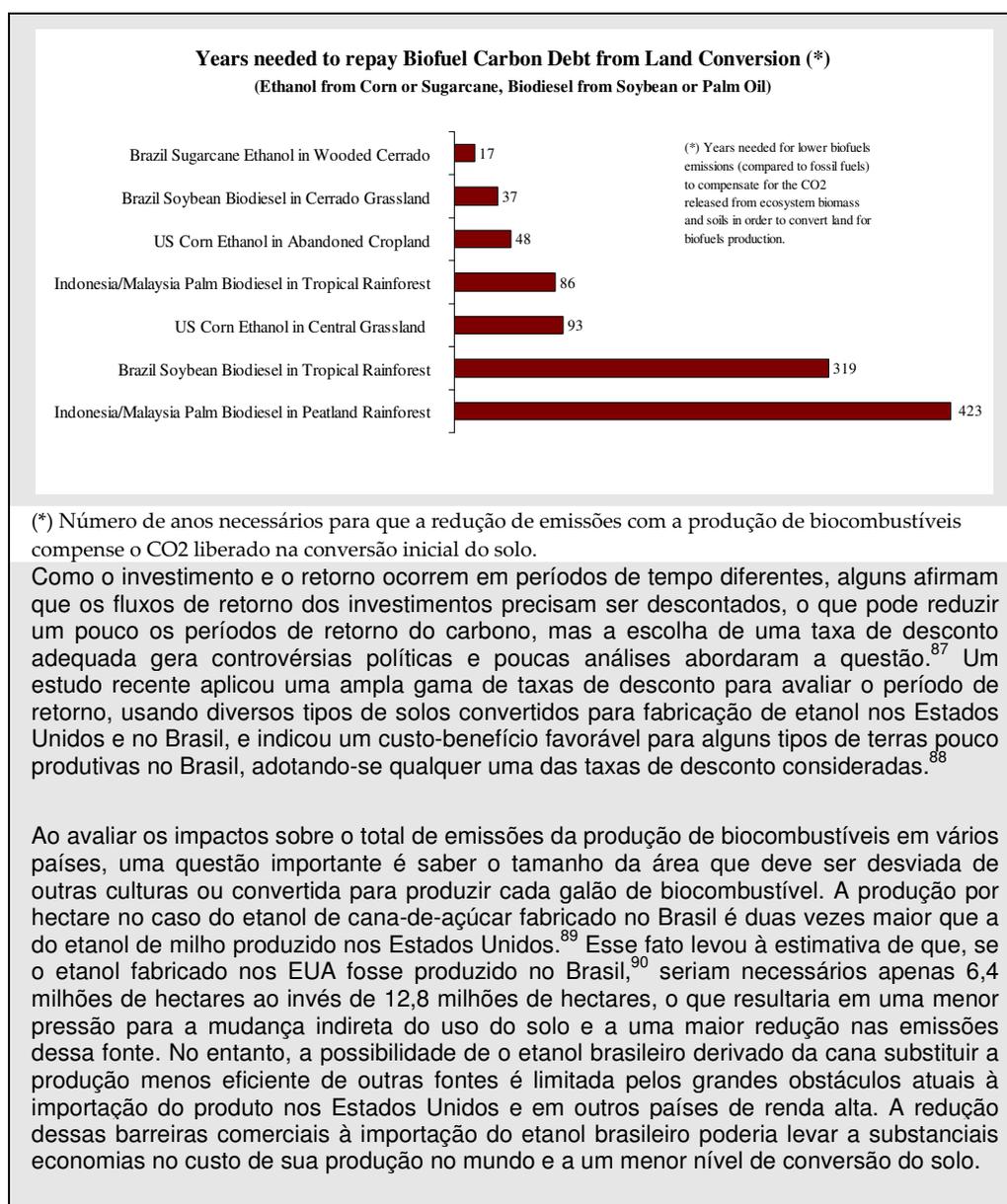
O primeiro aumento na produção de milho inicia assim uma reação em cadeia nos mercados agrícolas, resultante da mudança no uso do solo. Como os mercados globais são muito integrados, as alterações originais na cotação do milho repercutem no mundo inteiro e, por isso, as mudanças indiretas no uso do solo podem ocorrer em qualquer local e não apenas no país onde a matéria-prima para a fabricação do biocombustível é cultivada. Uma avaliação geral do impacto dos biocombustíveis sobre a redução de GEE também precisa considerar as emissões geradas pelas mudanças diretas e indiretas no uso do solo.

Esse tipo de alteração indireta no uso do solo é especialmente difícil de avaliar e, por causa dessa complexidade, é negligenciada nos exames de sustentabilidade dos biocombustíveis. No entanto, as suas implicações são enormes. Por exemplo, conforme foi mencionado acima, a análise do ciclo de vida indica uma economia anual em torno de 20% nas emissões de CO₂ em relação ao petróleo, quando o etanol é derivado do milho nos Estados Unidos. No entanto, um estudo recente

estima que a conversão do solo nos EUA e em outros países para produzir mais milho pode resultar, de fato, na duplicação das emissões de GEE em um período de 30 anos e em uma elevação desses gases na atmosfera durante 167 anos.⁸² Usando um modelo global, o estudo projetou a expansão das terras agrícolas para todas as grandes culturas de clima temperado e de cana-de-açúcar e para a pecuária, como resultado do aumento de 56 bilhões de litros em 2016 na produção de etanol derivado do milho nos EUA. De acordo com esse modelo, o desvio resultante de 12,8 milhões de hectares de terras agrícolas nos Estados Unidos disponibilizaria uma área adicional de 10,8 milhões de hectares para o cultivo, dos quais 2,8 milhões estão no Brasil, 2,3 milhões na China e na Índia, e 2,2 milhões nos EUA,⁸³ com um impacto sobre as emissões que varia segundo o tipo de solo a ser convertido. Excluindo a mudança indireta no uso do solo, a cana-de-açúcar brasileira deverá reduzir as emissões em 86% (com um período de retorno do investimento em carbono de apenas quatro anos) se a conversão para o plantio da cana-de-açúcar abranger somente pastagens tropicais. Uma avaliação nesse estudo coincide com a conclusão de outras análises de que os biocombustíveis derivados de resíduos sólidos promovem um equilíbrio de carbono mais favorável, e questiona a viabilidade da redução nas emissões por meio do cultivo de matérias-primas específicas mesmo em terras marginais.⁸⁴ Essas afirmações relacionadas ao custo ambiental e à mudança no uso do solo são corroboradas por avaliações que calculam o tempo de retorno do carbono na conversão de tipos de solo específicos, o que indica que o etanol brasileiro de cana-de-açúcar é claramente o mais eficiente sob esse aspecto^{85,86} (veja a figura neste quadro).

(continua na próxima página)

Quadro 4 (continuação)



A América Latina e o Caribe tem a vantagem de possuir grandes extensões de terra utilizadas para agricultura de baixa produtividade e pastagens. Na medida em que haja possibilidade de aumentar a produtividade nessas áreas, a fabricação de biocombustíveis poderia em princípio crescer sem causar um grande aumento nas emissões geradas pelo uso do solo, minimizando assim a competição com a produção de alimentos. Que isto ocorra, no entanto, dependerá de que exista um controle eficaz das mudanças no uso do solo. Nos países que estão avaliando a possibilidade e o modo de promover a produção de biocombustíveis, é recomendável verificar atentamente se existem instituições e

sistemas legais adequados para controlar a mudança no uso da terra e também se os benefícios são maiores do que as despesas fiscais e outros custos pertinentes.

Já existem iniciativas no sentido de desenvolver esquemas de certificação de sustentabilidade para os biocombustíveis, que poderiam no longo prazo ajudar a reduzir os riscos ambientais e sociais. Os diversos obstáculos a uma efetiva implementação desses mecanismos vão desde a necessidade de garantir uma ampla participação de todos os principais produtores até a dificuldade, senão a impossibilidade, de considerar a mudança indireta no uso do solo. No caso dos países que não podem produzir biocombustíveis de primeira geração com baixo custo, as tecnologias celulósicas de “segunda geração” para produzir etanol a partir de materiais residuais prometem os benefícios da redução de GEE com menores riscos sociais e ambientais, mas ainda estão muito longe de ser comercializadas. Enquanto isso, é claro que sob a perspectiva das emissões, dos custos sociais e do valor do investimento na produção, o etanol brasileiro derivado da cana-de-açúcar é superior às outras alternativas. A redução ou eliminação das grandes barreiras comerciais e dos altos subsídios existentes em muitos países produziriam benefícios econômicos para o Brasil e seus parceiros de negócios, além de reduzir as emissões de GEE.

Agricultura

A região da América Latina e do Caribe possui um grande potencial de mitigação no setor agrícola, associado à adoção de melhores práticas de manejo agrônomico e pecuário, assim como de medidas para expandir o armazenamento de carbono no solo ou nas coberturas vegetais. Algumas dessas iniciativas produzem significativos benefícios complementares. Contudo, apenas um terço dessas possibilidades de diminuição das emissões poderão ser exploradas em termos econômicos, a menos que o carbono seja cotado acima de US\$20 por tCO₂e.⁹¹ Os obstáculos à implementação que são específicos do setor agrícola abrangem questões sobre a permanência das reduções de GEE (em especial, os sumidouros de carbono), a lenta resposta dos sistemas naturais e os altos custos de monitoramento e transação.

As emissões provenientes das terras agrícolas podem ser diminuídas ampliando a variedade das culturas, expandindo a rotatividade das lavouras e reduzindo a dependência dos fertilizantes nitrogenados usando a rotatividade com a plantação de legumes ou aumentando a precisão e eficiência das aplicações de adubos químicos. Em determinadas condições climáticas e de solo, a conservação ou o plantio direto podem ser eficazes para expandir a produtividade da lavoura, restaurando terras degradadas e melhorando o armazenamento de carbono no solo. As liberações de metano da pecuária ruminante, como gado e carneiros, assim como os suínos, constituem a principal fonte de emissões agropecuárias na América Latina e no Caribe. As medidas para reduzir as emissões da pecuária compreendem mudanças nas práticas de alimentação, no uso de aditivos nutricionais, na reprodução de espécies e no

manejo do gado, com o objetivo de aumentar a produtividade e minimizar as emissões por unidade de produtos animais. Outra abordagem no caso de animais confinados em áreas relativamente pequenas, como os suínos e o gado leiteiro, é o uso de biodigestores para processar os detritos e capturar o metano para uso posterior, que pode ser queimado (podendo gerar créditos de carbono, porque as emissões da combustão são muito menos potentes em termos de GEE do que o metano) ou usado para produzir eletricidade na fazenda ou no local. Esses projetos já estão sendo implementados no México e no Uruguai.

Os possíveis co-benefícios bem como a eficácia e o custo das medidas de mitigação associadas às práticas agrícolas acima mencionadas variam, no entanto, de acordo com as zonas climáticas e as condições socioeconômicas específicas de cada região. O caso do plantio direto é um bom exemplo. Ele tem sido aplicado com êxito em quase 45% das lavouras brasileiras. Ao contrário do cultivo tradicional, o plantio direto não requer a aragem do solo e incorpora a rotatividade de diversas culturas e a aplicação de resíduos vegetais (palhada sobre a superfície). O resultado é um aumento do armazenamento (seqüestro) de carbono no solo. A menor quantidade de combustível para as operações de aragem, que deixaram de ser necessárias, representa uma outra fonte de redução de GEE. No entanto, a aplicação de fertilizantes nitrogenados para contrabalançar o esgotamento de nitrogênio, que ocorre com frequência nos primeiros anos após a conversão do cultivo tradicional para o plantio direto, pode impedir uma parte da diminuição das emissões de gases do efeito estufa.⁹²

Em suma, embora haja muitas oportunidades de contribuir para o aumento da produção agrícola, reduzindo as emissões de GEE, as práticas sugeridas precisam ser avaliadas de acordo com as condições regionais e locais, não existindo uma lista universal aceitável de intervenções preferenciais. Além disso, a competição por terra para diversas finalidades significa que muitas soluções são mais eficazes e econômicas para reduzir as emissões quando são implementadas como parte de uma estratégia integrada que abrange subsectores agrícolas e atividades florestais. Como as soluções de mitigação são muito específicas no contexto do setor de agricultura, as iniciativas de pesquisa precisam envolver uma forte dimensão participativa de forma a garantir o atendimento às necessidades diretas dos pequenos agricultores.

Lixo

O potencial de redução das emissões de GEE por meio de aterros sanitários e do armazenamento de resíduos orgânicos, para uso posterior como fertilizantes, não é muito grande por causa da limitada contribuição do lixo para as emissões na América Latina e no Caribe. Contudo a coleta e disposição adequada dos resíduos sólidos traz benefícios muito significativos para o meio ambiente, a saúde e a segurança pública, o que torna esse procedimento uma prioridade importante.

A coleta inadequada do lixo e sua resultante disposição clandestina em depósitos a céu aberto nas cidades aumenta o risco de enchentes quando os resíduos bloqueiam os córregos urbanos e os canais de drenagem; a queima do lixo nas ruas ou em depósitos abertos emite dioxinas e furano, que são substâncias cancerígenas, devido à combustão incompleta e a outros elementos contaminantes; os depósitos de lixo são a principal fonte de lixiviados que contaminam as águas de superfície e os lençóis freáticos, além de proliferar as doenças transmitidas por vetores como, por exemplo, insetos, roedores e pássaros. Os locais para disposição de resíduos sólidos que não possuem sistemas de gestão de gás acompanhados de queima ou da recuperação de energia constituem importantes fontes de descarga de metano, cujo vazamento pode explodir nas residências ou em áreas públicas.

As taxas de coleta municipal de lixo são em geral aceitáveis, especialmente nas maiores cidades da região. Em média, as urbes com mais de 500.000 habitantes coletam acima de 80% de seus resíduos sólidos. Nas cidades menores, contudo, as dificuldades técnicas e financeiras resultam em um menor índice de coleta, em torno de 69%. De modo geral, 62% do lixo gerado na América Latina e no Caribe é queimado ou colocado em locais de despejo desconhecidos.⁹³ A boa notícia é que a gestão dos resíduos sólidos é uma prioridade na agenda política das prefeituras e muitas medidas de mitigação, que já produzem grandes co-benefícios locais, podem ser implementadas com baixo custo incremental. De fato, há muitos exemplos de adoção de estratégias bem-sucedidas de gestão do lixo, por exemplo no México, no Brasil e na Colômbia, entre outros países da região. A emulação desses exemplos de boas práticas poderia acarretar benefícios para toda a região.

5. Políticas para um Alto Crescimento e Baixas Emissões de Carbono no Futuro

Manter os países da América Latina e do Caribe em uma trajetória de contínuo crescimento e de redução da pobreza, maximizando a sua contribuição para a diminuição das emissões globais, necessitará de um conjunto coerente de políticas em três níveis. Em primeiro lugar, levando em conta que a mudança climática é inevitável e já está ocorrendo, as nações da região terão de ajustar as suas estratégias de crescimento e de alívio da pobreza com o objetivo de minimizar os impactos adversos sobre as suas populações e ecossistemas. Em segundo lugar, para que os esforços mundiais de mitigação sejam eficazes e compatíveis com as considerações sobre equidade, deve existir um ambiente adequado de políticas internacionais que compreenda: (a) a participação integral dos países de renda alta em um acordo sobre a mudança climática e (b) uma arquitetura de políticas para alterações no clima que seja apropriada à América Latina e ao Caribe. As nações da região podem assumir um papel ativo de

liderança na negociação desse acordo e na implementação de sua arquitetura. Em terceiro lugar, para que os países da ALC tirem o melhor proveito das diversas oportunidades efetivas de mitigação descritas na seção anterior, será necessária a incorporação de uma série de políticas domésticas.

Adaptação eficiente às mudanças climáticas na América Latina e no Caribe

Introdução

Da mesma forma que se adaptaram às mudanças do clima no passado, os seres humanos e os ecossistemas responderão, em alguma medida, de forma espontânea às futuras alterações climáticas de forma que essa reação amenize os efeitos negativos e acentue as conseqüências positivas. Nesse contexto, um importante desafio para os governos e a comunidade internacional será formular políticas e criar infra-estrutura institucional e bens públicos com o objetivo de facilitar e apoiar o processo autônomo de adaptação das pessoas e dos sistemas naturais. No entanto, as estratégias que servem para todas as situações não são adequadas à mudança climática, porque o modo de adaptação dos indivíduos será altamente peculiar. Além disso, na medida em que a maioria das ações de adaptação individuais exercerá um efeito limitado sobre a situação de outros agentes individuais, ou seja, elas envolverão pouca ou nenhuma externalidade, grande parte das políticas públicas para apoiar a adaptação humana terá de ser provavelmente de natureza facilitadora (Tol, 2005). Em outras palavras, os governos provavelmente terão de se concentrar em medidas não normativas que estabeleçam um marco e fortaleçam a capacidade dos indivíduos para que eles possam se adaptar melhor à mudança climática. Mas os governos deveriam evitar medidas prescritivas e subsídios aos investimentos privados. O principal objetivo desses programas deveria ser ampliar as opções e aumentar a adaptabilidade e a mobilidade das famílias, ou seja, fortalecer a sua capacidade para tomar decisões bem informadas e fazer mudanças econômicas no sentido de melhorar o bem-estar, em face das alterações de longo prazo no ambiente externo.

Entretanto, nem todas as políticas de adaptação serão facilitadoras. Certamente existirão áreas em que as intervenções e investimentos públicos serão necessários para enfrentar a mudança climática, assim como ocorre atualmente no caso dos, tanto a través de medidas preventivas com o objetivo de ajudar a diminuir os danos quanto visando contribuir para a recuperação. As intervenções ativas dos governos e das instituições internacionais serão importantes para fornecer alguns bens públicos essenciais, incluindo as melhorias nos sistemas de manejo dos recursos naturais, investimentos em infra-estrutura para oferecer proteção direta contra as ameaças relacionadas ao clima e recursos adicionais destinados ao desenvolvimento e implementação de tecnologias que serão essenciais para a adaptação dos produtores às mudanças climáticas. Além da provisão desses bens públicos, as respostas das políticas

facilitadoras serão importantes nas áreas de monitoramento e previsão meteorológica, proteção social, gestão de riscos decorrentes do clima, e aprimoramento dos mercados financeiros e de água. Na maioria desses casos, podemos afirmar que as políticas de adaptação serão altamente compatíveis com boas políticas de desenvolvimento. Em outras palavras, a integração de considerações associadas às mudanças climáticas nas políticas governamentais envolverá frequentemente medidas “sem arrependimento”.

Ações de políticas públicas necessárias para a adaptação às mudanças climáticas, que vão além da facilitação

A natureza da mudança climática e diversas características inerentes às medidas de adaptação serão relevantes para a formulação de políticas públicas mais adequadas. Como vimos anteriormente, as alterações no clima são de longo prazo e indefinidas em importantes aspectos quanto aos seus efeitos sobre a meteorologia em locais específicos. A realização de grandes investimentos ou a formulação de respostas de políticas com base na expectativa de impactos climáticos futuros específicos corre um grande risco de desperdiçar recursos ou até mesmo de potencializar os impactos adversos, se os impactos em questão não se concretizarem conforme o esperado, ou se no futuro novos avanços tecnológicos proporcionarem opções de adaptação mais eficiente em termos de custo. Esses riscos devem ser comparados, no entanto, com aqueles associados à possibilidade de que os impactos em questão venham a se materializar e, na ausência de ações de adaptação antecipadas, eles acarretem danos que poderiam ser evitados se os investimentos e políticas apropriados tivessem sido implementados oportunamente. A necessidade de se chegar a um equilíbrio entre essas considerações leva a favorecer medidas que sejam flexíveis ao longo do tempo, permitindo a sua fácil atualização uma vez que novas informações se tornem disponíveis. Por exemplo, os investimentos em proteção costeira deveriam idealmente permitir expansões quando novos dados sobre o risco da elevação do nível do mar sejam divulgados. Vale a pena, em muitos casos, aguardar mais informações e melhores tecnologias, adiando as decisões que não sejam urgentes e planejando os investimentos de forma modular, quando for viável. Algumas das principais áreas nas quais as políticas públicas serão essenciais para adaptações eficazes e eficientes são as seguintes.

Fortalecimento do manejo dos recursos naturais, concentrando-se especialmente em administrar a variação dos fluxos hídricos e aumentar a resistência dos ecossistemas. Além de proporcionar um ambiente favorável ao desenvolvimento dos mercados de água, os governos talvez necessitem fazer investimentos diretos em bens públicos para melhorar a drenagem nas áreas com alto índice pluviométrico ou em novas barragens para regular o fluxo d'água nas regiões onde as geleiras derreteram e não mais exercem essa função. Por outro lado, pode ser recomendável desativar algumas represas que não são mais necessárias, se os fluxos d'água forem suficientes. Esta é uma área em que as agendas de mitigação

e adaptação podem se interligar nos países onde as barragens multiuso ajudam a administrar o controle de enchentes, gerando ao mesmo tempo eletricidade limpa.

Investimentos públicos também serão necessários para preservar os serviços fornecidos pelos ecossistemas diante dos impactos das mudanças climáticas. Um componente essencial de curto prazo de uma estratégia para ajudar os sistemas ecológicos a se adaptar às alterações no clima nas próximas décadas envolverá a redução de outras pressões sobre esses sistemas e a otimização de sua resistência. Nas décadas vindouras, uma vez que as condições mudem e mais informações se tornem disponíveis, outras estratégias poderão ser identificadas. As reservas biológicas e os corredores ecológicos podem servir como medidas de adaptação e contribuir para uma maior resistência dos ecossistemas ao clima (Magrin et al, 2007). Ajudar os recifes de coral a sobreviver em um ambiente de elevação das temperaturas da superfície do mar, por exemplo, pode exigir mais cuidado durante o planejamento de áreas marinhas preservadas para identificar e proteger determinados recifes que são especialmente resistentes, porque estão situados onde ocorre um resfriamento resultante da subida de águas profundas, que proporciona uma proteção natural contra eventos térmicos, ou porque se caracterizam por uma maior adaptação natural.⁹⁴ Alguns ecossistemas ou espécies individuais talvez precisem ser “transplantados” para ambientes mais hospitaleiros, uma vez que os seus *habitats* atuais se tornem muito quentes ou, pelo menos, para corredores preservados a fim de que possam migrar. Projetos recentes destinados à preservação dos recifes de coral no Caribe e à proteção da integridade do Corredor Biológico Mesoamericano são exemplos desse tipo de iniciativa, que poderá ser ampliada no futuro.

As decisões sobre investimento em atividades para apoiar a adaptação dos ecossistemas devem se basear em informações científicas de boa qualidade, o que eleva a importância de se fortalecer a capacidade da região nesta área, e de se transferir recursos para essa finalidade. Isto é crítico para a realização de análises mais confiáveis de vulnerabilidade e de impacto. Os recursos para capacitação das comunidades científicas e das instituições públicas locais relevantes na América Latina e no Caribe, assim como a transferência e o compartilhamento de conhecimento dos países desenvolvidos, são fundamentais para o desenvolvimento da agenda de políticas de adaptação. Este é o objetivo de alguns projetos já em andamento na região (Quadro 5).

Quadro 5: Projetos Relacionados à Mudança Climática na América Latina e no Caribe

Os atuais projetos implementados em alguns países se concentram no fortalecimento da capacidade e na produção de conhecimento para avaliar as vulnerabilidades e os riscos associados à mudança climática, especialmente aqueles pertinentes aos ecossistemas. Alguns exemplos dessas atividades, que estão sendo realizadas em parceria com as universidades e institutos de pesquisa locais, incluem:

- Expansão da rede de monitoramento dos recifes de coral por meio da instalação de uma estação de alerta prévio para os recifes de coral (CREWS, na sigla em inglês), na Jamaica, e a atualização das estações de monitoramento do nível do mar em 11 países do Caribe.
- Criação de cenários de projeções climáticas no Caribe, que se concentrem na adaptação dos modelos globais de mudança climática existentes, para desenvolver modelos locais reduzidos dinâmica e estatisticamente adequados, que sejam relevantes para a região. Os resultados desse esforço serviram como subsídio na preparação das estratégias de adaptação nacionais.
- Aplicação dos dados do *Earth Simulator* (Simulador da Terra) do Instituto de Pesquisa Meteorológica do Japão para o desenho de mapas de vulnerabilidade das bacias nos Andes tropicais (Bolívia, Equador e Peru). Essa iniciativa está sendo complementada com a instalação de uma rede de monitoramento com oito estações meteorológicas em montanhas elevadas, para medir o processo gradual de retração das geleiras e desenvolver um sistema de monitoramento do clima, com o objetivo de analisar o ciclo do carbono e da água nos ecossistemas dos Andes tropicais (os *páramos*).
- Desenvolvimento de uma metodologia para avaliar os impactos de furacões mais intensos sobre os pântanos costeiros, e quantificar os seus efeitos no caso do México.

Fortalecimento da proteção direta contra as ameaças relacionadas ao clima nos casos em que é necessária uma ação coletiva. Alguns investimentos têm características de bens públicos porque os seus benefícios são compartilhados por todos e seria inviável organizar pagamentos individuais. Eles incluiriam medidas para que os investimentos em infra-estrutura sejam resistentes ao clima, o controle das enchentes, uma melhor regulação de fluxos hídricos mais instáveis e a proteção das populações costeiras em face da elevação do nível do mar. Muitos desses investimentos precisam ser realizados nos níveis locais de governo. Por exemplo, o aumento da quantidade de chuva poderá inundar os sistemas de escoamento nas cidades onde as galerias de águas pluviais não estão separadas dos esgotos sanitários, tornando-se necessária a sua reconstrução para evitar ameaças à saúde pública. Nesse sentido, outras medidas também precisarão ser implementadas visando combater as doenças transmitidas por vetores, sendo especialmente importantes a fiscalização e o monitoramento nos países onde existe a expectativa de que a mudança climática possibilitará a expansão dos vetores de moléstias para novas áreas onde a população está sem imunidade. Por exemplo, na Colômbia, um projeto em andamento se concentra no fortalecimento da supervisão e do controle do sistema de saúde pública em diversos municípios com base nas considerações sobre as alterações no clima. Esse programa-piloto está instalando um sistema de alerta que incorpora ferramentas de sistema à fiscalização da saúde pública, com o objetivo de detectar aumentos na

transmissão da malária e da dengue, além de contribuir para o desenvolvimento de estratégias preventivas.

Nos locais onde os efeitos das mudanças climáticas já estão ocorrendo (por exemplo, o descongelamento das geleiras nos Andes), os investimentos em infraestrutura podem ser necessários no futuro próximo. Uma primeira etapa está sendo implementada com um projeto que ajuda a avaliar o impacto dessas alterações sobre a hidrologia de bacias específicas no Peru e a ameaça que esse fator apresenta para disponibilidade de água para beber, para agricultura e a geração de energia hidrelétrica. Quanto ao planejamento de longo prazo, a possibilidade de uma futura mudança climática precisa ser levada em conta de diversas maneiras. Um aumento na intensidade dos furacões – e provavelmente de sua frequência – implica na reavaliação dos riscos, o que por sua vez significa que mais projetos de engenharia resistentes ao clima serão testados em termos de custo-benefício. Essa possibilidade já está sendo avaliada nos planos destinados a ajudar os países caribenhos a se recuperar dos recentes furacões, uma vez que a infra-estrutura está sendo reconstruída de acordo com especificações mais avançadas.

No entanto, é claro que isso não significa necessariamente que todos os investimentos que contribuem para tornar a infra-estrutura mais adaptada às possíveis mudanças climáticas precisam ser iniciados de imediato. Em um contexto em que algumas das incertezas poderão ser solucionadas com o passar do tempo, há um valor associado com aguardar, e essa variável deve ser incorporada ao planejamento. Os instrumentos de análise do custo-benefício que consideram de modo explícito esse tipo de incerteza, como as avaliações pelo método de opções reais, serão úteis nesse sentido. Isso significa em alguns casos o adiamento de ações e, em outros, o uso de mais flexibilidade como, por exemplo, o desenho modular da infra-estrutura.

Fortalecimento dos vínculos tecnológicos e dos fluxos de conhecimento. A adoção de tecnologias aprimoradas poderia minimizar os diferentes impactos adversos sobre a produtividade agrícola que foram quantificados na seção 2. Os agricultores nas regiões temperadas deveriam ter a capacidade de se adaptar às temperaturas mais quentes usando as espécies existentes que são cultivadas atualmente em zonas mais tropicais. Ou seja, as espécies cultivadas nos climas mais quentes podem ser transplantadas para ambientes que estão em processo de aquecimento, mudando de baixas para altas latitudes. Essa prática supõe que o comércio e as normas regulatórias estejam abertos a essa transferência de tecnologia. Uma questão que os governos podem ter de considerar é se as normas que regem a introdução de novas espécies (trate-se ou não de organismos geneticamente modificados - OGMs) no país deveriam ser revistas à luz do aumento de valor da “absorção” de tecnologia estrangeira.⁹⁵ O cálculo de custo-benefício no qual essas normas se baseiam poderia ser profundamente afetado pela mudança climática.

Na medida em que as espécies existentes atendem de modo geral às necessidades dos agricultores nas áreas que não se situam nas faixas extremas de tolerância das culturas, essas condições talvez não precisem constituir o foco principal da pesquisa e desenvolvimento de novas espécies. Nesses casos, as investigações deveriam se concentrar nas limitações da produtividade das lavouras que estão sendo cultivadas nas áreas próximas aos seus limites de tolerância à temperatura. Contudo, esta pode ser uma tarefa desafiadora. Muitas espécies na América Latina e no Caribe são cultivadas em faixas muito estreitas de temperaturas e densidades pluviométricas, e podem ser suscetíveis aos efeitos desses limites (Baez e Mason, 2008). O problema é ilustrado pela experiência da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) no desenvolvimento de espécies genéticas de culturas que são mais tolerantes a altas temperaturas e à escassez de água, assim como a doenças e pestes (híbridos de mandioca e de banana). A Embrapa descobriu que a biotecnologia pode ajudar as lavouras a lidar com as pressões de caráter climático e com aumentos de temperatura até 2°C. Acima desse nível, a eficiência dos aperfeiçoamentos genéticos será reduzida já que impedirá a fotossíntese (Assad e Silveira Pinto, 2008). De qualquer modo, os avanços tecnológicos levam tempo para se materializar e são dispendiosos. É necessário entre 5 e 10 anos para que novas espécies sejam desenvolvidas e liberadas, e talvez um período ainda mais longo para que possam ser adaptadas a condições agroecológicas específicas.

Políticas de adaptação facilitadoras

Argumenta-se frequentemente que boas políticas de desenvolvimento são também boas políticas de adaptação. Um nível mais elevado de renda e de capital humano aumenta a resistência a choques de todos os tipos e proporciona às famílias a capacidade de lidar melhor com as mudanças. Esse tema é bem ilustrado por um tipo de desastre natural ocorrido na Península de Yucatán, no México, onde dois furacões atingiram a região em um espaço de 22 anos. Em 1985, o furacão Janet, de categoria 5, provocou uma tempestade que matou mais de 600 pessoas. O furacão Dean passou quase pelo mesmo local em 2007, provocando uma tempestade com intensidade ainda maior, mas sem perda de vidas. Nesse intervalo de 22 anos, as rendas das famílias aumentaram e as instituições públicas se desenvolveram, fazendo com que as pessoas estivessem mais bem preparadas.⁹⁶

O fato de as políticas de adaptação e de desenvolvimento terem muitos pontos em comum representa um fator positivo porque as opções a serem feitas em detrimento de outras, ao decidir sobre a necessidade de atuar prontamente ou de adiar as ações, não se tornam tão difíceis. No caso de muitas iniciativas que se constituem em medidas econômicas adequadas, mas podem enfrentar oposição política ou têm atualmente baixa prioridade, o espectro da mudança climática pode alterar o cálculo no sentido da aceitação da reforma. Nesse caso, não há razão para adiar as ações. Existem outras áreas nas quais iniciativas

urgentes estão bem justificadas já que são necessárias para enfrentar alterações no clima que já estão ocorrendo ou impedir danos irreversíveis, especialmente aos ecossistemas sujeitos a pressões climáticas. No caso de outras medidas, contudo, os altos níveis de incerteza associados à previsão das mudanças de longo prazo no clima criam riscos que podem superar qualquer vantagem das ações imediatas. É necessário, portanto, fazer uma triagem ou priorização das intervenções para identificar as que precisam ser realizadas no curto prazo e as que podem ser adiadas. A seguir, mostramos alguns dos mais importantes exemplos de políticas que facilitam as respostas de adaptação e constituem em geral boas práticas de desenvolvimento.

Fortalecimento dos instrumentos de monitoramento e de previsão climática

Essa medida proporciona melhores informações para reduzir a incerteza e ajudar as pessoas a fazer escolhas bem fundamentadas. Alguns dos tipos de ferramentas mais valiosas para limitar a incerteza são um banco de dados com o histórico do clima, instrumentos de monitoramento meteorológico, sistemas para analisar dados climáticos com o objetivo de determinar padrões de variação e de limites extremos intra-anuais e intersazonais, dados sobre vulnerabilidades sistêmicas e a eficácia da adaptação, por exemplo, limites críticos de resistência (FAO 2007). Estudos recentes, por exemplo, quantificaram o possível valor econômico das previsões climáticas com base nas projeções do fenômeno El Niño-Oscilação do Sul (ENSO, na sigla em inglês⁹⁷). Eles mostraram que o aumento do retorno líquido, em função de previsões mais adequadas e de consequentes ajustes nos processos de produção agrícola, poderiam atingir 10% no Chile para o caso da batata e dos cereais de inverno; 6% para o milho e 5% para a soja na Argentina; e entre 20% e 30% para o milho no México, quando as práticas de manejo da lavoura são otimizadas (por exemplo, data do plantio, fertilização, irrigação, variedades de espécies cultivadas). O ajuste da combinação de cultivos poderia produzir possíveis benefícios próximos a 9% na Argentina (IPCC 2007). A disponibilidade de previsões confiáveis, juntamente com pesquisa agrônômica, levou a uma queda nos danos à lavoura nos períodos de seca em regiões do Peru e do Brasil (Charvériat, 2000). No entanto, na América Latina e no Caribe, até mesmo os equipamentos são inadequados e em alguns casos a situação piorou ao longo do tempo porque a infra-estrutura de coleta de dados se deteriorou. A densidade das estações meteorológicas vem diminuindo na maioria dos países da região devido, em parte, às limitações fiscais para a manutenção do equipamento e o treinamento de pessoal. Na Bolívia, por exemplo, restam atualmente cerca de 300 estações climáticas em funcionamento entre as 1000 existentes há alguns anos. Da mesma forma, a Jamaica está operando em torno de 200 estações meteorológicas de um total de 400 em 2004, e situações semelhantes são encontradas na Guatemala e em Honduras. A instalação de mecanismos efetivos para disseminar as informações sobre o clima também é essencial. Consultas nos países da região mostraram que mesmo quando esses

dados estão em princípio disponíveis, não são divulgados de modo adequado para as partes interessadas.

Fortalecimento da proteção social

As evidências revelam que o consumo de alimentos e de outros itens básicos, a educação, a saúde e a nutrição são especialmente vulneráveis a choques. Redes de proteção social bem direcionadas, redimensionáveis e anticíclicas podem ajudar as pessoas mais desprovidas a não cair na “armadilha da pobreza permanente” e serem forçadas a adotar estratégias de produção de “baixo risco e limitado retorno”, ou a liquidar bens produtivos em resposta ao choque climático. Diversos países na região da América Latina e do Caribe estiveram na vanguarda do desenvolvimento de transferências condicionais de renda como um instrumento de proteção social com programas como *Familias en Acción* (Colômbia), *Bolsa Família* (Brasil), *Red Solidaria* (El Salvador), *Oportunidades* (México), *Red de Protección Social* (Nicarágua), *Programa de Asignación Familiar* (Honduras) e *Atención a Crisis*, uma experiência piloto para responder especificamente aos choques climáticos na Nicarágua.

Há muitas comprovações de que esses programas podem ser eficazes para mitigar diversos tipos de choques. As famílias rurais na área de influência do *Oportunidades*, no México, interagem constantemente com desastres naturais e, de acordo com seis pesquisas realizadas entre 1998 e 2000, cerca de 25% foram vítimas desses fenômenos. Após esses impactos, muitas famílias são forçadas a retirar os filhos da escola, correndo o risco de caírem em uma armadilha de pobreza ao longo de muitas gerações. No entanto, a segurança indireta oferecida pelo programa resulta em mais uma criança mantida na escola em cada cinco protegidas (de Janvry et al, 2006). Em resposta à crise do café de 2000–2003, o consumo dos participantes no *Red de Protección Social*, na Nicarágua, caiu apenas 2%, comparado a mais de 30% para os não-participantes (Vakis et al, 2004). Resultados semelhantes foram encontrados para o *Programa de Asignación Familiar* em Honduras, destinado a proteger o consumo e os investimentos em capital humano infantil das famílias plantadoras de café participantes devido à crise (World Bank, 2005a). Os fundos sociais também demonstraram ser um instrumento adequado para aumentar a resistência aos choques climáticos, com a vantagem de possibilitar uma reação rápida (Vakis, 2006), como mostra o Quadro 6.

É claro que cada tipo de rede de proteção social tem seus pontos fortes, fracos e desafios à sua implementação, e a sua eficácia poderá variar de acordo com os países e os choques climáticos. Não se deve adotar um padrão único ao planejar intervenções efetivas, e as escolhas dos formuladores de políticas precisam levar em conta esse grau de heterogeneidade entre os diversos programas. Alguns recursos específicos talvez precisem ser incorporados para adaptar esses instrumentos aos choques climáticos como, por exemplo, as condicionalidades para desestimular a exposição aos riscos do clima.

Na Nicarágua, a novidade do programa *Atención a Crisis*, planejado especificamente levando em conta os riscos climáticos, foi acrescentar duas intervenções (treinamento vocacional e uma série de investimentos produtivos) ao conjunto padronizado de nutrição e educação, com o objetivo de melhorar a resistência das famílias pobres rurais aos riscos naturais e às crises econômicas.

Quadro 6. Fundos Sociais e Desastres Naturais:

O Exemplo do Fundo Hondurenho de Investimento Social e o Furacão Mitch

Apesar de o furacão Mitch ter vitimado milhares de hondurenhos, desabrigado um milhão de pessoas e infligido danos equivalentes a dois terços do PIB, houve um aumento moderado na pobreza durante o período de recuperação.

Essa notável realidade pode ser atribuída à eficácia do Fundo Hondurenho de Investimento Social (FHIS), um programa público criado em 1990 para financiar investimentos de pequena escala nas comunidades pobres. Originalmente concebido como um antídoto aos efeitos adversos das políticas de ajuste estrutural, o FHIS se tornou rapidamente uma espécie de programa de resposta emergencial, depois que o Mitch devastou o País em 1998.

O FHIS impediu com êxito que o desastre agravasse a pobreza, estimulando a atividade econômica e restaurando os serviços sociais básicos. Passados 100 dias do furacão, o programa aprovou recursos no valor de US\$40 milhões para 2100 projetos comunitários e, no final de 1999, o Fundo investiu em 3400 projetos, ou seja, quatro vezes o número de investimentos, comparado a um período anterior ao furacão. Os projetos priorizaram a retirada dos escombros e o conserto e reconstrução do encanamento de água, dos sistemas de saneamento, das estradas, pontes, centros de saúde e escolas, acelerando assim a recuperação nacional e gerando cerca de 100.000 empregos por mês nos três meses seguintes à crise.

A estrutura descentralizada e a flexibilidade do FHIS permitiram a sua resposta ágil e decisiva. Com base nas sólidas parcerias estabelecidas anteriormente com os municípios e as comunidades, os diretores do Fundo instalaram 11 escritórios regionais temporários e delegaram responsabilidades e disponibilizaram recursos imediatos, reduziram o número de etapas de 50 para 8 no ciclo dos subprojetos, definiram salvaguardas para garantir a prestação de contas e a transparência, assim como o acesso efetivo ao financiamento da Associação Internacional para o Desenvolvimento. De acordo com a conclusão de um artigo que analisa os resultados dos programas, publicado sete anos mais tarde, o “FHIS demonstra que um fundo social pode desempenhar um papel vital na rede de proteção social quando ocorrem desastres naturais”.

Em particular, essas intervenções têm como objetivo reduzir o emprego *ex ante* de estratégias de gestão de risco e de adaptação ineficientes e dispendiosas (em termos de bem-estar humano). De fato, a avaliação mostrou que, além dos efeitos sobre o consumo, a educação e a nutrição, esses pacotes suplementares ampliaram a diversificação da renda e o uso de poupança previamente aos choques, além de reduzir o trabalho infantil e a venda de ativos com posterioridade aos choques. Outras lições para o planejamento de programas recomendam que devem ser elaborados de modo a permitir a sua rápida ampliação ou redução, e que os seus pagamentos sejam dirigidos de forma adequada. As duas abordagens para a destinação dos programas são: (a) elegibilidade anterior ao choque climático baseada nos graus de exposição a risco e de pobreza e/ou vulnerabilidade, e (b) direcionamento posterior que incorpore os níveis reais de danos e impactos.

Fortalecimento da capacidade das famílias e dos governos de administrar os riscos, especialmente os choques climáticos

Com o objetivo de facilitar os esforços privados de adaptação, é importante fortalecer os mercados de seguro particulares para lidar especialmente com os choques climáticos. Entre as regiões em desenvolvimento, a América Latina e o Caribe está em segundo lugar somente atrás da Ásia em termos do desenvolvimento de seguros climáticos, mas o mercado é ainda muito limitado. Além disso, o seguro climático com base em índices, que é provavelmente a forma mais viável no longo prazo, ainda é um conceito relativamente desconhecido em muitos países, não obstante a significativa assistência técnica para a sua adoção. Para ampliar esse mercado, alguns obstáculos precisam ser superados. Um deles é que os mercados de seguros em geral ainda não estão desenvolvidos na região. Avaliada na forma de prêmios como percentual do PIB, a ALC está defasada em comparação às regiões em desenvolvimento da Ásia, da África e do Leste Europeu (Swiss Re).

Uma outra barreira é a ausência de um marco regulatório que estimule a adoção desse tipo de instrumento na maioria dos países da região. Um terceiro obstáculo é que as seguradoras locais não podem ou não estão propensas a assumir o risco associado a catástrofes. Uma lição da experiência do fornecimento de assistência técnica para desenvolver esse mercado é que algumas vezes os governos necessitam assumir esse segmento de alto risco e talvez delegar uma parte do risco aos mercados internacionais de resseguro. A falta de dados climáticos também é um problema e, conforme observamos acima, parece estar aumentando. Instituições inovadoras internacionais, como o Fundo Caribenho de Seguro contra Riscos de Catástrofes, estão ajudando os governos nessa região a administrar a sua própria exposição ao risco climático, e providências estão sendo tomadas para desenvolver um fundo semelhante na América Central. Contudo, é preciso reconhecer que, embora o seguro possa ajudar a resistir aos choques do clima no curto prazo - que poderão se tornar mais graves no futuro - não tem possibilidade de compensar as tendências de longo prazo. Os governos poderão ter de ajustar as suas políticas internas de seguro e também as de compensação de prejuízos. Se essas medidas oferecerem garantias às pessoas contra o seu próprio comportamento de risco, compensando-as pelas perdas decorrentes dos impactos resultantes do clima, essas políticas poderão prejudicar o incentivo a uma adaptação adequada às mudanças climáticas.

Fortalecimento dos mercados

No plano nacional, dois tipos de mercados merecem uma prioridade mais alta porque estão defasados na maioria dos países em desenvolvimento e também porque serão especialmente importantes para a realização de ajustes em relação às mudanças no clima.

1. *Mercados de água.* Muitos dos mais importantes impactos das mudanças climáticas serão intermediados pela disponibilidade de água, ainda que os direitos nesse setor estejam mal definidos e a água não seja devidamente valorizada na maioria dos países. Em quase todos os sistemas hídricos no mundo inteiro,⁹⁸ grandes volumes de água têm sido usados em lavouras de baixo valor. Na América Latina e no Caribe, o Chile e o México apresentaram grandes avanços, mas mesmo assim o planejamento dos mercados nesses países ainda está longe de ser adequado à distribuição de água para usos de mais alto valor. Estudos indicam que direcionar a água para o seu uso mais valioso pode reduzir de modo significativo os efeitos nocivos da mudança climática. Um estudo preliminar, realizado para este relatório, utilizou um simples exercício de simulação ilustrativo para quantificar o custo econômico da previsão de diminuições no volume de água da bacia do Rio Bravo, no México, em 2100.⁹⁹ Em um cenário de “inadaptação”, a escassez foi solucionada por reduções proporcionais uniformes em todos os tipos de usos (agricultura, indústria e residencial). Em outro cenário, a água foi distribuída para utilizações com o valor mais elevado, como ocorreria se fosse tarifada de forma eficiente. O custo econômico no primeiro cenário foi centenas de vezes maior do que no segundo, o que ressalta a habilidade de uma política eficaz de adaptação para reduzir os gastos com a mudança climática, que não impede a adoção de medidas complementares para lidar com as despesas de ajuste e as implicações distributivas. Em alguns casos, as transferências entre bacias podem ser úteis na abordagem regional da escassez de água, como ocorreu na Califórnia. Na América Latina e no Caribe, é possível adotar esse tipo de opção na bacia do rio Yacambu, na Venezuela; nas bacias dos rios Catamayo e Chira, no Equador e no Peru; no Alto Piura e Mantaro, no Peru; e na bacia do rio São Francisco, no Brasil (Magrin et al, 2007). No entanto, a organização dessas transferências exigirá grandes planejamentos, investimentos e, em alguns casos, coordenação internacional. Instituições internacionais eficientes serão necessárias não apenas para facilitar o comércio de água transfronteiriço, mas também para aperfeiçoar os mecanismos de mediação de conflitos provocados por alterações na disponibilidade hídrica (Fundação das Nações Unidas).
2. *Mercados financeiros.* Os mercados financeiros desempenham dois papéis em relação à adaptação às mudanças climáticas. No curto prazo, os serviços financeiros permitem que os indivíduos se ajustem de modo eficiente aos choques climáticos usando ou não a poupança para nivelar o consumo. No longo prazo, as instituições financeiras representam fontes de investimento de capital, necessárias ao financiamento das despesas com adaptação. Enquanto as áreas urbanas em muitos países na América Latina e no Caribe são razoavelmente bem servidas por instituições financeiras, isso não ocorre nas áreas rurais, especialmente no caso dos pequenos agricultores, por razões associadas ao alto custo de transação e à limitada possibilidade desses

clientes de oferecer garantias colaterais. No entanto, há bons exemplos de como essas barreiras podem ser superadas. É possível utilizar o capital social e o monitoramento informal com bom proveito. Adotando uma abordagem da cadeia de valor, por exemplo, a Fundação para o Desenvolvimento Empresarial e Agrícola (FUNDEA), da Guatemala, financia insumos e produtos para pequenos agricultores, aceitando lavouras em pé como garantia. Além disso, as políticas públicas podem apoiar os testes-piloto de inovações tecnológicas que reduzem o custo e o risco da oferta de instrumentos financeiros aos produtores rurais de pequena escala. Da mesma forma que os telefones celulares podem agilizar as informações sobre mercados e preços para os produtores, o chamado banco móvel, que está sendo testado no Brasil, também é capaz de reduzir substancialmente o custo das transações financeiras rurais.¹⁰⁰ Onde for adequado, as normas financeiras podem necessitar ser reformadas para eliminar os tetos das taxas de juros e permitir que as instituições mobilizem os depósitos da poupança, talvez por meio de postos bancários, aproveitando as agências de correios, os postos de gasolina e outros estabelecimentos do varejo já existentes como canais para viabilizar as transações financeiras rurais. O estímulo à coleta de dados sobre crédito por meio de escritórios de informação também reduziria o atual prêmio de risco associado ao empréstimo rural, minimizando a falta de dados para possibilitar a avaliação do risco da conduta de prováveis mutuários. O crédito rural para pequenos agricultores também poderia se beneficiar da criação e expansão dos instrumentos de seguro para proteção contra perdas, e em alguns países o seguro já está sendo combinado ao microcrédito.

Associada à função de nivelamento do consumo desempenhada pelos mercados de crédito, a natureza dos choques climáticos causa uma importante repercussão nas políticas. Esses fenômenos tendem a ser altamente correlacionados ao longo de áreas muito extensas. Isso significa que uma instituição financeira com uma base de clientes concentrada em uma região - especialmente a área rural, onde muitos correntistas dependem direta ou indiretamente da agricultura - pode estar mal equipada para lidar com um desses choques, porque todos os seus depositantes necessitariam retirar a sua poupança ao mesmo tempo. Um modo de tratar essa questão é fazer seguro dos empréstimos contra riscos climáticos. A outra estratégia é se apoiar na diversidade geográfica. As políticas reguladoras podem estimular a confiança no seguro por meio da atribuição, por exemplo, de um prêmio sobre os créditos garantidos ao calcular os coeficientes para a adequação do capital. De modo alternativo ou combinado, essas medidas podem promover o desenvolvimento de instituições financeiras que possuam uma clientela que não seja exclusivamente rural e que não esteja muito exposta aos riscos climáticos. Especialmente nos países pequenos, os bancos estrangeiros podem estar mais

bem colocados para desempenhar essa função, mas em qualquer caso, a política reguladora poderia ser planejada de modo a incentivar o estabelecimento de vínculos abrangentes fora de uma base rural de clientes.

É essencial uma massa crítica de participação dos países de renda alta

Especialmente na área das políticas de mitigação, uma forte liderança de todos os países ricos é uma pré-condição para o avanço na luta contra o aquecimento global, por exemplo, mediante um acordo internacional do qual todas essas nações possam ser signatárias. Essa iniciativa é importante não somente para servir de exemplo aos outros países que estão adotando um caminho que leva em conta baixas emissões de carbono, mas também para criar a percepção de que esse acordo é equitativo, o que lhe atribuirá credibilidade. Sob uma perspectiva econômica, esse tipo de participação também é necessária para criar um mercado de tamanho suficiente que vise gerar incentivos para investimentos em pesquisa, desenvolvimento e produção, necessários nesse empreendimento em larga escala. O mercado poderia, em grande parte, ser impulsionado tanto por meio de estímulos criados pela valorização das emissões de carbono quanto por algum tipo de imposto aplicado sobre essas liberações, ou então por um sistema para limitar e negociar as emissões. Países individuais provavelmente também estabelecerão normas, impostos e subsídios de diversos tipos. Na medida do possível, contudo, o sistema como um todo geraria em circunstâncias ideais um preço líquido para as emissões de carbono, uniforme para todos os países e atividades.

Além do acordo para intensificar as ações, com vistas a reduzir as suas próprias emissões, a atuação dos países de renda alta é necessária em diversas outras áreas:

A necessidade da liderança dos países de renda alta no desenvolvimento e na transferência de tecnologia

Embora a fixação de preços para o carbono crie automaticamente incentivos para o avanço nas tecnologias destinadas a reduzir as emissões, a natureza social do conhecimento necessitará do financiamento público para alguns tipos de pesquisa com vistas a apoiar a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas nos países em desenvolvimento. Este é o caso da pesquisa básica – que tem como objetivo gerar conhecimento sem aplicação comercial no curto prazo - e especialmente as investigações que lidam com tecnologias para as quais o principal mercado está nos países onde a população tem baixo poder de compra. Além disso, as nações de renda alta possuem base comercial e capacidade para realizar pesquisa e desenvolvimento de tecnologias avançadas para a geração de eletricidade com baixo teor de carbono e eficiência energética. Por exemplo, uma grande parte da tecnologia de energia baseada em ventos de baixa velocidade que agora está sendo empregada nas estações eólicas da região é originária da Alemanha, enquanto a tecnologia para modernizar as frotas de ônibus com

motores híbridos vem do Japão, do Brasil e dos Estados Unidos. Uma parte dessa absorção de tecnologia tem sido financiada por meio de créditos de carbono (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo). Os projetos de pequena escala patrocinados por doadores financiaram durante anos os investimentos em tecnologia limpa, como as micro usinas hidrelétricas, no Peru, e as bombas de irrigação movidas a energia solar, no Brasil. No entanto, métodos mais inovadores precisam ser encontrados para acelerar esse processo no futuro. Várias idéias foram propostas sobre mecanismos pelos quais os doadores poderiam estimular o desenvolvimento e a difusão de tecnologia nesses países. Os esquemas poderiam incluir compromissos antecipados para compra de uma quantidade definida de produtos, aquisição de direitos de propriedade intelectual existentes visando tornar a tecnologia amplamente disponível ou a oferta de prêmios para tipos específicos de tecnologias.

O apoio à pesquisa internacional sobre mudança climática será importante, da mesma forma que para os estudos sobre adaptação. Especialmente importantes serão as tecnologias destinadas a manter a produtividade agrícola. Nessa área, as empresas privadas produtoras de sementes estão investindo de modo substancial no desenvolvimento de espécies, inclusive organismos geneticamente modificados (OGMs) com as características necessárias para resistir às alterações climáticas. Mas não se pode esperar que a iniciativa privada se concentre nas espécies de polinização aberta, que seriam mais úteis para os pequenos produtores nos países em desenvolvimento. Para isso, serão necessárias pesquisas que contem com apoio internacional por meio dos centros do Grupo Consultivo em Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR, na sigla em inglês).

Financiamento da adaptação humana e dos ecossistemas nos países em desenvolvimento

De acordo com a análise na seção 3, as considerações sobre equidade requerem a participação dos países de renda alta — que têm a principal responsabilidade pela emissão dos gases do efeito estufa causadores do aquecimento global — para subsidiar os conseqüentes custos de adaptação nas nações em desenvolvimento, levando em conta os diversos graus de responsabilidade e capacidade dos diferentes países. O mecanismo pelo qual os subsídios são administrados é importante e deveria ser, em condições ideais, compatível com os princípios econômicos que moldam o comportamento de adaptação. Como as políticas de adaptação coincidem em grande medida com as políticas de desenvolvimento, poderá fazer mais sentido simplesmente aumentar os fluxos de ajuda por meio dos mecanismos existentes (multilaterais e/ou bilaterais), ao invés de criar novos instrumentos, desde que (a) esse financiamento seja adicional e transparente em relação aos fluxos normais e (b) a ajuda seja concessional, até mesmo para os países de renda média.

Além de apoiar a adaptação humana às mudanças climáticas, cabe às nações de renda alta fornecer apoio financeiro e técnico para que os países em desenvolvimento preservem os ativos públicos globais da biodiversidade. Muitos ecossistemas na América Latina e no Caribe ameaçados pelas alterações climáticas são importantes para a humanidade. Os projetos de adaptação financiados com recursos internacionais já estão sendo testados pelo Fundo para o Meio Ambiente Mundial (GEF), e os que forem bem-sucedidos poderão ser ampliados e reproduzidos. Há também um novo componente para adaptação dentro dos novos Fundos de Investimento Climático administrados pelo Banco Mundial, para os quais os países doadores podem contribuir.

Manutenção de um regime aberto de comércio internacional para facilitar uma eficiente adaptação e mitigação

Ainda que todos os países membros da Organização Mundial do Comércio (OMC) tenham um papel a desempenhar, a liderança das nações de renda alta será decisiva para o estabelecimento de um acordo sobre as questões que são especialmente relevantes na OMC, de forma a ajudar o mundo a enfrentar os desafios criados pela mudança climática. Em primeiro lugar, todos os tipos de barreiras impostas ao comércio de alimentos precisarão ser efetivamente revistas. Isto facilitaria a reforma dos padrões do comércio de alimentos à medida que a mudança climática leve a alterações de longo prazo nos padrões de produção. Ajudaria também a distribuir melhor os efeitos de choques de oferta de curto prazo, assim como também a garantir que os consumidores e produtores possam reagir de modo adequado. Compreendendo uma parcela de cerca de 11% da agricultura mundial e das exportações de alimentos, a América Latina e o Caribe representam atualmente uma importante região exportadora dessas *commodities*. Contudo, alguns países poderão sofrer grandes perdas de produtividade, levando a substanciais mudanças nos padrões do comércio de alimentos dentro e fora da região. Por isso, essa questão é de vital importância para a ALC.

Uma das lições dos recentes aumentos abruptos nos preços dos alimentos é que quando ocorre uma escassez, os países tendem a reagir implementando políticas comerciais protecionistas que resguardam os consumidores e produtores domésticos das oscilações nos preços internacionais e, assim, deslocam os custos do ajuste para as outras nações. Esse procedimento compreendeu reduções específicas nas barreiras de importação e o aumento dos obstáculos à exportação, nenhum dos quais é efetivamente regido pelas atuais normas da OMC. Muitos governos também responderam a essa crise concentrando-se nas medidas para aumentar o seu grau de auto-suficiência na produção de alimentos. No futuro, à medida que a mudança climática aumente o custo de produção de gêneros alimentícios em alguns países, a tentativa de manter os níveis de auto-suficiência se tornará igualmente cada vez mais cara. Isso sublinha a importância de manter o sistema comercial aberto de forma que

os países se sintam confiantes na possibilidade de contar com esse fator para atender às suas necessidades de alimentos.

Em segundo lugar, as barreiras comerciais impostas aos bens e serviços que ajudam a reduzir as emissões seriam, de forma ideal, eliminadas. Essas questões estão sendo tratadas atualmente nas negociações da Rodada de Doha, mas o avanço tem sido limitado. De especial interesse para a América Latina e o Caribe é a redução dos obstáculos ao comércio do etanol. Essa questão é de grande importância para o Brasil, que é o produtor com o custo mais baixo no mundo, mas pode ser relevante para outros países na região onde o etanol pode ser produzido de modo eficiente a partir da cana-de-açúcar. Sob a dupla perspectiva da eficiência e da eficácia na redução de emissões, o mundo tem interesse em garantir que o etanol seja fabricado onde isso possa ser feito com mais eficiência, ao invés de em países onde o processo exige altos subsídios e existem grandes barreiras comerciais. As políticas comerciais e os subsídios atuais nas nações de renda alta geraram enormes distorções nos mercados agrícolas, com impactos adversos sobre os consumidores de alimentos de baixa renda no mundo inteiro e, na melhor das hipóteses, com reduções mínimas nas emissões de carbono.

Por fim, o Comitê sobre Barreiras Técnicas ao Comércio, da OMC, já está envolvido na revisão do crescente número de padrões e de requisitos de rotulagem associados à eficiência energética ou ao controle de emissões. Esse organismo poderia desempenhar também um importante papel ao assegurar que outras políticas comerciais, incluindo as tarifas cobradas com base nos compromissos de redução de emissões ou nas normas ambientais do país produtor, não sejam discriminatórias nem restrinjam necessariamente o comércio.

Uma arquitetura global para a mudança climática adequada à América Latina e ao Caribe também é necessária

Tanto para a América Latina e o Caribe quanto para outros países em desenvolvimento, as características da arquitetura do regime climático para o período posterior a 2012 será essencial. Na forma como está desenhado, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) não pode concretizar o potencial da região de reduzir com baixo custo as suas emissões de GEE.¹⁰¹ Na estrutura do regime pós-2012, há duas questões importantes para a região. Em primeiro lugar, sob a perspectiva do alto volume efetivo de mitigação a um custo baixo e da proteção da biodiversidade, o novo capítulo das normas deve incorporar as atividades de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação da Terra (REDD). Em segundo lugar, sob o ponto de vista do crescimento econômico sustentável menos intensivo em carbono, a América Latina e o Caribe necessitam de um mecanismo para o seu financiamento, que vá além da abordagem focalizada em projetos individuais do MDL. Esta abordagem não é suficiente para criar incentivos para mudar de forma substancial a intensidade de carbono dos investimentos a serem feitos nos setores de energia e de transporte,. Além

disso, ela não permite aproveitar muitas das oportunidades que existem para aumentar a eficiência energética da região.

Incorporação das atividades de REDD na arquitetura climática internacional

A questão mais importante para a América Latina e o Caribe nas negociações sobre o regime pós-2012 é provavelmente a incorporação da REDD à arquitetura climática internacional. O primeiro período de compromisso do Protocolo de Kyoto reconheceu apenas os projetos de florestamento e reflorestamento do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, e não incluiu a redução de emissões obtida por meio do desmatamento evitado ou de outros tipos de manejo florestal nos países em desenvolvimento. As negociações internacionais mais recentes têm avançado no sentido de reconhecer as reduções no desmatamento e na degradação das florestas, em relação a linhas de base pré-estabelecidas, como possíveis fontes de créditos de carbono e/ou de outro tipo de compensações em um regime pós-2012. Um importante desafio para o planejamento desses esquemas é o modo como se devem conceder créditos aos países que preservaram efetivamente as suas florestas e, por isso, têm uma taxa de desmatamento muito baixa em relação à linha de base.

Diversos tipos de propostas para incorporar as atividades de REDD surgiram nos últimos anos. Talvez a principal diferença entre as diversas proposições é quanto ao fato dos países desenvolvidos poderem receber créditos para as suas possíveis contribuições aos esforços de REDD no mundo em desenvolvimento. Um grande número de nações emergentes, inclusive na América Latina e no Caribe, prefere uma abordagem de mercado em que essas atividades possam gerar créditos com valor comercial. Outros países têm sugerido abordagens baseadas em fundos e não em mecanismos de mercado que gerem créditos comercializáveis. O Brasil, em particular, estabeleceu um fundo específico não vinculado ao mercado de créditos de carbono, exclusivo para REDD. O Fundo Amazônia receberá contribuições dos países industrializados, que não serão levadas em conta nos compromissos de mitigação das emissões assumidos por essas nações. O Fundo concederá incentivos financeiros para reduções nas taxas de desmatamento abaixo das linhas de base estabelecidas. Outras propostas têm combinado aspectos tanto das alternativas baseadas no mercado quanto daquelas centradas em fundos como os acima mencionados, estabelecendo também estímulos financeiros por tonelada evitada de CO₂.¹⁰²

Aperfeiçoamento dos mecanismos para apoiar um desenvolvimento menos intensivo em carbono

Alguns componentes da arquitetura global melhorariam a sua capacidade de promover incentivos para investimentos em tecnologia com baixo teor de carbono. Em primeiro lugar, para manter o perfil relativamente limpo da região na geração de energia, é especialmente importante que a estrutura do comércio de carbono reconheça o valor da energia hidrelétrica. Atualmente, a União

Européia, que é a principal compradora dessa *commodity* no mercado, requer que as reduções de emissão certificadas, provenientes de projetos hidrelétricos acima de 20 MW, cumpram as diretrizes da Comissão Mundial de Barragens. Na prática, essa exigência tem tornado mais complexo o registro de projetos e tem dificultado a inscrição de projetos, com exceção dos de pequeno porte. Uma incorporação mais adequada da energia hidrelétrica no mecanismo global poderia reforçar as ações nacionais que também precisam ser implementadas conforme a descrição abaixo.

Existem algumas questões adicionais relacionadas ao atual funcionamento do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que necessitam ser abordadas com o objetivo de poder concretizar todo o potencial de contribuição da América Latina para a redução das emissões. Um problema é que o atual MDL se concentra nas diminuições de emissões no nível de projeto, em relação a linhas de base predeterminadas. Essa abordagem centralizada em projetos torna difícil “catalisar as mudanças profundas e duradouras nas intensidades totais de GEE, que são necessárias para as economias dos países em desenvolvimento” (Figueres, Haites e Hoyt, 2005). Muitas das opções para alcançar essas reduções, especialmente nas áreas de eficiência energética e de agricultura, envolvem medidas ou investimentos que produzem individualmente um efeito limitado sobre as liberações de gases do efeito estufa e, por essa razão, não podem se qualificar como projetos ou são pequenos demais para justificar os custos de transação associados ao MDL, mas são significativos em termos agregados. Uma abordagem mais eficaz implicaria na mudança das próprias linhas de base para tornar o caminho do desenvolvimento menos intensivo em carbono (Heller e Shukla, 2003). Nesse contexto, em vez de focalizar as ações no nível de projeto, os esforços de diminuição nos países em desenvolvimento teriam de se voltar para a promoção de reformas em setores inteiros, como, por exemplo, energia, transporte, agricultura e florestas.

Um modo de implementar essa estratégia é *ampliar o MDL a fim de incluir as reduções obtidas pelos países emergentes, a través da implementação de políticas de desenvolvimento com baixo teor de carbono*. Uma primeira etapa importante nesse sentido foi a decisão tomada em dezembro de 2005, em Montreal, de incluir programas de atividades no contexto do MDL. Essa abordagem programática poderia ser especialmente relevante nas áreas de eficiência energética e substituição de combustíveis fósseis, em que a adoção de tecnologias com menos emissões de carbono ocorre em geral por meio de diversas ações coordenadas, que são executadas ao longo do tempo, freqüentemente por um grande número de famílias ou empresas como resultado de uma medida governamental ou de um programa voluntário. Nessa nova perspectiva, esses programas de atividades – e não apenas os projetos individuais – podem se tornar elegíveis para a venda de créditos de redução das emissões, o que diminui em grande parte os custos de transação, facilitando assim a participação de países pequenos e médios e de países menos desenvolvidos nesse mecanismo.

Outras extensões propostas para o MDL, que ainda não foram aceitas, incluem as abordagens baseadas em políticas e as abordagens setoriais. As primeiras têm como objetivo criar incentivos para transformar as estratégias de desenvolvimento em geral e torná-las mais direcionadas para a redução das emissões de carbono. Os créditos pela mitigação das emissões seriam concedidos aos países em desenvolvimento que cumprissem devidamente compromissos voluntários de diminuição de suas emissões de GEE, por meio de políticas e medidas direcionadas basicamente para os objetivos do desenvolvimento sustentável. A primeira etapa nesse sentido foi a decisão tomada em 2005 de incluir programas de atividades no MDL, mas outras iniciativas são necessárias para ampliar o impacto desse mecanismo. Na abordagem setorial (Samaniego e Figueres, 2002), os créditos de redução de emissões seriam concedidos aos países em desenvolvimento que ultrapassassem metas de diminuição adotadas de modo voluntário para setores específicos. Essas metas poderiam assumir a forma tanto de reduções nas emissões quanto de mudanças na relação entre emissões e produto, ou da adoção de políticas que levem a essas reduções.

Políticas nacionais de mitigação prioritárias na América Latina e no Caribe

Para compreender a importância relativa das políticas de mitigação nos diversos países da região, é conveniente agrupar estes últimos em três diferentes categorias, dependendo do seu total de emissões: (a) grandes emissores, os países que ultrapassam 1% das emissões globais; (b) pequenos emissores, os países responsáveis por menos de um milésimo das emissões globais; e (c) um grupo intermediário.

Como já foi mencionado, os maiores emissores regionais de GEE são o Brasil e o México (cerca de 2,3 e 0,7 milhões de toneladas de CO₂e ao ano, respectivamente, considerando todos os GEE).¹⁰³ Estes são os únicos países na região com liberações de CO₂e que excedem 1% das emissões globais, respondendo por mais de 60% do total da região. Ambos são membros de um grupo de grandes emissores entre os países em desenvolvimento que estão no centro das discussões sobre a redução das emissões. No médio prazo, essas duas nações provavelmente continuarão a predominar no cenário regional de CO₂. Por essa razão, a maior parte dos esforços de mitigação na América Latina e no Caribe continuarão possivelmente a estar muito concentrados nessas duas economias. No terceiro grupo de emissores intermediários, composto de 11 países: Argentina, Bolívia, Colômbia, Chile, Equador, Guatemala, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru e Venezuela, as ações de mitigação também poderão exercer algum efeito global. No entanto, este é um grupo diversificado e as prioridades de redução variam muito entre os países (veja a Seção 4 e o Anexo 1).

No entanto, a maioria das outras nações na região tem economias com baixas emissões de carbono, definidas como aquelas com um rastro de carbono inferior a 40 milhões de toneladas de CO₂e por ano, muitas destas também apresentam baixas intensidades de carbono. Essa categoria inclui a Costa Rica, El

Salvador, Honduras, o Uruguai e todos os países caribenhos. Em conjunto, esse grupo contribui com menos de 250 milhões de toneladas de CO₂ (cerca de 0,55% das emissões globais). Além disso, devido à sua limitada população ou como consequência da composição de suas emissões – geradas normalmente pelos setores de energia e transporte e, em alguns casos, por modestas taxas provenientes da mudança no uso do solo – é muito improvável que as emissões de GEE dessas nações apresentem alterações significativas no futuro. Ainda que isso ocorra, o impacto líquido global será insignificante. Contudo, é importante notar que, mesmo nesse grupo de pequenos emissores, as opções de mitigação “sem arrependimento” poderiam representar oportunidades significativas para enfrentar os importantes desafios do desenvolvimento, beneficiando-se do apoio financeiro e tecnológico da comunidade internacional.

Ao estabelecer as prioridades para os esforços de mitigação na América Latina e no Caribe, é razoável esperar que a mais alta prioridade será atribuída às medidas que combinem um baixo custo líquido (levando em conta os co-benefícios) e um elevado volume potencial de reduções, procurando-se ao mesmo tempo aproveitar aquelas em que há maiores oportunidades para se obterem benefícios financeiros nos mercados de carbono. Certamente, as prioridades irão variar de acordo com a situação de cada país, mas os setores que parecem se enquadrar melhor nesses critérios em toda a região são: (a) uso do solo e mudanças no uso do solo (especialmente na área de florestas), (b) geração de energia, (c) transporte e (d) eficiência energética.¹⁰⁴ Todos os países se beneficiariam também com a realização de um exame detalhado de suas políticas e marcos regulatórios para garantir que oferecem uma estrutura que permite aproveitar as oportunidades existentes no mercado de carbono. Com base nestes critérios, entende-se a prioridade dada aos objetivos de políticas públicas analisados nas próximas seções.

Redução das emissões geradas pela mudança no uso do solo

Embora seja essencialmente importante para a América Latina e o Caribe que a arquitetura climática futura incorpore as atividades de REDD, esta também é uma agenda que os países tem interesse em implementar fora da arquitetura global tanto de modo unilateral quanto bilateral.

Políticas florestais domésticas eficazes formam a base dos esforços para reduzir as emissões dessa fonte e aumentar a resistência desses ecossistemas com o objetivo de prepará-los para a mudança climática. Muitos países na região planejaram leis e regulamentações adequadas para o setor, mas a sua implementação efetiva e a garantia de que essas medidas vão atingir os objetivos de conservação das florestas se mostram desafiadoras. Algumas das principais restrições à interrupção do desmatamento são: (a) o fato de serem necessárias ações difíceis em termos políticos; (b) a necessidade de ajustes nas estratégias de desenvolvimento (compreendendo agricultura, transporte, mineração e energia)

que vão muito além do setor de florestas, mas exercem efeito sobre esses recursos; e (c) a crescente pressão da população.

Duas importantes abordagens do manejo florestal são as áreas protegidas e a regulação de concessões em terras que são propriedade privada. As florestas particulares abrangem áreas manejadas por comunidades e governos locais, ou por proprietários individuais. A gestão de uma parte relativamente pequena porém crescente de florestas na ALC está sendo descentralizada para governos locais e grupos indígenas, especialmente porque o reconhecimento dos direitos dos índios sobre as suas terras originárias vem encontrando uma alta ressonância na região. A parcela das florestas de propriedade particular na ALC ultrapassa em grande medida a cifra correspondente em outras regiões, com 56% na América Central, 17% na América do Sul, excluindo o Brasil, e 15% no Caribe, comparada à média global de 13%.¹⁰⁵ O manejo comunitário das florestas no México atingiu uma escala sem precedentes no mundo. Estima-se que três quartos das florestas mexicanas sejam propriedades de caráter coletivo, voltadas para a produção de subsistência ou pequenos cultivos – os *ejidos* - ou de grupos indígenas.

A posse da terra é importante em relação ao modo como as florestas são manejadas. Comparações empíricas recentes de diferentes tipos de posse de florestas indicam que naquelas que são de tipo comunitário, podem-se obter maiores benefícios, tanto em termos do seqüestro de carbono quanto das fontes de renda das populações locais, se determinadas medidas forem adotadas. Elas incluem o aumento da área das florestas sob controle coletivo, a concessão de maior autonomia às comunidades locais para o manejo de suas florestas e compensações aos proprietários para que reduzam o uso da floresta.¹⁰⁶ Em outros tipos de florestas privadas, abordagens inovadoras bem-sucedidas abrangem a adoção de instrumentos econômicos em vez de regulações, incluindo por exemplo as obrigações florestais transferíveis na Amazônia brasileira e os programas de pagamento por serviços ambientais. As áreas protegidas sob administração pública tendem a ser mais eficazes se contarem com recursos humanos adequados; guardas são importantes para transformar os “parques de papel” em parques operacionais, que interajam com os residentes locais.¹⁰⁷ No entanto, com muita freqüência, as áreas protegidas não contam com verbas suficientes, e como resultado o desmatamento não diminui. Por outro lado, se aplicadas de maneira muito rígidas, as regulamentações podem ter conseqüências sociais adversas sobre as comunidades da floresta, especialmente se elas proibirem o uso de produtos florestais. O custo econômico e social da criação de parques deve ser avaliado em relação às oportunidades econômicas apresentadas por outros tipos de manejo para melhorar os resultados sociais e a viabilidade política das medidas de proteção das florestas.

As políticas e os grandes investimentos fora do setor de florestas – política energética e agrícola, construção de rodovias e outros grandes projetos de infraestrutura - exercem um grande impacto sobre os recursos florestais. Ao abrir

novas fronteiras nas florestas para as atividades agrícolas e de extração de madeira, as estradas constituem a mais importante causa do desmatamento. O zoneamento agroecológico é um dos meios de mitigar a pressão do desmatamento criada pela construção de rodovias. O processo participativo de zoneamento agroecológico envolve a identificação de áreas com alto valor de biodiversidade e a priorização da infra-estrutura e de outras iniciativas no início do processo de planejamento, levando em conta os objetivos do crescimento econômico e da conservação. Esforços recentes de modelagem mostram que melhorar o planejamento rodoviário, o zoneamento agroecológico e a efetiva aplicação das metas de conservação nas áreas protegidas e nas terras privadas pode reduzir à metade as futuras emissões geradas pelo desmatamento no Brasil.¹⁰⁸

Somente uma abordagem conjunta multissetorial poderá tornar a conversão da floresta menos atrativa em relação a outras opções de uso do solo e reduzir as pressões exercidas por esses setores. No entanto, são necessárias soluções de políticas adaptadas ao tratamento de determinadas causas do desmatamento, que considerem as especificidades das condições sociais e econômicas de cada país e a situação de seus recursos florestais. Sob esse aspecto, a América Latina e o Caribe oferecem uma ampla gama de situações: desde um alto índice de desmatamento, por exemplo, na Nicarágua, passando por um reflorestamento líquido, como na Costa Rica, até um desmatamento historicamente baixo na Guiana. Frequentemente, a agricultura é a principal causa do desmatamento, às vezes como resultado das políticas incentivo à pecuária ou à lavoura extensiva. A posse de terra mal definida é uma característica marcante de diversos países da região que precisa ser avaliada. De especial relevância para as atividades de REDD, a capacidade de monitoramento técnico e humano, o conhecimento técnico e a habilidade para o manejo florestal variam de modo significativo entre os países da região. Portanto, combinações de políticas específicas a cada país da região são necessárias para se lidar melhor com o vínculo entre a floresta e o clima. Iniciativas como o Fundo de Parceria para o Carbono da Floresta (FCPF, na sigla em inglês) do Banco Mundial reconhecem a heterogeneidade entre os países e têm como objetivo fortalecer a capacidade para a formulação de soluções personalizadas quanto ao tratamento das atividades de REDD (Quadro 7).

Quadro 7. Apoio do FCPF às Soluções Personalizadas

O Fundo de Parceria para o Carbono da Floresta (FCPF) tem como objetivo fortalecer a capacidade dos países em desenvolvimento, incluindo pelo menos 10 nações da América Latina e do Caribe (Argentina, Bolívia, Colômbia, Costa Rica, Guiana, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai e Peru) para que se beneficiem com os futuros sistemas de incentivos positivos para as atividades de REDD. Nesse contexto, os países recebem assistência técnica com vistas a adotar ou aprimorar a sua estratégia nacional de redução das emissões geradas pelo desmatamento e a degradação florestal.

Os documentos de projeto (*Readiness Plan Idea Notes*) apresentados até agora pelos países da região que participam do FCPF sugerem que a maioria de seus programas e atividades planejados para reduzir as emissões do desmatamento e da degradação se enquadra nas seguintes categorias: (a) políticas e normas econômicas gerais; (b) políticas e normas para o setor florestal;

(c) mecanismos econômicos para a conservação de florestas; (d) programas de desenvolvimento rural; e (e) programas sociais.

Os exemplos de políticas e normas econômicas gerais para as atividades de REDD compreendem a vontade da Guiana de promover práticas menos destrutivas nas áreas de mineração e construção de estradas, e os esforços do México para integrar a conservação de florestas aos segmentos de agricultura e transporte.

As políticas e normas para o setor florestal constituirão provavelmente a maior parte dos programas e atividades de REDD na região. A Argentina, o México e a Nicarágua estão estabelecendo práticas alternativas de manejo florestal que incentivam a criação de oportunidades econômicas para as comunidades que dependem da floresta. A Bolívia e o México estão promovendo atividades florestais comunitárias. A Colômbia e a Guiana preferem a extração de maneira de baixo impacto. A Costa Rica, a Guiana, o México, a Nicarágua e o Panamá oferecem incentivos para reflorestamento e plantação de árvores com o objetivo de mitigar a pressão sobre as florestas naturais. A Costa Rica e o México consideram a possibilidade de reforçar a conservação e o manejo dos seus sistemas de áreas protegidas. Diversos países enfatizam a necessidade de melhorar a aplicação da lei florestal. O Paraguai está empenhado na descentralização do manejo florestal visando delegar poder aos governos locais na área de conservação e uso sustentável dos recursos florestais. A Guiana recorre à identificação e rastreamento da madeira para reduzir a extração ilegal.

Diversos tipos de mecanismos econômicos para a conservação de florestas estão sendo utilizados ou elaborados nos países da América Latina e do Caribe. A Costa Rica e o México continuarão a se valer de pagamentos por serviços ambientais em troca de proteção, reflorestamento e regeneração florestal, e a Colômbia poderá começar a fazê-lo. A Guiana vem utilizando as concessões de florestas. O Panamá poderá ampliar a sua experiência com as trocas de dívida por conservação da natureza. A Bolívia está analisando a possibilidade de fazer experiências com as permissões negociáveis de desmatamento.

Quanto aos programas de desenvolvimento rural, a Bolívia admite a necessidade da adoção de sistemas silvo-pastorais como uma alternativa mais eficiente e menos destrutiva para a pecuária e o desenvolvimento de atividades geradoras de renda nos altiplanos, com o objetivo de reduzir a migração para as terras baixas da região Amazônica. A Guiana propõe estimular o ecoturismo, o artesanato que utiliza produtos florestais não derivados da madeira, a aqüicultura e a eletrificação rural. O Panamá aperfeiçoará a administração agrária e continuará promovendo projetos de investimento no nível subnacional para melhorar os meios de subsistência rurais, enquanto o Peru está implementando vários projetos-piloto de REDD visando identificar atividades que também contribuam à redução da pobreza.

Finalmente, diversos países da América Latina e do Caribe estão propondo uma ampla gama de programas sociais para gerar benefícios diretos ou indiretos em termos de REDD. A Argentina sugere a concessão de direitos de propriedade de florestas para os índios e as comunidades rurais com o objetivo de interromper o deslocamento interno dos povos indígenas. A Bolívia deseja promover o uso sustentável dos recursos florestais não derivados da madeira, e dos serviços da fauna e do meio ambiente pelas comunidades rurais e as populações indígenas, de acordo com os seus conhecimentos, usos e costumes. A Guiana mobilizará as comunidades ameríndias para utilizar as suas terras tituladas de modo sustentável. O Panamá deverá se apoiar no Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável que está sendo implementado na região indígena de Ngöbe Buglé, com o objetivo de reduzir a pobreza e o desmatamento a ela relacionado.

Os países na região da América Latina e do Caribe são os líderes mundiais na implementação de esquemas baseados em incentivos, utilizando pagamentos pela conservação de florestas. Em 1996, a Costa Rica aprovou a Lei de Florestas n° 7575, que reconheceu os valiosos serviços ambientais prestados pelas florestas e estabeleceu bases legais para que os proprietários de terras contendo coberturas

vegetais possam vender esses serviços. Como resultado da lei, um grande número de contratos foi intermediado pelo Fundo Nacional para o Financiamento de Florestas (FONAFIFO). A maior parte dos pagamentos feitos aos proprietários de terras têm estado associados a serviços hidrológicos e à proteção das bacias hidrográficas e foram financiados por empresas geradoras de energia hidrelétrica e prefeituras. Mas a disponibilidade de novos recursos veiculados pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo para as atividades de florestamento e reflorestamento, assim como mecanismos para efetuar pagamentos pelas atividades REDD, representam uma fonte promissora de receitas para a Costa Rica no futuro (Pagiola, 2008). Em grande medida, esse país está sendo considerado um pioneiro mundial na área de pagamentos pelos serviços ambientais produzidos pelas florestas. A experiência do México com o *Programa ProArbol* (Quadro 8) mostra que essas iniciativas têm grande possibilidade de atrair o interesse dos proprietários ou usuários de terras. No entanto, a sua eficácia depende de que os programas sejam planejados cuidadosamente utilizando critérios claros a fim de direcionar os pagamentos de modo a atender os seus objetivos. Os esquemas de bancarização da conservação (Quadro 9) fornecem exemplos adicionais das inovações que emergem nessa área.

Quadro 8. Pagando para Proteger as Florestas por meio do *ProÁrbol* no México

Em 2003, o México instituiu um programa de remuneração por serviços hidrológicos ambientais. Esta iniciativa se transformou em um amplo esquema de pagamento pelos serviços ambientais prestados pelas florestas que, por sua vez, faz parte de um programa de apoio às florestas, o *ProÁrbol*. Desde o início de 2008, cerca de 1,4 milhão de hectares estão sujeitos a contratos de preservação, com expansão prevista para acima de 2 milhões de ha. O programa remunera os proprietários de terras pela conservação das florestas, sobretudo pelos serviços que prestam na gestão dos recursos hídricos. Os pagamentos são posteriores à constatação de que a conservação foi efetivamente realizada. Os contratos têm período de duração de 5 anos e sua renovação é condicional. Os participantes recebem remunerações em torno de US\$40/ha/ano para as florestas nubladas e de US\$30/ha/ano para os outros tipos de matas. Embora o programa tenha apresentado uma rápida evolução, o seu direcionamento foi inicialmente deficiente. Nos últimos anos, foram realizados muitos esforços para melhorar a sua focalização, por meio do estabelecimento de critérios claros de priorização. Estão sendo implementadas também iniciativas para diversificar o programa, substituindo a sua atual abordagem baseada numa receita única, de forma a adaptá-lo melhor às diferentes condições locais encontradas nas diversas partes do país.

Quadro 9. Bancarização da Conservação para Reduzir o Desmatamento e Proteger a Biodiversidade

Outra inovação para reduzir o desmatamento na região é a oferta do Presidente Jagdeo, da Guiana, de ceder a administração de toda a cobertura de floresta tropical de seu país, com mais de 18 milhões de hectares que ocupam uma área superior a 80% de sua superfície, ao governo britânico como contrapartida à sua assistência econômica. Embora a proposta ainda esteja em discussão, o governo e a Reserva Florestal Iwokrama, com uma área de 371.000 ha, negociaram, segundo informações, um contrato mais limitado com o grupo de investimento Canopy Capital. Acordos semelhantes firmados em outros países emergentes abrangeram um investimento da Merrill Lynch no valor de US\$9 milhões, em Sumatra, na expectativa de possíveis lucros provenientes da venda de créditos de carbono, e um esquema bancário de conservação da fauna,

na Malásia, estabelecido por uma empresa de investimento australiana, New Forests, que espera receber um retorno de 15% a 25% com a venda de “créditos de biodiversidade”. Esses exemplos enfatizam o potencial das florestas de gerar recursos financeiros mesmo fora do mercado de carbono.

O planejamento de políticas públicas eficazes requer, contudo, informações adequadas sobre o modo como a mudança no uso do solo afeta as emissões. Em geral, os países que estão interessados em avançar adotando uma estratégia de REDD deveriam considerar as seguintes etapas: (a) aperfeiçoar a estimativa das emissões derivadas da mudança no uso do solo no nível subnacional, usando imagens de alta resolução (por exemplo, Landsat com resolução de 30 metros); (b) fazer um inventário das florestas nacionais para estimar os estoques de carbono; (c) adotar uma abordagem baseada na modelagem explícita em termos espaciais para prever o desmatamento futuro; e (d) estabelecer um sistema nacional de monitoramento, relatório e verificação capaz de rastrear as mudanças no desmatamento e na degradação das florestas, assim como as resultantes emissões de GEE. Alguns países da América Latina e do Caribe já estão usando ou planejam utilizar técnicas de sensoriamento remoto de alta resolução com o objetivo de estabelecer a sua linha de base para as tendências do desmatamento e monitorá-las ao longo do tempo. Vários inventários de florestas também estão sendo planejados em países que ainda não os possuem: devido ao custo envolvido, atualmente poucas nações possuem esses inventários.

Reforma do transporte urbano

Muitas oportunidades imediatas de mitigação das mudanças climáticas estão disponíveis no setor de transporte da região, mas poucas têm sido aproveitadas. Quais são as medidas de políticas essenciais no setor para enfrentar as barreiras regulatórias e institucionais, bem como as falhas do mercado, que podem ter impedido a implementação de ações mais promissoras e com a maior probabilidade de mitigação e baixo custo, além de oferecer grandes benefícios complementares?

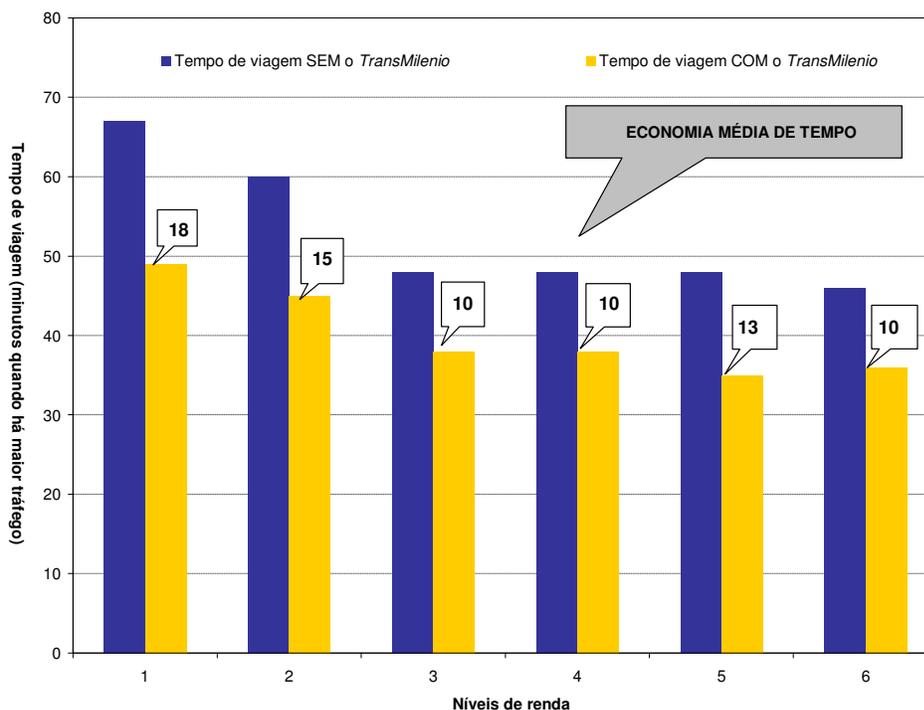
Ao contrário da maioria das abordagens anteriores que tendiam a se concentrar em uma solução técnica ou econômica para o setor, as políticas de mitigação serão mais eficazes se ampliarem o seu enfoque e tratarem simultaneamente de diversos aspectos dos problemas dos transportes: crescimento do uso de veículos particulares, deterioração dos sistemas de transporte público, vias deficientes para transporte não motorizado, cidades dispersas e falta de integração intermodal. Esses problemas exigem estratégias abrangentes que combinem o setor de transporte e o planejamento urbano. Um modo de estabelecer essa integração é o fornecimento de alternativas ao deslocamento em automóveis particulares, como os sistemas de transporte rápido por ônibus (Bus Rapid Transit, BRT) e ferroviário. Na região, as experiências pioneiras com BRTs — corredores exclusivos para ônibus, pré-pagamento de passagens e conexões modais eficientes — constituem o ponto de

entrada em um amplo processo de transformação urbana que visa tornar as cidades mais habitáveis com menos congestionamentos e melhor planejamento do uso do solo.

Os benefícios dos sistemas BRT e de transporte de passageiros em massa são maximizados quando combinados a um conjunto mais amplo de políticas de uso do solo, para estimular a densificação urbana ao longo dos principais corredores de transporte e promover a integração intermodal com as alternativas não motorizadas e outras modalidades de transporte, entre as quais os veículos particulares. Esse conjunto de medidas complementares pode reduzir o tempo de viagem, diminuir as emissões locais e globais, e proporcionar outros benefícios sociais. No caso do México, espera-se que uma combinação de iniciativas para diminuir as distâncias percorridas nas viagens diárias ao trabalho nas áreas metropolitanas, incentivando a densificação urbana e a implementação de padrões de eficiência para os veículos, reduza as emissões em 117 e 185 MtCO₂e respectivamente entre 2009 e 2030, além de produzirem outros benefícios sociais e ambientais.¹⁰⁹ Uma grande parte das vantagens complementares geradas por sistemas de transporte público mais eficientes pode resultar em ganhos para os pobres, como se torna evidente pela avaliação da distribuição de benefícios derivados da economia de tempo produzida pelo sistema BRT *TransMilenio*, em Bogotá (Figura 13).

Além da proposta de alternativas ao uso de veículos particulares, os incentivos à sua menor utilização e maior eficiência constituem outro elemento importante da agenda de mitigação. Para serem bem-sucedidas, as políticas no setor de transporte terão de levar em conta o aumento no uso de carros particulares e as emissões subseqüentes, sobretudo nas áreas urbanas da região. Esse objetivo pode ser alcançado com o aumento da eficiência dos veículos em termos de uso de combustíveis e com o emprego de combustíveis com menor conteúdo de carbono. Ainda mais importantes são as políticas que tornam os automóveis particulares menos atraentes e estimulam também o uso dos sistemas de transporte público e de massa. Estudos recentes no Brasil estimaram que a implementação de melhores padrões de eficiência para os automóveis poderia reduzir as emissões em cerca de 25 MtCO₂ ao ano, gerando ao mesmo tempo uma significativa economia financeira e uma diminuição na poluição local. No Peru, a renovação da frota de veículos também poderá acarretar um grande declínio nas emissões de em torno de 7 MtCO₂ ao ano, com custo negativo (considerando a economia de combustível). Finalmente, na Colômbia, a otimização das operações de transporte público e de carga possibilitará uma queda nas emissões de 95 MtCO₂e entre 2007 e 2030.¹¹⁰

Figura 13. As economias de tempo resultantes do *TransMilenio* são desproporcionalmente maiores para os pobres



Fonte: Cálculos da equipe do projeto *TransMilenio*.

A redução das emissões, dos congestionamentos e da poluição do ar gerada pelo transporte de carga na América Latina tem emergido também como uma prioridade máxima tanto na política climática quanto na agenda do setor de transportes. Os estudos para melhorar a logística e os projetos com vistas ao alcance dessas metas, que estão em curso na região, identificaram oportunidades para aumentar a eficiência dos combustíveis e diminuir as emissões de gases do efeito estufa e a poluição do ar local.¹¹¹ Medidas específicas incluindo programas de melhoria das operações, a manutenção da frota de veículos e o comportamento dos motoristas, dirigidos às grandes operadoras de transportes e empresas de frete, podem resultar em uma significativa economia de combustível, em substanciais benefícios econômicos e na redução das emissões de GEE.

Finalmente, o fornecimento de estruturas de coleta e avaliação de dados básicos aos administradores e ao conjunto mais amplo de partes interessadas ampliaria a compreensão dos vínculos básicos entre transporte, mudança climática e outras vantagens econômicas e ambientais. A quantificação desses co-benefícios e uma análise da viabilidade de sua implementação são importantes componentes de uma avaliação geral das opções alternativas - e às vezes complementares - de mitigação das mudanças climáticas. A disponibilidade das informações de diversos países sobre a possibilidade de redução das emissões no setor de transporte, como as citadas acima, representa uma importante

contribuição para facilitar o estabelecimento de prioridades nas políticas setoriais de mitigação; no entanto, as estimativas dos estudos já existentes não podem ser comparadas diretamente porque são baseadas em supostos divergentes e às vezes mal definidos. No setor de transporte, essas avaliações devem calcular o potencial de mitigação e os benefícios de poupar energia, reduzir a poluição do ar local e economizar tempo, usando metodologias coerentes a fim de garantir a comparabilidade entre os países. Devido ao seu caráter público, para que o fornecimento desse tipo de informação seja mais eficiente nos países em desenvolvimento, os dados deveriam ser harmonizados no nível global ou, ao menos, no plano regional.

As decisões sobre a política de transporte adotadas hoje na América Latina terão um profundo impacto sobre a habilidade da região em controlar as futuras emissões de gases do efeito estufa provenientes do setor. As políticas em curso também determinarão em parte de que forma outros importantes objetivos do desenvolvimento poderão ser alcançados nas áreas urbanas, incluindo nesse sentido melhoras nas áreas de saúde, eficiência econômica e qualidade de vida da população. A implementação de programas que promovem a motorização – como os investimentos de larga escala em rodovias e o planejamento urbano que estimula a dispersão das cidades em vez do uso dos sistemas de transporte público e da densificação das áreas metropolitanas – dificultará o retorno às opções de transporte mais sustentáveis no futuro. Por essa razão, as políticas de transporte precisam ser consideradas sob uma perspectiva de longo prazo, levando em conta a dependência entre as escolhas atuais e as medidas disponíveis no futuro.

Contínua descarbonização do crescimento utilizando energia hidrelétrica

A combinação de altas taxas de crescimento da renda – e o conseqüente aumento da demanda de eletricidade – com baixas emissões de carbono exigirá que a América Latina e o Caribe continuem a utilizar fontes de energia limpa em uma proporção relativamente elevada de sua capacidade de geração. O modo mais óbvio para fazer isso é desenvolver mais energia hidrelétrica, cujo potencial ainda não tem sido suficientemente explorado na região. Conforme foi mencionado na seção 4, a expansão hidrelétrica enfrenta grandes barreiras de políticas, como o desafio imposto pelo processo de licenciamento. Os projetos hidrelétricos podem ter conseqüências ambientais e sociais adversas e, por isso, estão sujeitos a algum tipo de licenciamento. Embora as razões para isso sejam legítimas, o procedimento se torna às vezes desnecessariamente longo e com resultados incertos, o que aumenta de modo significativo o custo dos projetos.

Todavia, muito foi aprendido e incorporado sobre o modo de desenvolver projetos hidrelétricos sem provocar conseqüências socioambientais negativas. No Brasil, um estudo recente¹¹² sugeriu que os custos regulatórios poderiam ser reduzidos, mesmo considerando as questões ambientais e sociais, mediante algumas mudanças nas leis e normas para simplificar e coordenar melhor o

processo. Minimizar os efeitos ambientais e sociais adversos dos projetos hidrelétricos e de outras energias limpas que envolvem grandes obras de infraestrutura requer planejamento estratégico nos níveis setorial e subsetorial, um marco regulatório eficiente, informações ambientais e instituições que possam monitorar e aplicar regulamentos e padrões. A integração dessas considerações no estágio inicial do desenho de um projeto pode reduzir de modo substancial a influência negativa da infra-estrutura sobre o meio ambiente. Esses resultados podem ser obtidos evitando os *habitats* naturais essenciais ao escolher os locais para instalação da infra-estrutura, minimizando os danos a outros *habitats* naturais não essenciais e adotando medidas de mitigação tais como um planejamento de engenharia cuidadoso e programas de compensação ecológica. As opções que não prejudicam o meio ambiente que podem ser consideradas nos projetos abrangem o uso de desenhos ao longo de rios (“run of river”) em vez do uso de reservatórios, ou diferentes tipos de tecnologias de turbinas para os geradores.

O emprego de outros instrumentos para complementar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) como, por exemplo, os planos de zoneamento e a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), poderá melhorar o planejamento da infra-estrutura e a análise dos impactos ambientais. A vantagem da AAE é a possibilidade de analisar os efeitos cumulativos, por exemplo, a influência da construção de diversas usinas hidrelétricas na mesma bacia fluvial, e de comparar alternativas que não são examinadas em um EIA padrão. Os planos de zoneamento também podem ser importantes para a seleção dos locais de instalação das usinas hidrelétricas e barragens, assim como para ajudar a evitar danos a espécies essenciais da fauna. Essa abordagem foi aplicada com sucesso no planejamento de uma rede de estradas, contribuindo para evitar danos a *habitats* importantes e ampliar os benefícios sociais, no Estado do Tocantins, no Brasil. O uso desses instrumentos complementares poderá aperfeiçoar o EIA, aumentar a sua eficácia e reduzir os custos e demoras regulatórias, ajudando a superar os principais obstáculos à concretização do potencial da região de atender à crescente demanda por fontes de energia com baixo teor de carbono.

Em suma, a realidade das mudanças climáticas e a conseqüente necessidade de diminuir as emissões de gases do efeito estufa aumentaram as vantagens do desenvolvimento da energia hidrelétrica, enquanto as experiências e avanços nos instrumentos de licenciamento reduziram os riscos. Nesse contexto, seria útil para todas as partes interessadas avaliar sob uma nova perspectiva o custo-benefício da expansão hidrelétrica.

Maior eficiência na geração e no uso de energia

Apesar de alguns resultados positivos e da maioria dos países na América Latina e no Caribe já terem adotado vários programas de eficiência energética, a economia de energia tem sido modesta. Políticas públicas mais sólidas poderiam incentivar os cidadãos e o setor privado a investir em medidas de eficiência

energética mais econômicas. Embora aperfeiçoamentos nesse setor possam ser obtidos empregando-se um tipo de tecnologia de cada vez, a melhor prática seria aplicar um conjunto de medidas simultaneamente. Além disso, embora a implementação possa ser realizada em um único local isoladamente, como uma fábrica ou um prédio, um impacto muito maior poderá ser obtido quando as políticas são adotadas em bases amplas e sistêmicas entre muitos usuários, usando uma combinação de incentivos, informação e de políticas para efetivar a necessária transformação do mercado. Mas estimular a eficiência energética nem sempre é fácil. Um problema que essa questão coloca é que a parte que realiza o investimento inicial, por exemplo, o proprietário de um imóvel que contempla a possibilidade de instalar um melhor sistema de isolamento para reduzir os gastos dos inquilinos com aquecimento, talvez não possa obter os benefícios da economia de energia sem assumir um alto custo de transação. Outro obstáculo é que a redução dos subsídios para o consumo de energia mostrou ter implicações políticas delicadas. Esta é a razão pela qual, nas análises agregadas, essas opções sempre parecem ter “custo negativo” ou ser um tipo de investimento “sem arrependimento”, porém ocorrem com pouca frequência. Além disso, um esforço determinado para aumentar a eficiência energética envolverá um conjunto de políticas em diversas frentes.

As medidas mais importantes em muitos países compreenderiam:

Estimular a adoção de tecnologias que poupem energia. Essa medida pode ser implementada por meio da aprovação de normas de rotulagem da eficiência, de padrões de desempenho, da promoção da eficiência energética entre as associações de indústria, e de programas especiais para aumentar a conscientização e o financiamento de tecnologias que economizem energia.

Aumentar a eficiência energética em ambos os lados da equação da oferta e demanda.

No lado da demanda, além da promoção de aparelhos e equipamentos elétricos mais econômicos, isto compreenderia (a) apoio à criação de empresas de serviços de energia para colaborar na identificação e no financiamento de oportunidades de eficiência energética no consumo industrial e comercial, (b) promoção da eficiência energética em instituições públicas, como hospitais, escolas e prédios do governo por meio de programas de conscientização e de mudanças nas normas de aquisição, de forma a identificar as oportunidades de economia no longo prazo proporcionadas pelos produtos que gastam menos energia, (c) implementação de programas de gestão da demanda pelas empresas de serviços de eletricidade - incluindo mudanças nos incentivos regulatórios — que estimulem a economia de energia e a adoção de práticas e equipamentos eficientes em termos de aproveitamento de eletricidade e (d) menor uso de eletricidade pelo setor hídrico, especialmente para o bombeamento de água, por meio da redução de perdas, de melhores práticas administrativas e da instalação de

equipamentos com maior rendimento de energia. No lado da oferta, há muitas formas de expandir a eficiência do fornecimento de eletricidade, entre as quais aumentar o rendimento da geração e reduzir as perdas na distribuição. Diversos países, como a República Dominicana, Honduras e o Equador apresentaram perdas substanciais na distribuição porque as linhas e as subestações são antigas e ineficientes, além de prejuízos comerciais por causa de roubos e falta de pagamento. Esses fatores podem melhorar com investimentos para aperfeiçoar os sistemas de distribuição, gestão, medição e controle. Um modo importante de aumentar a eficiência da geração na indústria e no setor de energia é a co-geração. O México continua a reduzir o alto nível de intensidade de carbono substituindo as usinas antigas e deficientes, e expandindo a geração térmica com usinas de gás natural de grande eficiência, que usam turbinas a gás de ciclo combinado (TGCC). A Comissão Federal de Eletricidade espera obter um aumento na eficiência média do conjunto de usinas termoeletricas convencionais de 39% para 46% em 2006–2017, compatível com uma expansão de 43% para 60% no uso de TGCCs nesse grupo.

Reduzir e direcionar adequadamente o consumo de energia. Embora os subsídios bem direcionados sejam muitas vezes essenciais para garantir que as camadas de baixa renda ou os mais desfavorecidos da sociedade tenham acesso à eletricidade, os subsídios aos combustíveis e à eletricidade, quando dirigidos de modo inadequado, podem levar a um excesso de consumo de energia e a um aumento nas emissões de carbono. Em 2005, os subsídios aos combustíveis eram equivalentes, na média, a 2,3% do PIB da América Latina e do Caribe.¹¹³ O México e a Venezuela, por exemplo, subsidiavam o uso final de derivados do petróleo, como o querosene utilizado em fornos ou o diesel nos transportes. É claro que a redução dessas ajudas financeiras é difícil em termos políticos, mas a mudança climática proporciona um estímulo adicional, e o financiamento do carbono talvez seja uma fonte de recursos para compensar em parte os perdedores e facilitar a transição.

Maior direcionamento das políticas domésticas para o comércio de carbono

Os países podem atuar em diversas frentes para tornar o ambiente local mais propício ao desenvolvimento de um mercado ativo de créditos de carbono. Uma pesquisa realizada em 2006 junto aos investidores em projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) concluiu que a América Latina e o Caribe apresentavam algumas vantagens sobre outras regiões, porém a aprovação de projetos era mais lenta, os requisitos no país hospedeiro eram maiores e as diferenças de procedimento entre os países eram substanciais. Essas deficiências poderiam ser atenuadas com menos requisitos e mais agilidade na aprovação dos projetos de MDL. Também seria útil que mais países incluíssem programas para

aproveitar as vantagens do MDL em suas estratégias nacionais mais amplas de combate às mudanças climáticas. Atualmente, entre as nações da região, apenas o México e o Brasil dispõem desse tipo de estratégias. Isto incluiria, por exemplo, integrar as oportunidades de comercializar certificados de redução de emissões de carbono nas várias estratégias setoriais, como possíveis fontes de recursos para projetos. Uma outra medida seria aumentar a participação das empresas estatais nos mercados de carbono.

6. Resumo e Conclusões

Os países da América Latina e do Caribe já estão sofrendo as conseqüências negativas das mudanças climáticas. Além disso, de acordo com as tendências atuais esses impactos irão se tornar provavelmente mais graves nas próximas décadas. Em particular, a abundante biodiversidade da região está sujeita a um grande risco e a produtividade agrícola deverá ser muito afetada à medida que as condições de cultivo se tornem intoleráveis para as atuais variedades de produtos.

Os efeitos das alterações no clima apresentarão uma grande variação entre os países e as regiões da América Latina, não apenas em relação à exposição aos choques climáticos, mas também quanto à sua capacidade de adaptação. As nações do Caribe, por exemplo, serão provavelmente afetadas sob diversos aspectos, incluindo desastres naturais mais intensos e o desaparecimento de ecossistemas marinhos. Como resultado desses fenômenos, esses países sofrerão grandes perdas econômicas que, segundo as estimativas, atingirão vários pontos percentuais do PIB. Outros países enfrentarão conseqüências negativas em apenas algumas regiões - por exemplo, os produtores agrícolas nas áreas atingidas pela seca, no Nordeste do Brasil, e nos vales com escassez de água, na região central do Chile — e, em alguns casos, possíveis efeitos positivos, como no Sul do Brasil e em algumas regiões do Norte do Chile que se beneficiariam, respectivamente, com as temperaturas mais altas e a maior disponibilidade de água.

Como a maioria dos choques climáticos que poderão atingir a América Latina e o Caribe são em grande medida inevitáveis, devido aos longos intervalos de tempo do sistema climático da Terra, os governos da região têm interesse em começar a considerar a adoção de políticas e investimentos em adaptação. A incerteza em relação à natureza e aos locais onde ocorrerão esses efeitos significa que vale a pena adiar alguns tipos de reação. Isso é especialmente verdadeiro no caso dos investimentos em resposta a efeitos específicos que a ciência ainda não é capaz de esclarecer como, por exemplo, a magnitude da elevação do nível do mar. As reações aos impactos que já estão ocorrendo são mais urgentes. Entretanto, um bom programa de adaptação é amplamente coerente com uma política de desenvolvimento adequada. Muitas

medidas de adaptação podem ser descritas como “sem arrependimento” no sentido de que poderiam ser realizadas de qualquer modo, como parte de uma estratégia geral de desenvolvimento. Os exemplos compreendem as ações para melhorar os sistemas de manejo dos recursos naturais da região e a incorporação da possibilidade das ameaças relacionadas ao clima no planejamento dos investimentos de longo prazo em infra-estrutura. Além disso, os governos podem desempenhar um papel essencial como facilitadores das iniciativas privadas de mitigação das mudanças climáticas, aumentando a flexibilidade e as opções para as famílias. Alguns importantes exemplos desse tipo de resposta de política pública são: aperfeiçoar o monitoramento e a previsão da meteorologia, expandir as redes de proteção social para que as famílias possam enfrentar melhor os choques climáticos, além de aprimorar o funcionamento dos mercados financeiros e de água.

Para além das necessárias políticas de adaptação que a região terá de implementar, há boas razões para que a América Latina participe ativamente dos esforços globais para mitigar a mudança climática a través da redução de suas emissões de GEE. Como foi analisado neste estudo, para que os esforços internacionais de mitigação sejam eficazes e eficientes, eles deverão incluir diminuições de emissões em países em desenvolvimento, especialmente naqueles dos países de maior tamanho e níveis de renda média. Reduções nas emissões do mundo em desenvolvimento são necessárias para garantir a *eficácia* dos esforços globais porque mesmo que os países de renda alta reduzissem as suas emissões a zero, isso não seria suficiente para manter as concentrações dos GEE por baixo de níveis “perigosos.” A *eficiência* dos esforços de mitigação internacionais também implica a participação da América Latina porque grande parte do potencial de mitigação de grande impacto e baixo custo está localizado nas economias emergentes. No entanto, esforços internacionais coordenados que incluam contribuições construtivas dos países de renda média, inclusive dos Latino-americanos, dependerão de que se desenvolva um arcabouço internacional que seja compatível com considerações de equidade. Isto é, deverá envolver mecanismos que permitam separar o local das atividades de mitigação do seu financiamento, e em que os países possam compartilhar os custos da mitigação com base nas diferenças entre os seus respectivos níveis de “responsabilidade” e “capacidade”.

Levando em conta o seu tradicional desenvolvimento com baixas emissões de carbono, a riqueza dos seus recursos naturais e os seus níveis intermediários de renda – quando avaliados em escala global – muitos países latino-americanos estão bem situados para assumir um papel de liderança na resposta do mundo em desenvolvimento ao desafio da mudança climática. Isto é não somente possível, é também de grande interesse para a América Latina. De fato, muitas das iniciativas necessárias à redução do aumento das emissões na região podem ser consideradas “sem arrependimento” no sentido de serem benéficas do ponto de vista social independentemente do seu impacto sobre a mitigação da

mudança climática. Além disso, a adoção de um caminho para o desenvolvimento com menores emissões de GEE também poderá ser benéfica para a competitividade da região, especialmente se a fronteira tecnológica mundial se mover na direção de tecnologias com baixa intensidade em carbono.

No entanto, o aproveitamento dessas oportunidades requer um ambiente adequado de políticas internacionais no qual os países de renda alta assumam uma posição de liderança. Essa postura é importante não apenas para tornar a estratégia global equitativa, atribuindo-lhe credibilidade, mas também visando gerar incentivos suficientes para que o setor privado invista em tecnologias com baixo teor de carbono. Outrossim, para que o mundo se beneficie das diversas oportunidades eficientes de mitigação existentes na América Latina, a estratégia internacional precisa ser receptiva às possíveis contribuições da região nas áreas de conservação de florestas, fontes de energia renováveis e biocombustíveis ambientalmente sustentáveis. Por fim, apesar de que para poder tirar proveito dessas oportunidades serão necessárias ações de política no nível nacional, é indispensável que a comunidade internacional desenvolva mecanismos de financiamento climático que vão além da abordagem baseada em *projetos* do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Kyoto, e apoiem também aquelas *políticas* de desenvolvimento que sejam “amigáveis” com a mitigação da mudança climática.

Anexo 1: Potencial de Atenuação por País e Tipo de Emissões

Tabela A1. Importância relativa do potencial de mitigação das liberações de GEE relacionadas ou não à energia, com base nas taxas de crescimento das emissões e no coeficiente emissões-PIB.¹¹⁴

	Emissões da energia (CO ₂)	Mudança no uso do solo (CO ₂)	Emissões diferentes de CO ₂	Total de emissões de GEE em 2000 (Mt/CO ₂ e)
Brasil	Baixa	Alta	Alta	2.333
México	Média	Baixa	Baixa	682
Venezuela	Média	Baixa	Baixa	384
Argentina	Média	Baixa	Baixa	353
Colômbia	Baixa	Baixa	Alta	274
Peru	Baixa	Alta	Média	257
Bolívia	Alta	Alta	Alta	144
Chile	Alta	Baixa	Baixa	99
Equador	Alta	Baixa	Baixa	99
Guatemala	Média	Alta	Média	84
Nicarágua	Alta	Alta	Média	66
Panamá	Média	Alta	Baixa	58
Paraguai	Média	Alta	Alta	54
Guiana	Média	Alta	Alta	39
Honduras	Média	Alta	Média	31
República Dominicana	Alta	Baixa	Baixa	30
Trinidad e Tobago	Média	Baixa	Média	29
Belize	Alta	Alta	Alta	23
Costa Rica	Média	Baixa	Baixa	21
Jamaica	Média	Baixa	Baixa	16
Uruguai	Baixa	Baixa	Média	16
El Salvador	Média	Baixa	Baixa	15
Haiti	Baixa	Baixa	Alta	11
Suriname	Média	ND	Alta	4
Antigua e Barbuda	Baixa	ND	Alta	2
Granada	Média	ND	ND	0,3
Dominica	Baixa	ND	ND	0,2

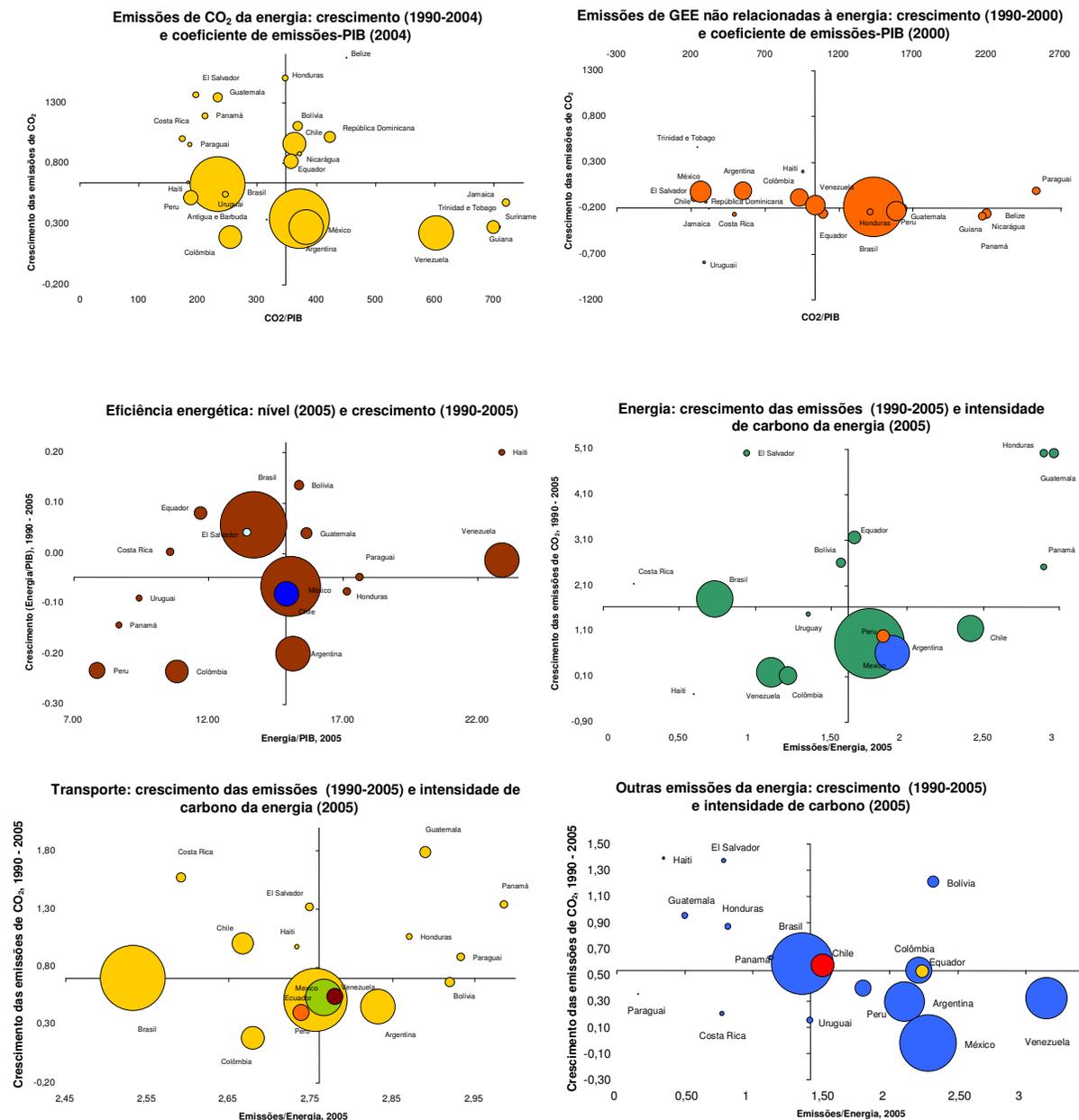
Tabela A2. Importância relativa do potencial de mitigação das liberações de carbono da produção de energia com base nas taxas de crescimento das emissões e da energia, e no coeficiente emissões-energia¹¹⁵

	Intensidade de energia (por US\$ do PIB)	Energia: Intensidade de carbono	Transporte: Intensidade de carbono	Indústria e Prédios: Intensidade de carbono
Brasil	Média	Média	Baixa	Média
México	Média	Média	Baixa	Média
Venezuela	Alta	Baixa	Baixa	Média
Argentina	Média	Média	Média	Média
Colômbia	Baixa	Baixa	Baixa	Média
Peru	Baixa	Média	Baixa	Média
Bolívia	Alta	Média	Média	Alta
Chile	Baixa	Média	Média	Alta
Equador	Média	Alta	Média	Média
Guatemala	Alta	Alta	Alta	Média
Panamá	Baixa	Alta	Alta	Média
Paraguai	Média	ND	Alta	Baixa
Honduras	Média	Alta	Alta	Média
Costa Rica	Média	Média	Média	Baixa
Uruguai	Baixa	Baixa	Média	Baixa
El Salvador	Média	Média	Média	Média
Haiti	Alta	Baixa	Média	Média

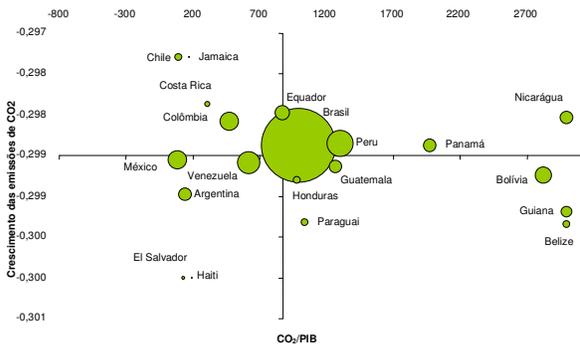
Tabela A3. Importância relativa do potencial de mitigação das emissões não relacionadas à energia com base nas taxas de crescimento das emissões e no coeficiente emissões-PIB¹¹⁶

	Agricultura	Lixo	Outras emissões diferentes de CO ₂
Brasil	Alto	Baixo	Baixo
México	ND	Médio	Médio
Venezuela	Baixo	Médio	Médio
Argentina	Baixo	Baixo	Médio
Colômbia	Alto	Alto	Médio
Peru	Baixo	Alto	Médio
Bolívia	Alto	Alto	Baixo
Chile	Baixo	Baixo	Baixo
Equador	Baixo	Alto	Médio
Uruguai	Alto	Baixo	Baixo

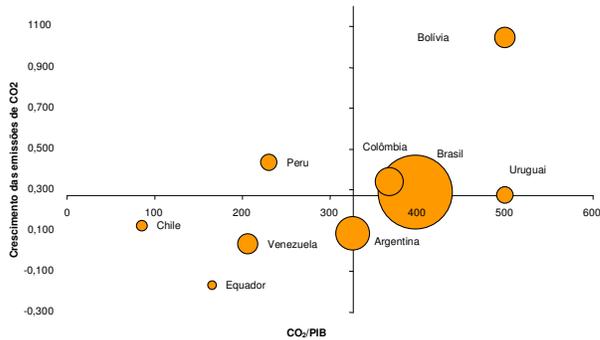
Figura A1. Taxas de crescimento das emissões e coeficiente emissões-PIB



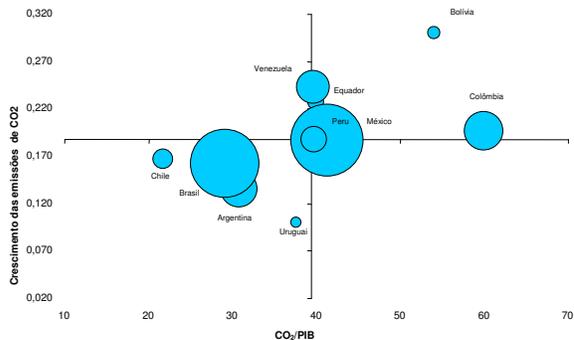
Emissões de CO₂ da mudança no uso do solo: crescimento (1990-2000) e coeficiente de emissões-PIB (2000)



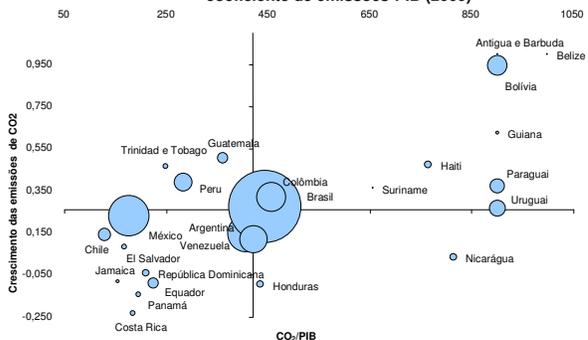
Emissões da agricultura diferentes de CO₂: crescimento (1990-2000) e coeficiente de emissões-PIB



Emissões de CO₂ não relacionadas ao lixo: crescimento (1990-2000) e coeficiente de emissões-PIB (2000)



Outras emissões diferentes de CO₂: crescimento (1990-2000) e coeficiente de emissões-PIB (2000)



Anexo 2: Probabilidade de Impactos Econômicos Anuais da Mudança Climática nos Países do CARICOM, *circa* 2080 (em milhões de US\$ de 2007)¹¹⁷

	<i>Primeiro subtotal</i>	<i>Subtotal</i>	<i>Total</i>
Perda total de PIB devida a desastres climáticos (furacões, enchentes):			4.939,9
Despesas com turismo		447	
Perda de empregos		58,1	
Perdas do governo devido a furacões		81,3	
Danos por enchentes		363,2	
Danos por secas		3,8	
Danos por vendaval		2.612,2	
Óbitos (PIB per capita) resultantes da intensificação dos desastres relacionados a furacões (vendaval, enchentes e desmoronamento)		0,1	
Enchentes, de acordo com o indicador DALY (PIB per capita)		0,8	
Elevação do nível do mar			1.888,5
Perda de terras		20,2	
Perda de exportação no setor de pesca (aumento de temperaturas, de furacões e do nível do mar)		93,8	
Perda de recifes de coral (aumento de temperaturas, de furacões e do nível do mar)		941,6	
Despesas com adaptação de quartos de hotéis		46,1	
Perda de turistas relacionada a fenômenos marítimos/ despesas com entretenimentos turísticos		88,2	
Substituição de moradias		567	
Perda de infra-estrutura de eletricidade		33,1	
Necessidade de investimento devido à perda de infra-estrutura telefônica		3,9	
Investimento devido à perda de infra-estrutura da rede de água		6,7	
Necessidade de investimento devido à perda de infra-estrutura de saneamento		9	
Necessidade de investimento devido à perda de infra-estrutura rodoviária		76,1	
Necessidade de investimento devido à perda de infra-estrutura ferroviária		2,7	
Aumento de temperatura			
Perda de receitas do turismo			4.027,4
Mudanças climáticas em geral			
Perdas agrícolas			220,5
Escassez de água: Custo do abastecimento adicional			104

Sa		
úd		
e		
	Malária, de acordo com o indicador DALY (PIB per capita)	0,003
	Outros gastos com doenças	7,1
To	Total	11.187,3
tal		
	% do PIB	11,26%

Fonte: Toba (2008a).

Bibliografia

- Alaimo e Lopez. 2008. *Oil Intensities and Oil Prices: Evidence for Latin America*. Washington, DC: World Bank.
- Aldy J.D., Ley, E., Parry, I.W.H. 2008. "A Tax-Based Approach to Slowing Climate Change." *Resources for the Future*.
- Alencar, A., D. Nepstad e M.D.V. Diaz. 2006. "Forest understory fire in the Brazilian Amazon in ENSO and non-ENSO years: area burned and committed carbon emissions." *Earth Interactions* 10: 1–17.
- Avato, Patrick A. 2007. *Bioenergy: An Assessment*. Washington, D.C.: World Bank: Background study for the International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development.
- Avissar, R. e Werth, D. 2005. "How many realizations are needed to detect a significant change in simulations of the global climate?" *Eos Trans AGU*.
- Baez, J. e A. Mason. 2008. "Dealing with Climate Change: Household Risk Management and Adaptation in Latin America." Background paper for World Bank Flagship Report on Climate Change, World Bank Latin American and Caribbean Region.
- Binswanger, H. e M. Rozensweig. 1993. "Wealth, Weather Risk and the Composition and Profitability of Agricultural Investments." *The Economic Journal* 103: 56–78.
- Boucher, O. e M.S. Reddy. 2007. "Climate trade-off between black carbon and carbon dioxide emissions." *Energy Policy*, doi:10.1016/j.enpol.2007.08.039.
- Bradley, N.L., A.C. Leopold, J. Ross e W. Huffaker. 1999. "Phenological changes reflect climate change in Wisconsin." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96: 9701–9704.
- Brown, J.L., S.H. Li e N. Bhagabati. 1999. "Long-term trend toward earlier breeding in an American bird: A response to global warming?" *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96: 5565–5569.
- Callaway, J. M. 2004. "Adaptation Benefits and Costs: Are they important in the global policy picture, and how can we measure them?" *Global Environmental Change* 14 (2004): 272–282.
- Charveriat, C. 2000. "Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk." *IADB Working Paper*, No. 434, Inter-American Development Bank, Washington, DC.
- Cox, P.M., Betts, R.A., Collins, M., Harris P.P., Huntingford, C., Jones, C.D. 2004. "Amazonian Forest Dieback Under Climate Carbon Cycle Projections for the 21st Century." *Theor Appl Climatol* 78: 137–156.

- Cline, W.R. 2007. "Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country." Washington DC: Center for Global Development, Peterson Institute for International Economics.
- Confalonieri, U., B. Menne, R. Akhtar, K.L. Ebi, M. Hauengue, R.S. Kovats, B. Revich e A. Woodward. 2007. Human health. *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 and C.E. Hanson, eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 391-431.
- Dasgupta, S., B. Laplante, C. Meisner, D. Wheeler e J. Yan. 2007. "The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis." Working Policy Research Paper Series 4137, February 2007.
- de Gorter, H. e D.R. Just. 2008. "'Water' in the U.S. Ethanol Tax Credit and Mandate: Implications for Rectangular Deadweight Costs and the Corn-Oil Price Relationship."
- Dunn, P.O. e D.W. Winkler. 1999. "Climate change has affected the breeding date of tree swallows throughout North America." *Proceedings of the Royal Society of London B* 266: 2487–2490.
- Dussan, M., *Assessment of Climate Implications of the Energy Sector in Latin America* The Inter-American Development Bank, 2008.
- Enkvist, Per-Andres, Tomas Naucler e Jerker Rosander, 2007: A cost curve for greenhouse gas reduction" *The McKinsey Quarterly* 1: 35-45.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2007. "Adaptation to Climate Change in agriculture, forestry, and fisheries: Perspective, Framework, and Priorities." Rome: Interdepartmental Working Group on Climate Change.
- . 2005. "Global Forest Resource Assessment 2005- Progress towards sustainable forest management." In *FAO Forestry Papers*, 147.
- Fargione, J., J. Hill, D. Tilman, S. Polasky e P. Hawthorne. 2008. "Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt." *Science Express* 2: 1–3.
- Farrell, Hill et al. 2006. Kartha 2006 Op. Cit. Worldwatch Institute 2006
- Figueres, C., E. Haites e E. Hoyt. 2005. "Programmatic CDM project activities: Eligibility, methodological requirements, and implementation." Washington, D.C.: World Bank Carbon Finance Unit Working Paper.
- Francou, B. e A. Coundrain. 2005. "Glacier shrinkage in the Andes and consequence for water resources." *Hydrology Science Journal*.
- Gerolomo, M. e M.L.F. Penna. 1999. "The seventh pandemy of cholera in Brazil." *Informe Epidemiologico do Sus* 8(3): 49–58.

- Gibbs, H., M. Johnston, J. Foley, T. Holloway, C. Monfreda, N. Ramankutty e D. Zaks. 2008. "Carbon Payback Times for Crop-Based Biofuel Expansion in the Tropics: the Effects of Changing Yield and Technology." *Environmental Research Letters* 3: 1–10.
- Glantz, M. e D. Jamieson. 2000. "Societal response to Hurricane Mitch and intra versus intergenerational equity issues: Whose norms apply?" *Risk Analysis* 20(6): 869–882.
- . 2002. "Societal Response to Hurricane Mitch and Intra- versus Intergenerational Equity Issues: Whose Norms Should Apply?" *The Journal of Risk Analysis*.
- Goland, C. 1993. "Field Scattering as Agricultural Risk Management: A Case Study from Cuyo Cuyo, Department of Puno, Peru." *Mountain Research and Development* 13(4): 317–338.
- Gurgel, Angelo, John M. Reilly e Sergey Paltsev. 2008. "Potential Land Use Implications of a Global Biofuels Industry." MIT Program on the Science and Policy of Global Change. Report No. 155.
- Heller, T.C. e P.R. Shukla. 2006. "Development and climate: engaging developing countries." In *Beyond Kyoto: Advancing the International Effort against Climate Change*. Pew Center on Global Climate Change.
- Howitt, R. e E. Pienaar. 2006. "Agricultural Impacts." Pp. 188–207 in J. Smith e R. Mendelsohn, eds., *The Impact of Climate Change on Regional Systems: A Comprehensive Analysis of California*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.
- Houghton, R.A. 2005. "Tropical deforestation as a source of greenhouse gas emission." In *Tropical Deforestation and Climate Change*, P. Moutinho e S. Schwartzman, eds., pp. 13–22.
- Hoyos, C.D., P.A. Agudelo, P.J. Webster e J.A. Curry, 2006. "Deconvolution of the factors contributing to the increase in global hurricane intensity." *Science* 312: 94–97.
- C. Huntingford, R.A. Fisher, L. Mercado, B.B. Booth, S. Sitch, P. P. Harris, P. M. Cox, C. D. Jones, R. A. Betts, Y. Malhi, G. R. Harris, M. Collins, P. Moorcroft. 2007. "Towards Quantifying Uncertainty in Predictions of Amazon 'dieback'." *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 363(1498): 1857–1864.
- Hurd, B., J. Callaway, J. Smith e P. Kirshen. 1999. "Economics Effects of Climate Change on U.S. Water Resources." In R. Mendelsohn e J. Smith, eds., *The Impact of Climate Change on the United States Economy*, pp. 133–177. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1996. *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical*

Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Watson, R.T., M.C. Zinyowera e R.H. Moss, eds.]. Cambridge, UK, e New York, NY, USA: Cambridge University Press, pp. 1–18.

———. 2001. *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability—Contribution of Working Group II to the IPCC Third Assessment Report.*

———. 2007: *Synthesis Report, An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Figure 2.1 (c). Share of different sectors in total anthropogenic GHG emissions in 2004 in terms of CO₂ eq.

International Energy Agency. 2007. *World Energy Outlook.*

Kojima, Masami, Donald Mitchell e William Ward. 2007. “Considering trade policies for liquid biofuels.” ESMAP report. World Bank, Washington, DC.

Koplow, D. 2006. “Biofuels—At What Cost?” Global Subsidies Initiative, International Institute for Sustainable Development. Geneva.

Lund, J., T. Zhu, S. Tanaka, M. Jenkins. 2006. “Water Resource Impacts.” In J. Smith e R. Mendelsohn, eds., *The Impact of Climate Change on Regional Systems: A Comprehensive Analysis of California.* Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, pp. 165–187.

Magrin, G., C. Gay García, D. Cruz Choque, J.C. Giménez, A.R. Moreno, G.J. Nagy, C. Nobre e A. Villamizar. 2007. Latin America. *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, eds., Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 581–615.

Mata, L. J. e C. Nobre. 2006. “Impacts, Vulnerability and Adaptation to Climate Change in Latin America.” Background paper for UNFCCC. 2007. Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries. UNFCCC Report. Disponível em: http://unfccc.int/files/adaptation/adverse_effects_and_response_measures_art_48/application/pdf/200609_background_latin_american_wkshp.pdf.

Medvedev e van der Mensbrugghe. 2008. “Climate Change in Latin America: Impact and Mitigation Policy Options.” The World Bank, Washington, DC.

J.M. Melillo, A. D. McGuire, D.W. Kicklighter, B. Moore, C. J. Vorosmarty, A. L. Schloss. 1993. “Global Climate Change and Terrestrial Net Primary Production.” *Nature* 363: 234–240.

Mendelsohn, R. 2008. “Impacts and Adaptation to Climate Change in Latin America”, estudo complementar para este relatório (September 9).

- . 2008, “Impact of Climate Change on the Rio Bravo River.” July 2. World Bank, Washington, DC.
- Mendelsohn, R., ed. 2007. *The Impact of Climate Change on Regional Systems: A Comprehensive Analysis of California*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, pp 165–187.
- Mendelsohn, R., et al. 2008. “Long-Term Adaptation: Selecting Farm Types Across Agro-Ecological Zones in Africa.” The World Bank, Washington, DC.
- Mendelsohn, R., P. Christiansen e J. Arellano-Gonzalez. 2008. “Ricardian Analysis of Mexican Farms.” Background paper for this report (September 9). World Bank, Washington, DC.
- Mendelsohn, R.O., Morrison, W.N., Schlesinger, M.E., Andronova, N.G., 1998. “Country-specific market impacts of climate change.” *Climatic Change* 45(3–4), 553–569.
- Nepstad, D. C., R. E. Gullison, P. C. Frumhoff, J. G. Canadell, C. B. Field, K. Hayhoe, R. Avissar, L. M. Curran, P. Friedlingstein, C. D. Jones, C. Nobre. 2007. “Tropical Forests and Climate Policy.” *Science* 316(5827).
- Mitchell, D. 2008. “A Note on Rising Food Prices.” The World Bank, Washington, DC.
- Mueller e Osgood. 2008. “Long-term Impacts of Droughts on Labor Markets in Developing Countries: Evidence from Brazil.” *Journal of Development Studies*.
- Nordhaus W.D. e Boyer J. 2000. *Warming the World, Economic Models of Global Warming*. MIT Press.
- Nordhaus, W. 2007. *The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy*. MIT Press.
- Parmesan, C. 1996. “Climate and species’ range.” *Nature* 382: 765–766.
- Pielke R.A., Joel Gratz, Christopher W. Landsea, Douglas Collins, Mark A. Saunders, Rade Musulin. 2008. “Normalized Hurricane Damage in the United States: 1900–2005.” *Natural Hazards Review*, ASCE.
- Pyndick, R.S. 2007. “Uncertainty in Environmental Economics.” *Review of Environmental Economics and Policy* 1(1) (winter): 45–65.
- Michael R. Raupach, Gregg Marland, Philippe Ciais, Corinne Le Que’ re’, Josep G. Canadell, Gernot Klepper e Christopher B. Field. 2007. “Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 04 (24) (June): 10288–10293.

- Reilly, J.M. e D. Schimmelpfenning. 1999. "Agricultural impact assessment, vulnerability, the scope for adaptation." *Climate Change* 43: 745–788.
- Rosegrant, Mark W., Tingju Zhu, Siwa Msangi, Timothy Sulser. "The Impact of Biofuel Production on World Cereal Prices." Unpublished paper quoted with permission July 2008. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- Rosenzweig, M.R. e H.P. Binswanger. 1993. "Wealth, Weather Risk and The Composition and Profitability of Agricultural Investments." *Economic Journal* 103: 56–78.
- Samaniego, J. e C. Figueres. 2002: "Evolving to a Sector-Based CDM." Chapter 4 in *Building on the Kyoto Protocol: Options for Protecting the Climate*, Kevin Baumert, ed. World Resources Institute.
- Sawyer, D. 2008. "Climate Change, Biofuels and Eco-Social Impacts in the Brazilian Amazon and Cerrado." *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363: 1747–1752.
- Schlamadinger, Bernhard, Tracy Johns, Lorenzo Ciccarese, Matthias Braun, Atsushi Sato, Ahmet Senyaz, Peter Stephens, Masamichi Takahashi e Xiaoquan Zhang. 2007. "Options for including land use in a climate agreement post-2012: improving the Kyoto Protocol approach." *Environmental Science and Policy* 10: 295–305.
- Schneider, S.H., S. Semenov, A. Patwardhan, I. Burton, C.H.D. Magadza, M. Oppenheimer, A.B. Pittock, A. Rahman, J.B. Smith, A. Suarez e F. Yamin. 2007. "Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change." *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, Eds. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 779–810.
- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R. A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D. e Yu, T-H. 2008. "Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases through Emissions from Land Use Change." *Science Express* 319: 1238–1240.
- Seo e Mendelsohn. 2008. "An analysis of crop choice: Adapting to climate change in South American farms." *Ecological Economics* 67: 109–116.
- Sohngen e Sedjo, 2006 – referência, GCOMAP (Sathaye et al., 2007 - referência), e IIASA-DIMA Benitez-Ponce et al., 2007 – referência.
- Spence et al. 2008. *The Growth Report, Strategies for Sustained Growth and Inclusive Development*. Commission on Growth and Development.

- Stern, N. 2008. "The Economics of Climate Change." *American Economic Review* 98(2): 1–37.
- Stern Review*. 2007. *The Economics of Climate Change, Part II: The Impacts of Climate Change on Growth and Development*.
- Strzepek, K., D. Yates e D. El Quosy. 1996. "Vulnerability assessment of water resources in Egypt to climatic change in the Nile Basin." *Climate Research* 6: 89–95.
- Szklo, A.S., Schaeffer, R., Schuller, M.E., Chandler, W. 2005. "Brazilian Energy Policies Side-Effects on CO₂ Emissions Reduction." *Energy Policy* 33(3): 343–364.
- Tol, R.S.J. 2002. "Estimates of the Damage Costs of Climate Change." *Environmental and Resource Economics* 21: 47–73.
- . 2005. "The Marginal Damage Costs of Carbon Dioxide Emissions: An Assessment of the Uncertainties." *Energy Policy* 33(16).
- Turner, B.T., R.J. Plevin, M. O'Hare e A. E. Farrell. 2007. "Creating Markets for Green Biofuels." Report No. TRCS-RR-1. Berkeley: University of California. Disponível em: <http://repositories.cdlib.org/its/tsrc/UCB-ITS-TSRC-RR-2007-1/>.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2006a. "Background paper—Impacts, vulnerability and adaptation to climate change in Latin America." UNFCCC Secretariat. Bonn, Germany: Disponível em: http://unfccc.int/files/adaptation/adverse_effects_and_response_measures_art_48/application/pdf/200609_background_latin_american_wkshp.pdf.
- . 2007b. "Report on the Second Workshop on Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries." Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/2007/sbsta/eng/03.pdf>.
- Van Lieshout, M., R.S. Kovats, M.T.J. Livermore e P. Martens. 2004. "Climate change and malaria: analysis of the SRES climate and socio-economic scenarios." *Global Environ. Chang.* 14: 87–99.
- Vardy F. 2008. *Preventing International Crises: A Global Public Goods Perspective*. Washington, DC: World Bank.
- Vasquez-Leon et al.; Conde, C. e H. Eakin. 2003. "Adaptation to climatic variability and change in Tlaxcala, Mexico." In J. Smith, R. Klein e S. Huq, eds., *Climate Change, Adaptive Capacity and Development*. London: Imperial College Press.
- Vergara, W., A.M. Deeb, A.M. Valencia, R.S. Bradley, B. Francou, A. Zarzar, A. Grunwaldt e S.M. Hausseling. 2007. "Economic Impacts of Rapid Glacier

Retreat in the Andes." *EOS Transactions American Geophysical Union* 88: 261-268.

Vergara, W. 2005. "Adapting to Climate Change, Lessons Learned, Work in Progress and Proposed Next Steps for The World Bank in Latin America." Latin America and Caribbean Region, World Bank, Washington, DC.

Worldwatch Institute. 2006. *Biofuels for Transportation. Global Potential and Implications for Sustainable Agriculture and Energy in the 21st Century.* Washington, DC: Worldwatch Institute.

Weitzman, M.L. 2007. "A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change." *Journal of Economic Literature*.

Zah, R., H. Boni, M. Gauch, R. Hirschler, M. Lehmann e P. Wager. 2007. "Life Cycle Assessment of Energy Products: Environmental Impact Assessment of Biofuels." Executive Summary. Mimeographed. Empa, St. Gallen, Switzerland.

Zomer, R. J., Trabucco, A., van Straaten, O., Verchot, L.V. e Muys, B. 2005. "ENCOFOR CDM-AR Online Analysis Tool: Implications of forest definition on land area eligible for CDM-AR." Published online: www://csi.cgiar.org/encofor/forest/.

Zomer, R.J., Trabucco, A., Bossio, D.C. e Verchot, L.V. 2008. "Climate Change Mitigation: A Spatial Analysis of Global Land Suitability for Clean Development Mechanism Afforestation and Reforestation." *Agricultural Ecosystems and Environment* 126(1-2): 67-80.

Notas

¹ Veja, por exemplo, Ruta e Hamilton (2008). *Environment and the global financial crisis*. Mimeo, The World Bank.

² Giambiagi e Ronci (2004). *Fiscal Policy and Debt Sustainability: Cardoso's Brazil, 1995-2002* IMF Working Paper 04/156.

³ Veja Kasa e Naess (2005). "Financial Crisis and State-NGO Relations: The Case of Brazilian Amazonia, 1998-2000". *Society and Natural resources* 18: 791-804

⁴ O mais importante GEE antropogênico é o dióxido de carbono (CO₂) que, em 2004, representou 70% do total das emissões de GEE. Outros gases importantes são o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). As concentrações atmosféricas globais de CO₂ aumentaram 35% entre 1750 e 2005, enquanto as de CH₄ e de N₂O cresceram 148% e 18%, respectivamente, durante o mesmo período.

⁵ Francou et al (2005).

⁶ Em 2004, as emissões de CO₂ provenientes do uso de combustíveis fósseis representaram 56,6% do total de emissões de GEE, enquanto as liberações de CO₂ resultantes de mudanças no uso do solo foram de 17,3%. A agricultura foi responsável por 13,5% do total de emissões, entre as quais quase 90% de N₂O (que por sua vez representam 8% do total de emissões de GEE) e por mais de 40% de CH₄ (ou seja, 14% do total de emissões de GEE). Outras fontes de CH₄ incluem as liberações de gases dos aterros sanitários, de sistemas de esgoto e da produção e uso de bioenergia (IPCC, 2007).

⁷ Esses níveis de concentração são expressos em termos de unidades de "CO₂ equivalente", ou seja, são médias ponderadas dos estoques de todas as emissões de GEE, com pesos determinados pelo potencial relativo de aquecimento de cada gás em relação ao CO₂. Daqui em diante essas unidades serão mencionadas como partes de CO₂ equivalente por milhão ou "CO₂e ppm".

⁸ A figura mostra as emissões globais de CO₂ observadas, obtidas a partir de dados globais da Energy Information Administration (EIA, 1980–2004) e do Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC, 1751–2005) e comparadas aos cenários e trajetórias de estabilização das emissões. Os dados do EIA sobre emissões são normalizados para a mesma média dos registros do CDIAC para 1990–1999. Os pontos referentes a 2004 e 2005 no conjunto de dados do CDIAC são provisórios. Os seis cenários do IPCC (8) são spline fits de projeções (iniciadas com as observações para 1990) das possíveis emissões futuras relativas a quatro famílias de cenários, A1, A2, B1 e B2. Três variações do cenário A1 (globalizado e economicamente orientado) levam a três diferentes trajetórias de emissão: A1FI (forte dependência de combustíveis fósseis), A1T (tecnologias alternativas substituem amplamente os combustíveis fósseis) e A1B (abastecimento de energia equilibrado entre combustíveis fósseis e opções alternativas). As curvas mostradas para os cenários representam as médias dos cenários individuais disponíveis em cada uma das seis famílias de cenários, e diferem ligeiramente dos cenários "marcadores". As trajetórias de estabilização são spline fits que estimam a média de dois modelos com resultados semelhantes, e incluem incerteza porque o caminho das emissões até uma determinada meta de estabilização não é único.

⁹ Magrin et al (2007). A frequência de tempestades, por exemplo, aumentou no Nordeste do Brasil e na região central do México.

¹⁰ Veja Bradley et al (2006). A evidência se baseia na análise do conjunto de produtos dos modelos de circulação, e o estudo de outros dados de campo confirma essa tendência.

¹¹ Comunicações Nacionais à UNFCCC (2001, 2004, 2007).

¹² Caso et al (2004). Os pântanos do Golfo do México foram identificados pelo Instituto Nacional Mexicano de Ecologia (INE) como um dos ecossistemas mais essenciais e ameaçados por mudanças

climáticas previstas. Os dados publicados sobre projeções de mudanças hidroclimáticas forçadas, como parte das avaliações do IPCC (Milly et al, 2005), indicam que o México pode experimentar declínios significativos devido à drenagem natural da ordem de menos 10% a 20% em termos nacionais, e de até 40% nos pântanos de costa do Golfo, como resultado das alterações climáticas globais. Essas constatações estão documentadas no terceiro comunicado do México à UNFCCC.

¹³ Esses resultados se baseiam em uma análise de valor em risco (VAR) de uma amostra de países onde ocorreu pelo menos um desastre natural desde 1950, que exclui os casos em que os desastres afetaram menos de meio por cento da população ou do PIB do país. Veja Raddtaz (2008).

¹⁴ *Notas:* O grupo de países compreende Anguilla, Antigua e Barbuda, Antilhas Holandesas, Argentina, Bahamas, Barbados, Belize, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Dominica, Equador, El Salvador, Guiana Francesa, Granada, Guadalupe, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Ilhas Caimã, Ilhas Turcos e Caicos, Ilhas Virgens Americanas, Ilhas Virgens Britânicas, Jamaica, Martinica, México, Montserrat, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Porto Rico, República Dominicana, St Kitts e Nevis, Santa Lúcia, São Vicente e Granadinas, Suriname, Trinidad Tobago, Uruguai, Venezuela. Inclui desastres naturais que atendem a pelo menos um dos seguintes critérios: (1) 10 ou mais vítimas de morte, (2) 100 pessoas afetadas, (3) declaração de estado de emergência, (4) necessidade de assistência internacional.

¹⁵ Christensen et al (2007).

¹⁶ Há estimativas de uma redução no regime de chuvas de até 90% no final do século (Cox, 2004, 2007). Contudo, algumas projeções sugerem que uma diminuição pluviométrica de 40% seria suficiente para iniciar um processo de degradação da floresta.

¹⁷ De acordo com a Avaliação dos Recursos Florestais Globais da FAO para 2005, a América Latina abriga cerca de 33% da biomassa florestal do mundo. Além disso, as projeções de Houghton (2005) sugerem que a região contém 50% das florestas tropicais do mundo e 65% da biomassa florestal tropical. *Global Change Biology* 11, pp. 945-958, "Above Ground Forest Biomass and the Global Carbon Balance."

¹⁸ http://www.usaid.gov/locations/latin_america_caribbean/issues/biodiversity_issue.html

¹⁹ IPCC 2007, Thomas et al (2004)

²⁰ As tovacas e afins pertencem à grande família *Thamnophilidae* de aves passeriformes, encontrada nas regiões tropicais e subtropicais das Américas Central e do Sul, do México até a Argentina. Os *Formicariidae*, *Formicariids* ou formigueiros são uma família de passarinhos pequenos das regiões tropicais e subtropicais das Américas Central e do Sul. Os manaquins vivem do Sul do México até o Norte da Argentina, no Paraguai e no Sul do Brasil, assim como em Trinidad e Tobago. A maioria das espécies ocupa terras baixas tropicais e úmidas, e algumas habitam em florestas secas e fluviais, bem como na parte subtropical dos Andes. Fonte: Wikipedia.org.

²¹ Mendelsohn(2008).

²² Seo e Mendelsohn (2008).

²³ Mendelsohn et al (2008).

²⁴ Mendelsohn e Williams (2003).

²⁵ Tol (2002).

²⁶ O uso de uma taxa de desconto de 5,5% se baseia em Nordhaus (2007). *Journal of Economic Literature* XLV (September 2007), pp. 686-702, "A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change."

²⁷ A metodologia é aplicada apenas aos países cujos dados econômicos estão disponíveis, especificamente: Antigua e Barbuda, Barbados, Bahamas, Belize, Cuba, Dominica, Granada, Haiti, Honduras, Ilhas Virgens Britânicas, Jamaica, México, Nicarágua, Porto Rico, República Dominicana, St. Kitts e Nevis, Santa Lúcia, e São Vicente e Granadinas.

²⁸ Toba, N., no prelo, 2008. "Economic Impacts of Climate Change on the Caribbean Community", in W. Vergara, ed., *Assessing the Consequences of Climate Destabilization in Latin America*.

²⁹ Se o México for incluído no conjunto de países afetados, as perdas estimadas caem para uma faixa entre 0,5% e 1,2% do PIB. O modelo COMBO (Resultado da Mortalidade e Branqueamento de Corais), desenvolvido por Buddenmeier e seus colaboradores (Buddenmeier et al, 2008), modela a reação do crescimento dos corais em relação às mudanças na temperatura do mar, às concentrações atmosféricas de CO₂ e aos eventos de branqueamento causados por alta temperatura. O COMBO calcula o crescimento e a mortalidade dos corais ao longo do tempo, com base em previsões climáticas futuras, assim como na probabilidade e nos efeitos de curto prazo dos eventos de branqueamento relacionados à elevação de temperatura que ocorrem na área. Buddenmeier, R.W., Jokiel, P.L., Zimmerman, K.M., Lane, D.R., Carey, J.M., Bohling G.C., Jeremy A. Martinich, J.A., 2008. *Limnology and Oceanography Methods* 6, 395–411.

³⁰ Javier T. Blanco e Diana Hernández, “The Costs of Climate Change in Tropical Vector-Borne Diseases—A Case Study of Malaria and Dengue in Colombia”, in W. Vergara, ed., *Assessing the Consequences of Climate Destabilization in Latin America*.

³¹ Van Lieshout, et. al (2004).

³² Gerolomo e Penna (1999).

³³ O chamado efeito estufa pode ser descrito de modo sucinto da seguinte forma. A temperatura média da Terra é determinada pelo saldo entre a energia que entra e a que sai da atmosfera. A maior parte da energia que a Terra recebe do Sol é absorvida pelo Planeta, mas uma fração dessa energia repercute no espaço sideral. A quantidade que retorna depende da concentração de Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera da Terra. Esses gases captam uma parte da radiação do Sol e mantêm a temperatura do planeta em torno de 30° C, portanto acima do seu nível normal (Stern, 2007). Embora o efeito estufa seja um processo natural sem o qual o planeta seria provavelmente tão frio que não suportaria a vida, a concentração de GEE na atmosfera vem se acelerando durante os últimos 250 anos. De acordo com o IPCC (2007), há 95% de possibilidade de que os aumentos nas concentrações de GEE expliquem as elevações nas temperaturas médias globais e outras tendências climáticas observadas no século passado.

³⁴ As compensações estão mais relacionadas à possibilidade de que os gastos com atenuação poderão limitar os recursos disponíveis para adaptação, ou possivelmente o contrário. Tol e Yohe (2007), por exemplo, relatam que, no caso da África Subsaariana, o valor total esperado dos danos climáticos não relacionados ao mercado é maior no mais ambicioso cenário de atenuação, principalmente porque as reduções excluem a assistência pública à saúde. Quanto às sinergias, estas derivam em especial do fato de que os esforços globais de atenuação bem-sucedidos deveriam, em princípio, reduzir a necessidade de investimentos em adaptação, diminuindo de modo adequado a taxa de aquecimento global mediante declínios nas concentrações de GEE. Além disso, algumas iniciativas de atenuação climática também podem aumentar a capacidade dos sistemas natural e humano de se adaptarem aos impactos das alterações no clima. As ações para conter o desmatamento, por exemplo, também podem estimular um desenvolvimento sustentável mais resistente ao clima. Veja, por exemplo, Lal (2004) e Landell-Mills (2002).

³⁵ O nível ideal de adaptação depende da comparação dos danos esperados da mudança climática com e sem respostas de adaptação, assim como dos gastos decorrentes dessas respostas e das despesas associadas a uma adaptação inadequada, ou seja, a implementação de medidas para essa finalidade em um cenário no qual os impactos da mudança climática não se concretizam. Veja Callaway (2007).

³⁶ Para saber por que uma curva que mostra os danos marginais como função das reduções de emissão alcançadas no presente assume uma posição de queda, considere 2 pontos possíveis na curva e suponha que no futuro o mundo implementará pouca ou nenhuma redução nas emissões (ou seja, a curva inteira é desenhada supondo a continuidade das tendências atuais em relação às emissões futuras). O primeiro ponto (que estaria na extremidade esquerda da curva) indicaria que não foi tomada nenhuma medida para reduzir as emissões em relação aos níveis atuais. Usando as previsões de Stern (2008), a Terra poderia ter 50% de chance de enfrentar um aquecimento global

acima de 5°C, o que por sua vez indicaria uma grande probabilidade de ocorrerem danos substanciais. Portanto, iniciando nesse ponto no lado esquerdo da curva, as reduções marginais nas emissões poderiam proporcionar grandes benefícios, supondo que estes evitariam alguns desses danos substanciais. Por outro lado, iniciando em um ponto no lado direito da curva, ou seja, supondo que o mundo implementou reduções de emissão em larga escala de forma definitiva, é possível presumir com segurança que as possíveis conseqüências mais catastróficas seriam pelo menos adiadas, o que implica em que o benefício marginal das reduções adicionais nas emissões seria menor (pelo menos se for considerada uma taxa de desconto positiva).

³⁷ Veja Vardy (2008).

³⁸ Veja Knight, F. (1921). *Risk, Uncertainty and Profit*. Boston MA.

³⁹ Para ilustrar as dificuldades associadas às previsões climáticas, convém mostrar brevemente todas as suas etapas essenciais. Em primeiro lugar, é necessário estimar as tendências demográficas e econômicas globais no longo prazo para prever os *fluxos* e os *estoques* das emissões de gases do efeito estufa (GEE) antropogênicas, associados ao ciclo do carbono — com o avanço do primeiro para o segundo envolvendo complexos desafios científicos associados ao ciclo do carbono. Em seguida, calcula-se o impacto que os crescentes estoques de GEE provocarão nas temperaturas médias globais e em outros parâmetros climáticos essenciais. Por fim, transforma-se as alterações no clima global esperadas em cenários regionais e avalia-se quais serão os resultados correspondentes sobre os sistemas humano e natural. Mais uma vez, esse procedimento requer um enorme esforço de modelagem e a reunião de um volumoso número de dados, restando ainda uma grande incerteza no final.

⁴⁰ Veja Schneider e Lane (2007); e Yamin, Smith e Burton (2007).

⁴¹ De acordo com a estratégia da UNFCCC, o Protocolo de Kyoto de 1997 estabeleceu um compromisso que obriga os países industrializados a reduzir em 5% as emissões de GEE no período de 2008 a 2012, comparado ao seu nível em 1990. O Protocolo foi ratificado por 162 países, embora algumas nações importantes como, por exemplo, os EUA, não o tenham assinado. O desafio atual consiste em estabelecer um acordo complementar que, levando em conta as evidências científicas mais recentes, possa ampliar o Protocolo de Kyoto tanto em termos de objetivos mais ambiciosos quanto de sua cobertura global.

⁴² Esse procedimento mede o aumento de temperatura esperado, que está associado à duplicação das concentrações de GEE.

⁴³ De modo alternativo, num cenário em que todos os países do mundo concordariam em convergir para um nível comum de emissões per capita em 2050, como sugeriu Stern (2008), as nações industrializadas teriam que diminuir suas emissões de GEE per capita para um índice entre 23% e 34%, comparado ao seu percentual registrado em 2000, enquanto os países em desenvolvimento precisariam reduzir as suas emissões para uma cifra entre 64% e 96% do seu nível nesse mesmo ano.

⁴⁴ Para a meta de estabilização menos rigorosa de 535 a 590 ppm CO₂e, o IPCC informa um preço médio do carbono de US\$45/tCO₂e em 2030, com as estimativas do modelo variando de US\$18 a US\$79/tCO₂e nesse ano, e de US\$30 a US\$155/tCO₂e em 2050.

⁴⁵ De acordo com o IPCC, os aumentos de eficiência energética nos prédios responderiam por uma parcela entre um quinto e um terço dos potenciais de atenuação. Além disso, o fornecimento de energia, a indústria e a agricultura contribuiriam individualmente com um percentual entre 15% e 20% da capacidade total, enquanto o setor de florestas poderia participar com 8% a 14%, dependendo do cenário. A redução das emissões no setor de transportes representam menos de 10% e as do lixo cerca de 3% da capacidade global de atenuação.

⁴⁶ Medvedev D. e D. van der Mensbrugge (2008). As simulações realizadas são, respectivamente, um imposto de carbono uniforme global e um conjunto de impostos de carbono específicos para os países, ou seja, os impostos seriam mais altos nas nações com menor potencial, de modo a alcançar uma redução de 55% nas emissões em cada um dos países e no mundo inteiro.

⁴⁷ A diferença entre ambos os grupos de países é menor, mas ainda é significativa quando são consideradas as emissões da energia e também da mudança no uso do solo durante o período mais curto de 1950 a 2000 — uma vez que os dados sobre liberações de gases provenientes da mudança no uso do solo não estão disponíveis para os anos anteriores. Nesse caso, as emissões cumulativas dos países industrializados seriam de 457 tCO₂ per capita, comparadas a 103 tCO₂ per capita dos países em desenvolvimento. Dados do WRI (2008): <http://cait.wri.org/cait.php> (9 de setembro de 2008).

⁴⁸ No caso do *Brasil*, em outubro de 2008, o ministro do Meio Ambiente anunciou uma redução de 10% a 20% nas emissões para o período de 2012 a 2020, em relação aos índices de 2004, provavelmente diminuindo as taxas de desmatamento ilegal. Contudo, o governo advertiu que esses declínios estão condicionados a determinados pré-requisitos internacionais, que o governo brasileiro anunciará mais tarde. Da mesma forma, a Estratégia Nacional para Mudança Climática de 2007, da Secretaria de Meio Ambiente do *México* reconhece a importância da implementação de ações urgentes e concertadas de redução e adaptação às alterações no clima. A estratégia enfatiza a propensão do País a se engajar em uma estrutura mais ambiciosa do que a estabelecida pelo Protocolo de Kyoto, para combater as alterações climáticas, e a sua intenção de adotar metas não obrigatórias de longo prazo. Os dois setores escolhidos para o esforço de atenuação são o de energia, e o de mudanças no uso do solo e atividades florestais. A Estratégia de 2007 identifica uma capacidade total de atenuação de 107 Mt no setor de energia em 2014, (representando 21% de redução nos próximos seis anos, se continuar a trajetória indicada pelas tendências atuais) resultante da eficiência da utilização final de energia, do aumento do uso de gás natural e do crescimento do potencial de co-geração das indústrias de cimento, aço e açúcar. Contudo, a maior parte da possibilidade de atenuação do México é proveniente do uso do solo. O plano identifica uma probabilidade de atenuação entre 11 a 21 bilhões de toneladas de nos setores de uso do solo e de florestas em 2012, sendo a maior parte gerada pelo reflorestamento público e pelas plantações realizadas pela iniciativa privada, que dependerá do nível de recursos disponíveis. Fora da América Latina e do Caribe, a *China* já está implementando uma ampla gama de políticas industriais e energéticas que, embora não sejam motivadas por preocupações ecológicas, contribuem para os esforços climáticos por que desaceleram o crescimento de suas emissões de gases do efeito estufa. O 11º Plano Quinquenal chinês inclui um importante programa nacional de melhoria da eficiência energética, que determina para 2010 uma meta de redução da intensidade de energia de 20% abaixo dos níveis de 2005 (ou seja, o consumo de energia por unidade do PIB). O governo espera que o alcance dessa meta diminua as emissões de GEE em 10% abaixo dos níveis registrados em um cenário que segue a trajetória indicada por tendências atuais; os pesquisadores estimam que ocorrerá uma redução em torno de 1,5 bilhão de toneladas de (Pew Center for Climate Change, *Climate Change Mitigation Measures in the People's Republic of China, International Brief 1*, April 2007). No caso da *Índia*, em junho de 2008, o Primeiro-Ministro Singh lançou o primeiro Plano de Ação Nacional para Combater as Mudanças Climáticas (NAPCC) do país, que descreve as políticas e os programas existentes e futuros de atenuação e adaptação às alterações no clima. O plano identifica oito principais “missões nacionais” a serem implantadas até 2017, e orienta os ministérios a enviar projetos de implementação detalhados ao Conselho de Mudança Climática do Primeiro-Ministro até dezembro de 2008 (<http://www.pewclimate.org/international/country-policies/india-climate-plan-summary/06-2008>). Ao enfatizar a principal prioridade de manter as altas taxas de crescimento econômico para elevar o padrão de vida da população, o plano “define medidas que promovem os nossos objetivos de desenvolvimento e geram ao mesmo tempo os co-benefícios necessários para lidar de modo eficaz com a mudança climática”. As missões incluem: triplicar as fontes de energia renovável para que correspondam a 10% da capacidade instalada em 2012; aumentar em 500% a energia nuclear (para 20GW) em 2020; cortar 7% das usinas termoeletricas que utilizam carvão em 2012 e outros 10.000MW em 2017, e aumentar a eficiência energética para economizar 10.000 MW em 2012. Na

África do Sul, em julho de 2008, o governo aprovou uma política progressiva para as questões sobre o clima que coloca o país no caminho do desenvolvimento econômico com baixo teor de carbono (*Long Term Mitigation Scenarios: Strategic Options for South Africa*, Department of Environmental Affairs and Tourism, Pretoria, South Africa, 2007). A política recomenda um limite máximo de emissões de 546 Mt de carbono em 2025 e um declínio em termos absolutos em 2030–2035. Uma das medidas que está sendo considerada é um imposto sobre o carbono, apresentado pelo ministro da Fazenda em seu pronunciamento sobre o orçamento, em fevereiro de 2008. O Gabinete ministerial solicitou ao Tesouro Nacional um estudo sobre a adoção de um futuro imposto sobre o carbono como uma provável opção. Outras medidas que estão sendo consideradas são rigorosos padrões de eficiência de combustível para veículos, o desenvolvimento de 10.000 GWh de energia a partir de fontes renováveis em 2012, o uso obrigatório de sistemas de captura e armazenamento de carbono para todas as novas estações termoeletricas movidas a carvão e o aumento da geração de energia nuclear. Por fim, embora a *Coréia do Sul* ainda não tenha formalizado por escrito as suas intenções para o período posterior a 2012, o Embaixador Rae-Kwon Chung, principal negociador das questões climáticas do país, anunciou, em agosto de 2008, que a *Coréia do Sul* adotará uma meta nacional de redução das emissões de carbono em 2009. Alguns meses mais tarde, Chung sugeriu o estabelecimento de um registro internacional no qual os países em desenvolvimento possam inscrever as suas políticas domésticas de redução de emissões. O registro seria voluntário, mas o estabelecimento de uma política doméstica se tornaria um compromisso a ser monitorado e verificado.

⁴⁹ Os dados sobre a biomassa das florestas tropicais foram obtidos em Houghton (2005) com base nas informações de 2000 da FAO. Os índices sobre a parcela do total de biomassa florestal são provenientes da publicação *Global Forest Resource Assessment* para 2005 da FAO.

⁵⁰ Dados da Agência Internacional de Energia.

⁵¹ A Figura 9 adota a abordagem proposta por Kaya (1990) para a decomposição das emissões de CO₂ dos combustíveis fósseis nos seguintes fatores: (i) mudança na intensidade de carbono da energia (emissões por unidade de energia); (ii) mudança na intensidade de energia da produção (energia consumida por unidade do PIB); (iii) mudança no PIB per capita; e (iv) mudança na população. Embora a “decomposição de Kaya” não se baseie em um modelo estimado de vínculos causais entre as variáveis relevantes, pode ser útil para revelar os principais fatores determinantes das alterações observadas nas liberações de CO₂ (veja Bacon e Bhattacharya, 2007). A figura mostra mudanças nas emissões geradas pelos combustíveis fósseis que podem ser atribuídas a diversos fatores, expressos como percentual dos níveis iniciais registrados em 1980. A figura indica que as alterações na intensidade de energia da produção na ALC, durante os últimos 25 anos, contribuíram para aumentar as emissões em 15%, mas a queda de intensidade do carbono na região provocou uma diminuição de 17% nas emissões. Por outro lado, no nível global, o declínio nas intensidades de energia produziu um corte de 35% nas emissões e as reduções na intensidade do carbono ajudaram a reduzir as emissões em aproximadamente 9%. Por fim, as taxas relativamente baixas de crescimento do PIB per capita na ALC se refletiram em uma menor contribuição desse fator para as emissões provenientes dos combustíveis fósseis, equivalente a 23% de seu nível inicial, comparadas a 82% no mundo, 51% nos países de renda alta e 309% na China e na Índia.

⁵² Como Alaimo e Lopez (2008) mostram, ao contrário das evidências para a OCDE, as intensidades de petróleo e de energia dos países da América Latina (excluindo os exportadores de petróleo) não foram afetadas pela alta nos preços do petróleo. Usando uma linguagem mais técnica, as intensidades não são alteradas pela “causalidade de Granger” devido aos preços mais elevados do petróleo.

⁵³ As principais mensagens para o grupo dos sete maiores emissores são as seguintes. Em primeiro lugar, entre os países com altos níveis ou elevadas taxas de crescimento das emissões relacionadas à energia, os altos níveis de consumo por unidade do PIB (ou seja, eficiência energética)

representam uma importante preocupação na Venezuela, enquanto as emissões relativamente elevadas por unidade de energia poderiam constituir um tema de maior interesse no México, na Argentina e no Chile. Neste último país, em particular, as emissões são relativamente altas e crescem em ritmo acelerado nos setores de indústria e de construção. Em segundo lugar, fora do segmento de energia, a mudança no uso do solo é particularmente marcante no Brasil e no Peru, os fluxos gerados pela agricultura são significativos ou aumentam de modo rápido no Brasil e na Colômbia, e as liberações de CO₂ provenientes do lixo deveriam merecer atenção especial na Colômbia e no Peru.

⁵⁴ World Energy Outlook (2006).

⁵⁵ O estudo analisou o custo para reduzir o uso de 143.000 GWh de eletricidade em 2018, adotando medidas de eficiência energética amplamente disponíveis da ordem de US\$16 bilhões, comparado a uma despesa em torno de US\$53 bilhões para construir o equivalente a 328 geradores de ciclo aberto movidos a gás (250 MW cada), que são necessários para produzir os mesmos 143.000 GWh de eletricidade.

⁵⁶ MEDEC (2008).

⁵⁷ Apresentações realizadas na CEPAL (Santiago do Chile), em 16 de outubro de 2008, por representantes da Fundação Bariloche, da Universidade do Chile, da PSR/COPPE, da Universidade dos Andes e da Universidade Católica do Peru.

⁵⁸ Além disso, a oportunidade de receber pagamentos futuros para o financiamento de carbono pode aumentar o valor de terras anteriormente marginais. Aluguéis mais caros de terrenos melhoram a situação econômica dos proprietários de terra e aumentam a sua capacidade de adaptação (Lal, 2004). Além disso, existem efeitos indiretos positivos para os produtos florestais associados ou não à madeira quando a exploração florestal sustentável é permitida além da oferta de serviços ambientais (Landell-Mills, 2002).

⁵⁹ A possível disponibilidade de terras e o local para os projetos de florestamento e reflorestamento em cada país da América Latina e do Caribe foram obtidos por meio da aplicação do Instrumento de Análise Online ENCOFOR CDM-AR (Zomer et al, 2008) para o limite da cobertura de copas definido por cada país de acordo com o Protocolo de Kyoto. Esse instrumento está disponível online no endereço <http://csi.cgiar.org/encofor/forest/>.

⁶⁰ Esse terceiro grupo de estudos modela as atividades florestais juntamente com outros setores (por exemplo, agricultura e, em alguns casos, também o de energia) e conclui derivando as curvas de oferta. Veja, por exemplo, Boucher e Reddy (2007).

⁶¹ Em particular, as estimativas das taxas de desmatamento se baseiam em diversas variáveis que incluem as tendências atuais, as causas das mudanças no uso do solo (por exemplo, a expansão das estradas e da população) e os usos alternativos do solo entre outras; enquanto o conteúdo do carbono é determinado por uma série de hipóteses sobre o tipo de vegetação e os compartimentos de carbono.

⁶² International Road Federation (IRF). 2006. *World Road Statistics 2006*. Geneva: IRF.

⁶³ MEDEC 2008.

⁶⁴ *The Economist*, 2007. "Adiós to poverty, hola to consumption", August 16th 2007.

⁶⁵ <http://www.time.com/time/world/article/0,8599,1733872,00.html>

⁶⁶ As estimativas variam de um percentual entre 30% e 50%, segundo Burtaw et al (2003) e Proost e Regemorter (2003), a um custo total de atenuação três a quatro vezes maior (Aunana et al, 2004; McKinley et al, 2005), dependendo da austeridade do nível de redução, do setor de origem, assim como da avaliação e do valor monetário atribuído ao risco de mortalidade.

⁶⁷ Aunana et al, 2004; McKinley et al, 2005. Essas mortes são evitadas devido à redução na poluição do ar, incluindo as emissões de dióxido de enxofre (SO₂), o número de oxidação (NO_x) e as partículas lançadas por veículos e pelas fontes de calor e energia.

⁶⁸ A Comissão Federal de Eletricidade do México estimou um potencial eólico viável entre 7 e 12 GW, comparado à atual capacidade instalada de 51 GW, tendo concluído os estudos detalhados de

recursos eólicos para Baja Peninsula (1500-2500MW) e o Istmo de Tehuantepec, em Oaxaca (2000-3000MW).

⁶⁹ Os projetos de energia eólica em questão seriam aqueles que compreendem fatores de alta capacidade (cerca de 37%). No entanto, é importante notar que a avaliação econômica das alternativas de geração é muito mais complexa do que a análise simplificada acima, baseada em custos nivelados. Deve-se considerar também fatores como o custo de transmissão relacionado à conexão do projeto à rede nacional; as diferenças locais no custo de operação e na confiabilidade do sistema energético interconectado; os riscos associados ao preço dos combustíveis e à sua demanda; externalidades como o impacto ambiental dos projetos; e o custo do transporte e armazenamento dos combustíveis. Sob o ponto de vista da iniciativa privada, a avaliação econômica também deve levar em conta o custo do capital das empresas particulares; os riscos do projeto, do mercado e do país; o valor do abastecimento de combustível da empresa; os incentivos financeiros e fiscais; os custos de transação; os gastos com conexão e transmissão; e as normas e preços do mercado de energia. Veja Dussan (2008).

⁷⁰ Dussan (2008). Os projetos hidrelétricos de baixo custo considerados compreendem investimentos abaixo de US\$1200/kW. O custo nivelado de geração cobre gastos fixos e variáveis, incluindo despesas com investimentos, operação e manutenção. Os gastos com geração das alternativas termoelétricas variam de US\$41 a US\$65/MWh para as usinas a carvão; de US\$49 a US\$83/MWh para as usinas a gás (exceto no Peru, onde esse valor é estimado em US\$29,4/MWh e, na Colômbia, calculado em torno de US\$35,5/MWh, em um cenário com baixos preços do petróleo e do gás); e de US\$88 a US\$132/MWh para as usinas movidas a diesel.

⁷¹ Apresentações realizadas na CEPAL, em Santiago do Chile, no dia 16 de outubro de 2008, por representantes da Universidade do Chile, da PSR/COPPE e da Universidade Católica do Peru.

⁷² “Custo de troca” é o preço mínimo do carbono que tornaria financeiramente viável investir em uma tecnologia com baixa emissão ao invés de outra com menor custo inicial, porém que libere mais carbono.

⁷³ World Bank. 2008. *Environmental Licensing for Hydroelectric Projects in Brazil: A Contribution to the Debate*. Brazil Country Management Unit, Report 40995-BR

⁷⁴ Estudo do ESMAP, *Latin America and the Caribbean, Energy Sector—Retrospective Review and Challenges*, June 15, 2007.

⁷⁵ Na América do Sul, o Chile e o Uruguai são importadores líquidos de energia e por isso estão vulneráveis à volatilidade dos preços e da oferta do setor. Contudo, a dependência de hidrocarbonetos importados é mais acentuada nos países da América Central e do Caribe, incluindo Barbados (86%), República Dominicana (78%), Jamaica (86%) e Panamá (72%). ESMAP (2007).

⁷⁶ ESMAP (2007).

⁷⁷ Veja Kojima, M., D.; Mitchell e W. Ward *Considering Trade Policies for Liquid Biofuels*, Energy Sector Management Assistance Program Renewable Energy Special Report 004/07, 2007, World Bank.

⁷⁸ Farrell (2006); Hill et al (2006); Kartha (2006); análise dos estudos apresentados no Worldwatch Institute (2006); e Kojima, Mitchell e Ward (2006).

⁷⁹ Koplou (2006).

⁸⁰ Mitchell (2008).

⁸¹ Farrell (2006); Hill et al (2006); Kartha (2006); análise dos estudos apresentados no Worldwatch Institute (2006), e Kojima, Mitchell e Ward (2006).

⁸² Searchinger (2008).

⁸³ Searchinger et al (2008).

⁸⁴ Zah et al (2007), Gibbs et al (2008).

⁸⁵ Gibbs et al (2008).

⁸⁶ Outro estudo que também estima o período de retorno do carbono mostra que “converter florestas tropicais, áreas pantanosas, savanas ou pastos para produzir biocombustíveis derivados de alimento no Brasil, no Sudeste da Ásia e nos Estados Unidos cria uma “dívida de carbono dos biocombustíveis” porque libera 17 a 420 vezes mais CO₂ do que as reduções de GEE anuais geradas por esses produtos, que ocupam o lugar dos combustíveis fósseis”. Fonte: Fargione et al (2008).

⁸⁷ De Gorter e Tsur (2008).

⁸⁸ De Gorter e Tsur (2008)

⁸⁹ A primeira é de 7.225 litros/ha., comparada a 3.750 litros/ha. Segundo Nyberg, J. “Sugar-based Ethanol International Market Profile, “Background paper for the Competitive Commercial Agriculture in Sub-Saharan Africa (CCAA) Study, 2007 FAO e Banco Mundial, citando indicadores da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA). Disponível em: http://siteresources.worldbank.org/INTAFRICA/Resources/257994-1215457178567/Ethanol_Profile.pdf.

⁹⁰ De Gorter e Tsur (2008)

⁹¹ Smith et al (no prelo).

⁹² IPCC (2007).

⁹³ A disposição do lixo, contudo, é em geral ineficiente. Apenas 23% dos resíduos são coletados e dispostos em aterros sanitários, outros 24% vão para aterros sanitários controlados e o restante é colocado em depósitos de lixo abertos ou em cursos d’água. Organização Pan-Americana da Saúde, 2005.

⁹⁴ West, J. M. e R. V. Salm. 2003. “Resistance and Resilience to Coral Bleaching: Implications for Coral Reef Conservation and Management”, *Conservation Biology*, 17(Aug), no. 4: 956- 967.

⁹⁵ Gisselquist, Nash e Pray (2002) constataram que as regulamentações muito restritivas para sementes interferem no fluxo de tecnologia, especialmente nos países em desenvolvimento.

⁹⁶ P. Michaels, 2008. *Confronting the Political and Scientific Realities of Global Warming*. Washington DC: Cato Institute for the Hokkaido G8 Summit.

⁹⁷ O El Niño-Oscilação do Sul (ENSO), um fenômeno global oceanográfico-atmosférico, está associado às enchentes, às secas e a outros fenômenos em diversos locais no mundo inteiro.

⁹⁸ Veja, por exemplo, Howitt, R. e E. Pienaar. 2006. “Agricultural Impacts” in J. Smith e R. Mendelsohn (eds.) *The Impact of Climate Change on Regional Systems: A Comprehensive Analysis of California* Edward Elgar Publishing, Northampton, MA. Pp 188–207.

Hurd, B., J. Callaway, J. Smith e P. Kirshen. 1999. “Economics Effects of Climate Change on US Water Resources” in R. Mendelsohn e J. Smith (eds) *The Impact of Climate Change on the United States Economy*, Cambridge University Press, Cambridge, UK pp. 133–177.

Lund, J., T. Zhu, S. Tanaka, M. Jenkins. 2006. “Water Resource Impacts” in J. Smith e R. Mendelsohn (eds.) *The Impact of Climate Change on Regional Systems: A Comprehensive Analysis of California* Edward Elgar Publishing, Northampton, MA. pp 165-187.

Strzepek, K., D. Yates e D. El Quosy. 1996. “Vulnerability assessment of water resources in Egypt to climatic change in the Nile Basin” *Climate Research* 6: 89–95.

⁹⁹ Mendelsohn, R. 2008. *Impact of Climate Change on the Rio Bravo River*. Estudo preliminar para este relatório, 2 de julho de 2008.

¹⁰⁰ E. Bresnayan e P. Werbrouck, *Value Chains and Small Farmer integration*. World Bank, LCSAR, Agriculture for Development series.

¹⁰¹ O MDL foi criado pelo Protocolo de Kyoto. Esse mecanismo permite atualmente que as nações industrializadas cumpram alguns dos seus compromissos de atenuação climática investindo na redução de emissões nos países em desenvolvimento.

¹⁰² Em uma proposta para reduzir as taxas de desmatamento na Amazônia brasileira (Nepstad et al, 2007), por exemplo, seriam utilizados incentivos financeiros para compensar em parte as populações locais que residem na floresta e os proprietários de terras privados legais,

respectivamente pelo seu papel no manejo florestal e pelos esforços de conservação da floresta. Além disso, um “Fundo Público” reembolsaria o governo pelos gastos que estivessem muito acima das despesas correntes, incluindo aquelas destinadas ao manejo das florestas públicas, à oferta de serviços para as populações locais e ao monitoramento das florestas privadas (inclusive a expansão do licenciamento ambiental). Estima-se que em um período de 30 anos, a área desmatada poderia ser reduzida em 490.000 km² e que 6,3 bilhões de toneladas de emissões de carbono poderiam ser evitadas em comparação a um cenário que seguisse as tendências atuais, segundo projeção de Soares Filho et al (2006).¹⁰² O custo total desse programa seria de US\$8,2 bilhões ou cerca de US\$1,3 por tonelada de liberações de carbono evitadas. É importante notar, contudo, que o problema da proposta de Nepstad et al (2007) é que ela não considera necessário equalizar o custo de oportunidade da terra no incentivo financeiro planejado para evitar a conversão das florestas em plantação de soja ou criação de gado. Os autores citam um programa bem-sucedido de subsídios para proteger as florestas que trabalha com as comunidades locais, e estabelecem os níveis de incentivo de acordo com esse programa.

¹⁰³ Esses índices referem-se a 2000, o último ano para o qual o CAIT (2008) informa as emissões de todos os GEE. Somente as emissões de CO₂ relacionadas à energia produziram volumes anuais de 0,36 e 0,43 bilhões de toneladas de CO₂ provenientes do Brasil e do México, respectivamente, em 2004 (esse é o último ano para o qual há dados disponíveis acerca desse tipo de emissão no CAIT 2008).

¹⁰⁴ Refletindo a natureza das oportunidades de redução específica de cada país, é claro que outros setores (por exemplo, gestão do lixo e agricultura) podem ser mais significativos em determinadas nações do que qualquer um dos quatro citados.

¹⁰⁵ FAO (2005).

¹⁰⁶ Agrawal, A. 2008. “Livelihoods, Carbon, and Diversity in Community Forests: Tradeoffs or Win-Wins?” Apresentação na conferência sobre “Rights, Forests, and Climate Change”, Oct. 15- 17, 2008, organizada pela Rainforest Foundation Norway e a Rights and Resources Foundation. <http://rightsandclimate.org/>

¹⁰⁷ Chomitz et al (2007).

¹⁰⁸ Soares Filho et al (2006).

¹⁰⁹ A redução cumulativa do material particulado (PM 2,5) seria de 11.800 toneladas e a dos óxidos nitrosos de 855.000 toneladas, para o primeiro exemplo, e da ordem de 8.000 toneladas de PM 2,5 e de 1.134.000 toneladas de óxidos nitrosos para o segundo. MEDEC 2008.

¹¹⁰ Apresentações realizadas na CEPAL (Santiago de Chile), em 16 outubro 2008, por representantes da Fundação Bariloche, da Universidade do Chile, da PSR/COPPE, da Universidade dos Andes e da Universidade Católica do Peru.

¹¹¹ *Argentina: The Challenge of Reducing Logistics Costs, 2006; Costa Rica: Country Economic Memorandum: The Challenges for Sustained Growth, 2006; Improving Logistics Costs for Transportation and Trade Facilitation, 2008; Infraestructura Logística y de Calidad para la Competitividad de Colombia, 2006; Brazil: How to Decrease Freight Logistics Costs in Brazil* (em preparação).

¹¹² World Bank. 2008. *Environmental Licensing for Hydroelectric Projects in Brazil: A Contribution to the Debate*. Brazil Country Management Unit, Report 40995-BR

¹¹³ Rios Roca, A. R., M. Garron B. e P. Cisneros. 2005. “Targeting Fuel Subsidies in Latin American and the Caribbean: Analysis and Proposal.” Latin American Energy Organization (OLADE), June.

¹¹⁴ Os países são classificados em um nível de potencial relativamente alto (baixo) quando estão acima das nações medianas da ALC em termos da sua taxa de crescimento de um determinado tipo de emissão e da relação entre essas emissões e o PIB. Um potencial *médio* é atribuído aos países cuja taxa de crescimento das emissões está acima da mediana mas o seu nível está por baixo, ou vice-versa.

¹¹⁵ As definições do potencial estão na Tabela A1, mas substituindo, na coluna 1, os níveis e as taxas de crescimento do coeficiente energia-PIB (em relação às variáveis descritas na Tabela A1); e o nível

dos coeficientes das emissões em relação à energia, em vez do coeficiente em relação ao PIB, nas outras colunas.

¹¹⁶ As definições de potencial são semelhantes às da Tabela A1.

¹¹⁷ A comunidade caribenha compreende 15 países membros e 5 países membros associados, totalizando 20 países. Alguns itens específicos de custo não estão disponíveis para todos os países, pelo que a estimativa total pode ser considerada conservadora. Para obter mais detalhes, veja o anexo.

Existe um crescente consenso na comunidade científica de que o aquecimento global é uma ameaça real e presente. Embora ainda exista uma grande incerteza com relação à velocidade, magnitude e, inclusive, sobre a direção das mudanças climáticas futuras, há evidências de que seus impactos físicos e econômicos serão diferenciados regionalmente. Sabe-se ainda que os países em desenvolvimento e as populações com menor renda apresentam um maior grau de vulnerabilidade. Por essas razões, é fundamental que os países da América Latina desenvolvam suas próprias estratégias de adaptação e participem ativamente dos esforços internacionais para mitigar esta ameaça global.

Desenvolvimento com Menos Carbono busca responder a uma série de perguntas sobre as causas e as consequências da mudança climática no caso da América Latina. Quais são os impactos prováveis da mudança climática sobre os países da América Latina e do Caribe? Que países, regiões e estratos sócio-econômicos poderiam ser mais afetados? De que maneira os governos da região podem incorporar a questão da mudança climática às suas políticas e aos seus programas? Que papel a América Latina pode desempenhar na mitigação de um fenômeno que é de natureza global? Como a comunidade internacional pode ajudar a América Latina a responder a estes desafios? Ainda que o estudo não anseie por oferecer respostas definitivas para estas perguntas, espera-se que as informações e análises contidas neste documento permitam enriquecer os debates sobre as políticas públicas mais adequadas nesta área, cuja importância para o desenvolvimento da região é inegável.



BANCO MUNDIAL

ISBN 978-0-8213-7920-2



SKU 17920