

MUDANÇA DO CLIMA NO BRASIL

aspectos econômicos, sociais e regulatórios

Editores

Ronaldo Seroa da Motta

Jorge Hargrave

Gustavo Luedemann

Maria Bernadete Sarmiento Gutierrez



Mudança do Clima no Brasil:
aspectos econômicos,
sociais e regulatórios

Governo Federal

Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

Ministro Wellington Moreira Franco



Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Marcio Pochmann

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Geová Parente Farias

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais, Substituto

Marcos Antonio Macedo Cintra

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Alexandre de Ávila Gomide

Diretora de Estudos e Políticas Macroeconômicas

Vanessa Petrelli Corrêa

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Francisco de Assis Costa

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura, Substituto

Carlos Eduardo Fernandez da Silveira

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

Jorge Abrahão de Castro

Chefe de Gabinete

Fabio de Sá e Silva

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação

Daniel Castro

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios

Editores

Ronaldo Seroa da Motta

Jorge Hargrave

Gustavo Luedemann

Maria Bernadete Sarmiento Gutierrez

ipea

Brasília, 2011

Mudança do clima no Brasil : aspectos econômicos, sociais e regulatórios / editores: Ronaldo Seroa da Motta ... [et al.].
Brasília : Ipea, 2011.
440 p. : gráfs., mapas, tabs.

Inclui bibliografia.
ISBN 978-85-7811-108-3

1. Clima. 2. Mudanças Climáticas. 3. Aspectos Econômicos
4. Aspectos Sociais. 5. Brasil. I. Motta, Ronaldo Seroa da. II.
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 551.6981

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 9

INTRODUÇÃO 11

PARTE I

A MUDANÇA DO CLIMA NO BRASIL

CAPÍTULO 1

A POLÍTICA NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA:
ASPECTOS REGULATÓRIOS E DE GOVERNANÇA 31
Ronaldo Seroa da Motta

CAPÍTULO 2

REGULAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL
E O PAPEL DOS GOVERNOS SUBNACIONAIS 43
Viviane Romeiro
Virginia Parente

CAPÍTULO 3

COMPLEMENTARIDADE ENTRE POLÍTICAS DE COMBATE AO
AQUECIMENTO GLOBAL E QUALIDADE DA VIDA URBANA 57
Carolina Burle Schmidt Dubeux

CAPÍTULO 4

INVENTÁRIO BRASILEIRO DE EMISSÕES ANTRÓPICAS POR FONTES
E REMOÇÕES POR SUMIDOUROS DE GASES DE EFEITO ESTUFA
NÃO CONTROLADOS PELO PROTOCOLO DE MONTREAL 77
Ana Carolina Avzaradel

CAPÍTULO 5

ROMPENDO COM O *TRADE-OFF* ENTRE COMBATE À POBREZA E MITIGAÇÃO
DO EFEITO ESTUFA: O CASO DO CONSUMO DOMICILIAR DE
ENERGÉTICOS NO BRASIL 91
Thiago Fonseca Morello
Vitor Schmid
Ricardo Abramovay

CAPÍTULO 6

AGROPECUÁRIA NO CONTEXTO DA ECONOMIA DE BAIXO CARBONO..... 111

Gustavo Barbosa Mozzer

CAPÍTULO 7

TRANSPORTE RODOVIÁRIO E MUDANÇAS DO CLIMA NO BRASIL..... 127

Patrícia Helena Gambogi Boson

CAPÍTULO 8

ENERGIA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: OTIMISMO
E AMEAÇAS NO FRONTE BRASILEIRO..... 143

Sílvia Maria Calou

CAPÍTULO 9

DO MDL ÀS NAMAS: PERSPECTIVAS PARA O FINANCIAMENTO
DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL BRASILEIRO..... 161

Maria Bernadete Sarmiento Gutierrez

CAPÍTULO 10

OPORTUNIDADES E DESAFIOS RELATIVOS À IMPLEMENTAÇÃO
DE MECANISMOS DE REDD..... 179

Sofia Shellard

Gustavo Barbosa Mozzer

CAPÍTULO 11

DESENVOLVIMENTO, COOPERAÇÃO E TRANSFERÊNCIA
DE TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS DE BAIXA EMISSÃO..... 195

Gilberto de Martino Jannuzzi

Marcelo Khaled Poppe

CAPÍTULO 12

BARREIRAS COMERCIAIS NAS POLÍTICAS DE REGULAÇÃO
DE GASES DE EFEITO ESTUFA 211

Ronaldo Seroa da Motta

CAPÍTULO 13

VULNERABILIDADES DAS MEGACIDADES BRASILEIRAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO..... 233

Carlos Afonso Nobre
Andrea Ferraz Young
José Antônio Marengo Orsini
Paulo Hilário Nascimento Saldiva
Antonio Donato Nobre
Agostinho Tadashi Ogura
Osório Thomaz
Maria Valverde
Guillermo Oswaldo Obregón Párraga
Gustavo Costa Moreira da Silva
André Carvalho Silveira
Grasiela de Oliveira Rodrigues

CAPÍTULO 14

O DISCURSO DA JUSTIÇA CLIMÁTICA NO CONTEXTO BRASILEIRO: POSSIBILIDADES E PERSPECTIVAS 261

Bruno Milanez
Igor Ferraz da Fonseca

CAPÍTULO 15

AGRICULTURA FAMILIAR E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: AVALIANDO A VULNERABILIDADE À SECA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO..... 277

Diego Pereira Lindoso
Juliana Dalboni Rocha
Nathan Debortoli
Izabel Cavalcanti Ibiapina Parente
Flávio Eiró
Marcel Bursztyn
Saulo Rodrigues Filho

CAPÍTULO 16

IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO SETOR AGRÍCOLA BRASILEIRO 301

José Féres
Eustáquio Reis
Juliana Simões Speranza

PARTE II
O BRASIL NAS NEGOCIAÇÕES INTERNACIONAIS

CAPÍTULO 17

ANÁLISES DE CUSTO-BENEFÍCIO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS 315
Jorge Hargrave
Ronaldo Seroa da Motta
Gustavo Luedemann

CAPÍTULO 18

AS METAS DO ACORDO DE COPENHAGUE E AS DECISÕES DE CANCUN 333
Ronaldo Seroa da Motta
Jorge Hargrave
Gustavo Luedemann

CAPÍTULO 19

AS NEGOCIAÇÕES SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS
NA PERSPECTIVA DA INDÚSTRIA 349
Paula Bennati

CAPÍTULO 20

O PROTOCOLO DE QUIOTO NO ÂMBITO DA ATUAL NEGOCIAÇÃO DO REGIME
INTERNACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA 363
José Domingos Gonzalez Miguez

CAPÍTULO 21

REDD E O DESAFIO DA PROTEÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL GLOBAL 377
Thaís Linhares Juvenal

CAPÍTULO 22

A OBRIGAÇÃO DE FINANCIAMENTO NA CONVENÇÃO CLIMÁTICA 389
Claudia da Costa Martinelli Wehbe

CAPÍTULO 23

TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO ÂMBITO DO REGIME
DE MUDANÇA DO CLIMA 403
Haroldo de Oliveira Machado Filho
Marcelo Khaled Poppe

NOTAS BIOGRÁFICAS 425

APRESENTAÇÃO

Este livro dá continuidade ao compromisso do Ipea de desenvolver estudos e pesquisas na área de mudança do clima e que já conta com uma longa tradição na reflexão de temas como: custos e benefícios de ações de mitigação e adaptação, planejamento ambiental do meio urbano e social, políticas internacionais, desenvolvimento dos instrumentos de fomento tecnológico e regulação de instrumentos de mercado, assim como de contribuir para as negociações da delegação brasileira na convenção do clima. Esse esforço é um trabalho conjunto da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) e da Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur).

Acima de tudo, esta publicação evidencia a importância do tema da mudança climática na formulação de políticas e ações públicas. Logo, seu principal objetivo é oferecer aos seus leitores uma publicação nacional sobre políticas de combate ao aquecimento global com textos analíticos de 46 especialistas, vários deles participantes das negociações brasileiras na convenção do clima e do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), oriundos de 17 instituições brasileiras entre universidades, centros de pesquisa e ministérios.

Não se pretendeu nestas páginas esgotar todos os temas nem mesmo apresentar textos acadêmicos. Mas, sim, com rigor analítico, oferecer capítulos que discutem alguns aspectos dos quadros regulatórios nacional e internacional sobre diversas perspectivas. Dessa forma, este livro reafirma o papel do Ipea no debate sobre mudanças climáticas e sobre as políticas públicas a elas relacionadas, nos âmbitos nacional e internacional. Essa é mais uma demonstração de que o Ipea se compromete ainda mais com o esforço governamental de formulação de políticas públicas por meio da sua capacidade de articulação e diversidade disciplinar e institucional.

Marcio Pochmann
Presidente do Ipea

INTRODUÇÃO

Os atuais níveis de concentração de gases de efeito estufa (GEE) já são preocupantes, e os cientistas preveem que a temperatura média do planeta pode se elevar entre 1,8°C e 4°C até 2100, o que causaria uma alteração drástica no meio ambiente. Este é um resultado apresentado no *4º Relatório de Avaliação* do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007), que congrega cientistas do mundo todo para avaliar as mudanças climáticas.

Esse cenário de elevação de temperatura levaria a um aumento da intensidade de eventos extremos e, também, à alteração do regime das chuvas, com maior ocorrência de secas e enchentes. Estudos demonstram que, além de colocarem em risco a vida de grandes contingentes urbanos, tais mudanças no clima do planeta poderiam desencadear epidemias e pragas, ameaçar a infraestrutura de abastecimento de água e luz, bem como comprometer os sistemas de transporte. A agricultura seria também bastante afetada, principalmente em regiões onde já se verifica escassez de água, como o Nordeste brasileiro. Muitos desses impactos já poderiam ocorrer antes de 2050, com elevados efeitos econômicos.¹

Entender a natureza e a dimensão desses impactos continua sendo crucial para a determinação de políticas de combate ao aquecimento global. Ademais, é preciso analisar os efeitos dessas políticas no crescimento econômico dos diferentes países e na distribuição de renda, em nível doméstico e internacional, em particular, entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Isso porque a minimização dos impactos com a mudança do clima requer um esforço global e coordenado de ações de mitigação e adaptação que vão requerer um forte compromisso das gerações presentes e futuras de cada país. O escopo e a distribuição desse esforço estão, entretanto, longe de ser consensuados entre as partes que participam dele.

Assim, torna-se crucial entender as estruturas de custos e benefícios e de ganhadores e perdedores, como também as de governança que decidem, regulam e acompanham a implementação dessas ações de combate ao aquecimento global.

1 OS ACORDOS GLOBAIS

Durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada em 1992 no Rio de Janeiro (CNUMAD, ou Rio92), foi adotada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

1. Ver, por exemplo, Stern (2007), para uma análise global, e Margulis, Dubeux e Marcovitch (2010), para uma avaliação do caso brasileiro.

(CQNUMC),² da Organização das Nações Unidas (ONU), ou apenas convenção, como doravante se denominará neste texto.³ Esta é um acordo internacional, já assinado por 192 países, que estabelece objetivos e regras para combate ao aquecimento global. O objetivo final da convenção é “a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático” (CQNUMC, Art. 2). Por outro lado, admite que efeitos negativos possam já ser inevitáveis e prevê que

(...) as Partes países desenvolvidos e demais Partes desenvolvidas incluídas no Anexo II devem também auxiliar as Partes países em desenvolvimento, particularmente vulneráveis aos efeitos negativos da mudança do clima, a cobrirem os custos de sua adaptação a esses efeitos negativos (CQNUMC, Art. 4.4).

Como a concentração atual dos GEE acima dos níveis naturais é resultado de atividades econômicas passadas, adotou-se na convenção o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas.

Esse princípio reconhece que a responsabilidade de cada país é diferenciada, em virtude da contribuição das suas emissões passadas na variação da temperatura do planeta e que os países têm capacidades distintas para contribuir com a solução do problema. Dessa forma, ficou estabelecido na convenção que os países desenvolvidos liderariam os esforços globais e, portanto, assumiriam compromissos para limitar suas emissões e assistir países mais vulneráveis nas suas ações de adaptação e mitigação.⁴ Assim, reconhecia-se também a necessidade da garantia do crescimento econômico dos países em desenvolvimento.

Esses compromissos só foram colocados em prática em 1997, quando foi assinado o Protocolo de Quioto (PQ), por meio do qual 37 países desenvolvidos⁵ se comprometiam a reduzir, em conjunto, em 5,2% suas emissões em relação a 1990. As metas de cada país foram também diferenciadas, cabendo as superiores aos países europeus, ao Japão, aos Estados Unidos e ao Canadá.

Para aumentar a flexibilidade no cumprimento das metas, ao mesmo tempo minimizando os custos deste e estimulando o desenvolvimento sustentável de países em desenvolvimento, foram criados instrumentos de mercado que permitiam que as reduções fossem realizadas em outros países, inclusive naqueles sem metas, por meio de mercados de direitos e/ou créditos de emissão.⁶

2. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

3. Além da CQNUMC, foram adotadas também na conferência a Convenção da Diversidade Biológica e a do Combate à Desertificação.

4. Vulnerabilidade devido ao nível de renda muito baixo e/ou à magnitude e extensão dos impactos das mudanças climáticas. Há inclusive uma aliança, The Alliance of Small Island States (Aosis), reconhecida pela convenção.

5. Os países desenvolvidos listados no Anexo I da convenção que aparecem em sua quase totalidade no Anexo B do PQ e que, desde então, são denominados “países Anexo I”.

6. Mercados de carbono para os países Anexo I e o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) para transações com os países fora do Anexo I com o objetivo suplementar de promover o desenvolvimento sustentável. Ver Seroa da Motta (2002) para uma discussão sobre os *trade off* entre este duplo objetivo.

Embora o PQ tenha sido um início de colaboração global, as metas de redução com as quais os países ricos se comprometeram, além de insuficientes para reverterem a tendência de aumento de concentração de gases na atmosfera, até agora não estão sendo totalmente cumpridas.⁷

Ademais, mantidos o padrão e o nível da taxa de crescimento de países como China, Índia e Brasil, logo estes terão uma responsabilidade importante nas emissões globais atuais e, sem a contribuição deles, uma ação global rápida e eficaz será muito difícil.

Os países signatários da CQNUMC se reuniram em dezembro de 2009, em Copenhague, Dinamarca, na sua Conferência das Partes (COP 15), para implementarem os objetivos aprovados em 2007, na COP 13, em Bali, no chamado Plano de Ação de Bali (PAB), e que podem ser assim resumidos:

- compromissos e metas mais ambiciosos por parte dos países desenvolvidos, que poderiam almejar reduções de até 40% em 2020 e 80% em 2050;
- contribuições voluntárias, na forma de ações, visando à redução no aumento previsto das emissões dos países em desenvolvimento, as quais sejam monitoráveis, comunicáveis e verificáveis (MRV); e
- aporte de recursos por parte dos países em desenvolvimento para financiamento dessas contribuições voluntárias e assistência em ações de adaptação.

O resultado alcançado ficou muito aquém dos objetivos postulados. Uma nova negociação que fosse vinculante a todos os signatários não foi concretizada, tendo sido possível somente a assinatura do chamado Acordo de Copenhague, no qual se ratifica o compromisso de se limitar o aumento de temperatura em 2°C e se convoca seus signatários a confirmarem suas propostas de compromissos unilaterais anunciadas durante a conferência. Alguns países desenvolvidos assumiram comprometer-se e metas mais ambiciosas que as do Protocolo de Quioto, sem, contudo, aceitar uma imediata renovação deste.

Os países desenvolvidos seguiram parcialmente a métrica do PQ e adotaram metas com reduções percentuais em relação a um ano-base inventariado, porém variando este, mas quase sempre com objetivos mais ousados só no caso de um acordo global vinculante com a participação de todos os grandes emissores.

Os países em desenvolvimento, diferentemente, adotaram compromissos na forma de desvios de tendência. Na tentativa de flexibilizar suas emissões futuras, China e Índia, por outro lado, adotaram metas de reduções de intensidade de dióxido de carbono (CO₂) do produto interno bruto (PIB).

7. Considerando-se que o primeiro período de compromissos do PQ expira em 2012, apenas os países da Comunidade Europeia, em seu conjunto, é que estão conseguindo atingir suas metas.

Esses países apresentaram seus compromissos voluntários na forma de ações de mitigação nacionalmente apropriadas (Namas, na sigla em inglês), com o objetivo de reduzir suas emissões em 2020 em relação a um cenário tendencial até esse ano. Para a efetiva implementação desses compromissos, os países desenvolvidos deveriam prover apoio tecnológico, financeiro e capacitação.

O Brasil, por exemplo, confirmou no Acordo de Copenhague – e na COP 16, em Cancun – seu compromisso com ações nacionais voluntárias de redução de emissões de GEE, com reduções entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020. Esse compromisso foi ratificado na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).⁸

Ainda na COP 15, houve algum avanço também no que se refere às diretrizes sobre mecanismo de redução de emissões por desmatamento e degradação (REDD), tendo como foco principal a conservação de estoques de carbono.

Mas a falta de definição nas fontes e nas regras para financiamento, verificação e registro das Namas e para transferência de tecnologia em Copenhague frustrou fortemente aqueles que acreditaram que a COP 15 seria um início de uma nova era para o combate ao aquecimento global.

A COP 16, em Cancun, mais uma vez, não conseguiu alcançar um novo acordo global que fosse vinculante a todos os signatários, mas foi possível avançar sobre as bases do Acordo de Copenhague ao detalhar e trazer para o texto oficial da convenção os objetivos e os princípios acordados em Copenhague. Em termos objetivos, conseguiu-se assegurar algumas decisões importantes, como: suplantando algumas barreiras nas diretrizes de MRV; detalhar os conceitos e a estratégia de REDD; avançar na negociação de financiamento com a criação do Green Climate Fund, entre outros; dar continuidade aos trabalhos para a renovação do Protocolo de Quioto; e, em termos de adaptação, avançar para o Quadro de Adaptação de Cancun, o Comitê de Adaptação e um programa de trabalho sobre perdas e danos.

8. Lei nº 12.187, de dezembro de 2009. Além de amparar as posições brasileiras nas discussões multilaterais e internacionais sobre combate ao aquecimento global, a PNMC é, na verdade, um marco legal para a regulação das ações de mitigação e adaptação no país.

2 A TRAGÉDIA DOS COMUNS⁹

Por que tanta dificuldade em construir um acordo multilateral de combate ao aquecimento global? Se todos perdem, por que nem todos querem cooperar?

Primeiro, sendo a atmosfera um recurso comum, os direitos de uso são abertos a todos. Disso resulta uma ação conjunta exigir custos individuais em troca de benefícios comuns. Dessa forma, criam-se oportunidades para que uns “tomem carona” nas ações dos outros, aproveitando-se dos benefícios da manutenção do clima em níveis estáveis sem arcarem com os custos. Se este “efeito carona” não pode ser detido, reduz-se a chance de cooperação.

Segundo, apesar de comum, a distribuição dos seus benefícios é desigual. Logo, os que ganham menos esperam que os mais beneficiados façam mais. Se a distribuição destes benefícios é incerta e percebida diferentemente por cada um, mais uma vez, reduz-se a chance de cooperação.

Terceiro, pode haver um problema de equidade, pelo fato de que a saturação da atmosfera resulta de ações passadas individuais causadas por contribuições diferenciadas entre os países. Se há desacordo sobre estas diferenças de responsabilidades, ficam difíceis a divisão equânime dos esforços e, portanto, a cooperação.

Essa situação de não cooperação com efeitos sociais desastrosos é chamada de “tragédia dos comuns” quando a resultante das ações individuais, embora racional do ponto de vista de cada um, é ruim para todos. A negativa da cooperação pode parecer irracional, considerando-se o resultado agregado, mas, se os indivíduos duvidam da possibilidade desta, o custo individual pode ser maior que a expectativa de benefícios, e então a estratégia de maior retorno para o indivíduo poderá ser a de não cooperar. Incentivos para se escapar destas situações são aqueles que permitem que os indivíduos percebam uma relação custo-benefício mais favorável à cooperação.

A CQNUMC lida com uma situação típica de “tragédia dos comuns”. A forma mais eficiente seria individualizar os direitos de acesso aos recursos ambientais, o que tornaria custos e benefícios mais evidentes e controláveis – por exemplo, com a definição de metas nacionais de emissão para cada uma das partes.

Todavia, o problema das mudanças do clima é global e de difícil individualização. Mais ainda, os impactos climáticos afetarão cada parte do planeta de forma diferenciada e incerta. Controlar as fontes de emissões no planeta é muito custoso e, em alguns casos, impossível. Penalizar os “caroneiros” é ainda mais difícil, por problemas de soberania nacional.

9. O termo “tragédia dos comuns”, em tradução livre, foi cunhado por Hardin (1968), ao se referir a problemas de gestão de bens de domínio incerto ou comum a um grupo de agentes que dificilmente possa se organizar para otimizar o uso e preservar a continuidade do fornecimento dos dividendos desse ativo.

Ademais, é difícil chegar a critérios para o estabelecimento de metas de emissão que sejam aceitos por todos. Os diferentes critérios possíveis – por país, *per capita*, considerando-se história desde um ano específico etc. – resultam cada um em metas muito diferentes.

Ressalte-se que os GEE permanecem por mais de 100 anos na atmosfera, e assim emissões do início do século passado ainda afetam o clima. Ademais, os países que se industrializaram mais fortemente desde então são os que mais contribuíram para o problema, fato reconhecido na convenção. E os países menos desenvolvidos, que emitiram em menor intensidade, são os que menos recursos teriam para fazer frente aos impactos climáticos.

Os países hoje industrializados, que ainda são os maiores contribuintes ao estoque de gases, tendem a diminuir suas emissões anuais e, portanto, também sua responsabilidade no futuro. Estes têm uma economia amadurecida e um nível de bem-estar razoável, enquanto os países em desenvolvimento ainda terão que ampliar consideravelmente a qualidade de vida da sua população, comumente ainda em crescimento, o que significa maior consumo de energia, estabelecimento de infraestrutura e mais emissões de carbono.

Essa realidade é conhecida pela partes negociadoras da convenção; porém, os incentivos até agora identificados não se revelaram capazes de induzirem à cooperação. Há consenso sobre a necessidade de se evitar uma elevação de temperatura superior a 2°C, mas não se conseguiu ainda definir a contribuição de cada país para o esforço global.

3 A ECONOMIA POLÍTICA DO CLIMA

A Comunidade Europeia, tal como o Brasil, por razões históricas associadas ou não ao aquecimento global e outras questões ambientais, montaram modelos de crescimento com energia cara ou renovável – em comparação a outros países – e, portanto, já em trajetória de baixo carbono, exigem que os outros grandes poluidores façam uma contribuição equivalente. As negociações ficam então aguardando o movimento dos Estados Unidos e da China, as duas nações locomotivas da economia mundial, que são atualmente as maiores emissoras de GEE do planeta.

Os Estados Unidos têm uma economia intensiva em energia barata e em carbono, e um limite ousado nas emissões poderia significar um impacto de curto prazo no seu crescimento econômico; assim, o tema tem dividido o país e, conseqüentemente, o Congresso norte-americano. Mais ainda atualmente, pois persistem as dificuldades de retomada do crescimento.

Na China – que ainda conta urbanizar centenas de milhões de indivíduos – as emissões acompanham o crescimento vertiginoso da economia. Dessa forma,

o país encontra grandes dificuldades para limitar suas emissões no curto prazo. Cabe destacar que as emissões em termos *per capita* da China são, atualmente, ainda cerca de quatro vezes menores do que a dos americanos.

A coleta, entre os países ricos, dos recursos de aproximadamente US\$ 100 bilhões por ano que seriam o mínimo necessário para financiar as Namas e a adaptação de países pobres é outro elemento que dificulta as negociações – até mesmo porque alguns países ricos que competem com os emergentes no comércio internacional podem não ter interesse em financiar seus concorrentes.

Dessa forma, fica muito difícil desenhar um acordo global de compromissos quantitativos e definitivos vinculantes na sua forma tradicional de governança centralizada. Todavia, até por pressão da opinião pública, alguma plataforma de cooperação terá que ser construída. Esta poderia ser policêntrica, e não centralizada em único acordo global vinculante, oferecendo uma diversidade de ações nacionais, regionais e locais em formatos distintos de parcerias – entre as esferas pública e privada, em âmbito local ou regional, ou, até mesmo, entre subconjuntos de países. Estas ações passariam por reavaliações periódicas, para ajustes contínuos de trajetórias (OSTRON, 2009), tal como se indica que está acontecendo, como os acordos promovidos nas últimas COPs.

4 A CONCORRÊNCIA CLIMÁTICA

A polarização entre os Estados Unidos e a China terá, contudo, que ser resolvida para que se viabilize a possibilidade de qualquer tipo de acordo com metas que se ajustem à trajetória de 2°C. Entretanto, estes dois países poderão, a despeito da evolução dos acordos da convenção, escolher estratégias balizadas por necessidades concorrenciais, tanto com a criação de barreiras comerciais como com a competitividade tecnológica.

Embora a criação de sanções comerciais não tenha avançado nas últimas COPs, alguns países desenvolvidos já estão propondo leis climáticas nacionais que penalizam a importação de produtos dos países que não tenham redução de emissões reconhecidas pela CQNUMC. A justificativa para estas medidas é a de que a penalização das emissões em um país incentiva seu deslocamento para outro, em que o custo de poluir é menor. Esta possibilidade é chamada de fuga ou vazamento (*leakage*).¹⁰

Outra possibilidade é a de que esse confronto seja dirigido para a conquista de mercados internacionais. Os Estados Unidos detêm o maior estoque de capital humano do planeta e são líderes incontestáveis em ciência e tecnologia. A China ainda está construindo seu estoque de capital físico e, portanto, com um padrão

10. Ver, por exemplo, Tamiotti *et al.* (2009).

tecnologicamente avançado. Ademais, ambos têm políticas claras de segurança energética e a diversificação de fontes é crucial para tal.

Estudos recentes indicam que os Estados Unidos lideram o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono e que a China foi o país que apresentou maior taxa de crescimento de patentes dessas tecnologias na última década. Este conhecimento já se traduz em projetos líderes em energias eólica, solar e de destruição de metano.¹¹

Ou seja, não só existe hoje uma cobrança maior da opinião pública, como também as lideranças econômicas mundiais parecem estar engajadas em novo paradigma concorrencial de crescimento limpo. Embora essa concorrência tecnológica possa gerar efeitos indiretos positivos para todos, os países que não a acompanharem podem comprometer suas economias no futuro.

De qualquer forma, não há garantias de que essa concorrência possa criar os incentivos necessários para uma transformação rápida e suficiente para uma economia de baixo carbono e torná-la imune a crises econômicas e necessidades de consumo. Até mesmo os compromissos voluntários assumidos nas COPs 15 e 16 estão muito aquém das reduções necessárias para uma trajetória de 2°C. Logo, um acordo global com metas e transferência de recursos entre os países continuará necessário. Os próximos anos serão decisivos para os esforços mundiais no combate ao aquecimento global.

5 O LIVRO

Conforme pode ser observado, ainda que com avanços modestos para um acordo global, os últimos anos transformaram o debate sobre o combate ao aquecimento global. Debate este que atraiu a opinião pública, já faz parte das agendas políticas de vários países e figura entre os temas mais importantes nas agendas multilateral e global.¹² No caso do Brasil, essa transformação resultou no primeiro marco regulatório sobre mitigação e adaptação às mudanças climáticas e em uma posição brasileira diferenciada nas negociações internacionais. A produção científica brasileira, que ajudou a balizar esse novo quadro regulatório, continua avançando na perspectiva de oferecer subsídios para os desafios da sua implementação.

O principal objetivo deste livro é, assim, oferecer uma publicação nacional sobre as políticas de combate ao aquecimento global com textos de especialistas em temas pertinentes com um enfoque analítico. Vários autores, inclusive, têm participado das negociações brasileiras na CQNUMC e do IPCC.

11. Ver, por exemplo, Dechezleprêtre *et al.* (2009).

12. A COP 15, em Copenhague, reuniu o maior número de governantes nacionais da história em encontros da ONU fora da sua sede em Nova Iorque.

Não se pretendeu esgotar todos os temas, nem mesmo apresentar textos acadêmicos. Mas, sim, com rigor analítico, oferecer capítulos que discutem alguns dos aspectos regulatórios nacionais e internacionais apontados anteriormente sob diversas perspectivas. Como o leitor poderá observar, os textos variam entre avaliações econômicas, institucionais, setoriais e sociais. Essa discussão será apresentada em duas partes.

A parte I, *A mudança do clima no Brasil*, trata essas questões em referência ao contexto doméstico quanto às políticas nacionais e subnacionais, ao perfil das nossas emissões e aos impactos da mudança do clima na economia e na sociedade brasileira, incluindo aspectos de eficiência, equidade, distribuição de renda, justiça climática e comércio exterior.

A parte II, *O Brasil nas negociações internacionais*, discute esses aspectos no contexto destas negociações, com destaque para os resultados da COP 15 e da COP 16, destacando as questões mais promissoras e controversas e as posições assumidas pelo Brasil frente a estas, tais como as ações voluntárias, o segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto, as REDDs e o financiamento e a transferência de tecnologia.

O capítulo 1, *A Política Nacional sobre Mudança do Clima: aspectos regulatórios e de governança*, que inicia a parte I, apresenta ao leitor o marco regulatório sobre mudança do clima no Brasil. Para tal, o autor Ronaldo Seroa da Motta discute em detalhes a PNMC, aprovada pelo Congresso Nacional (Lei nº 12.187, de dezembro de 2009). Além de confirmar as metas nacionais anunciadas na COP 15, esta política indicou também os instrumentos econômicos que promoverão a consecução destas metas por meio de mecanismos creditícios e fiscais e de mercado de carbono. O Decreto Regulamentador da PNMC estipulou regras e normatizações na mensuração das metas e na formulação dos planos setoriais. O decreto também realizou avanços na estrutura de governança ao alocar a coordenação dos planos ao Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM). Todavia, o autor ressalta que ainda há necessidade de uma melhoria institucional que enseje uma governança mais ousada e complexa do poder regulador. Essa melhoria visa garantir a articulação entre os planos setoriais e os instrumentos econômicos e o acompanhamento do desempenho na consecução das metas.

Ademais, o marco regulatório da PNMC precisa reconhecer e acomodar as políticas subnacionais sobre mudança do clima. O capítulo 2, *Regulação das mudanças climáticas no Brasil e o papel dos governos subnacionais*, de Viviane Romeiro e Virginia Parente, analisa estas políticas sob a perspectiva do papel dos governos subnacionais e seu devido reconhecimento para a questão das mudanças climáticas. As autoras apresentam uma análise comparada das principais características das leis subnacionais quanto a metas e instrumentos econômicos e de governança.

Além disso, fazem recomendações para a criação de mecanismos adicionais e para promover a articulação das políticas subnacionais com a PNMC.

As ações de mitigação unilaterais, sejam nacionais, sejam locais, podem isoladamente não ser suficientes para reverter as mudanças climáticas em curso, mas sua implementação pode ser localmente benéfica. Isto porque, além de promoverem um desenvolvimento tecnológico nessas regiões, quase sempre geram sinergias positivas com outras ações de controle da poluição local atmosférica e de preservação ambiental e, até mesmo, com políticas sociais de melhoria da qualidade de vida, tais como saneamento e coleta e disposição de resíduos sólidos. Essas oportunidades são mais promissoras nas áreas urbanas, onde a poluição e as condições de infraestrutura afetam mais direta e significativamente as populações mais pobres. O capítulo 3, *Complementaridade entre políticas de combate ao aquecimento global e qualidade da vida urbana*, de Carolina Burle Schmidt Dubeux, aborda as principais inter-relações entre poluição global, regional e local e suas respectivas fontes de emissão. A autora então apresenta as principais opções de ações de mitigação de emissões de GEE que podem ser adotadas pelas prefeituras e investiga os benefícios em termos locais que resultariam de sua implementação.

Para regular esses gases é preciso conhecer a evolução das emissões nacionais. O capítulo 4, de Ana Carolina Avzaradel, apresenta todo o processo de elaboração do *Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal* e que é parte integrante da comunicação nacional do Brasil à CQNUMC. A autora analisa o perfil das emissões brasileiras, inclusive em comparação com o de outros países. Além de discutir os principais avanços alcançados desde o primeiro inventário, publicado em 2004, a autora faz recomendações para o aprimoramento e a institucionalização desses inventários no país.

O aumento da renda nacional agregada e sua melhor distribuição possibilitarão que parte grande da população brasileira aumente o consumo de bens. Esse consumo tende a aumentar o de energia, de tal forma que pode reduzir a capacidade do Estado de diminuir o conteúdo de carbono da matriz energética. Isto, porém, não significa necessariamente que o combate à pobreza seja antagônico ao relativo ao aquecimento global. Thiago Fonseca Morello, Vitor Schmid e Ricardo Abramovay, no capítulo 5, *Rompendo com o trade-off entre combate à pobreza e mitigação do efeito estufa: o caso do consumo domiciliar de energéticos no Brasil*, procuram demonstrar que o maior acesso ao consumo no Brasil pode ser carbono-neutro. Para tal, estimam, por classe de renda, as emissões de GEE do consumo familiar de energéticos e de serviços de transporte. Seus resultados revelam que o incremento das emissões destes gases com o aumento do consumo de combustíveis veiculares induzido pela superação da pobreza são mais do que compensados pela redução das emissões geradas pela substituição do consumo de lenha e carvão vegetal.

Alguns dos capítulos apresentados anteriormente mostram que o perfil das emissões brasileiras está concentrado nas emissões advindas do uso do solo e que, portanto, nossas metas de mitigação até 2020 se concentram no controle do desmatamento. Todavia, os autores indicam também que, até mesmo para 2020, e certamente para depois de 2020, o país terá que realizar esforços de mitigação em outras fontes. Os três capítulos seguintes tratam assim das possibilidades para uma economia de baixo carbono nos setores de agricultura, transporte rodoviário e energia.¹³

No capítulo 6, *Agropecuária no contexto da economia de baixo carbono*, Gustavo Barbosa Mozzer destaca que a transição do setor para o novo modelo econômico mundial focado na produtividade e na sustentabilidade não é uma opção, e sim uma condição necessária para assegurar os investimentos, o desenvolvimento e a difusão de tecnologias que permitam incrementar a resiliência sistêmica do setor ao aumento de temperatura e pluviosidade decorrentes do aquecimento global. O autor, além de apresentar uma análise detalhada das emissões do setor, indica as oportunidades tecnológicas associadas ao processo de transição, destacando a atual e promissora evolução do país na adoção destas tecnologias.

A identificação dessas oportunidades – as quais, além de mitigarem emissões de gases de efeito estufa, promovem eficiência produtiva – também é destacada no capítulo 7, *Transporte rodoviário e mudanças do clima no Brasil*. A autora Patrícia Helena Gambogi Boson argumenta que, para conceber uma posição brasileira que se traduza em uma efetiva contribuição na redução das emissões dos GEE, é preciso também compreender um programa robusto para a área do transporte. Para tal, reforça a importância de instrumentos econômicos e financeiros para estimular o investimento em pesquisa e inovação para a produção e a distribuição, em larga escala, de combustíveis automotores mais limpos e para o aperfeiçoamento de tecnologias e a produção de veículos e motores ambientalmente mais eficientes. A autora propõe também um programa que implemente a renovação da frota brasileira e o consequente sucateamento da frota antiga, realize a recuperação da infraestrutura rodoviária, desestimule o uso do transporte individual motorizado, melhore o transporte coletivo e promova investimentos na diversificação da matriz, notadamente por meio da ampliação e do fortalecimento de ferrovias e hidrovias.

Os capítulos sobre agricultura e transporte destacam a importância do consumo direto e indireto de combustíveis fósseis nas suas emissões setoriais, seja na geração de eletricidade e calor, seja no transporte. Em suma, a questão climática está relacionada a diversos aspectos da produção e do consumo de energia.

13. A posição da indústria está apresentada no capítulo 17, na parte II.

O capítulo 8, *Energia e mudanças climáticas: otimismo e ameaças no fronte brasileiro*, da autora Silvia Maria Calou, contribui para a discussão das políticas energéticas e sua repercussão nos esforços nacionais de combate ao aquecimento global e nas implicações para o setor de energia. O capítulo se inicia com uma descrição detalhada do bom desempenho do setor em termos de emissões, dadas suas bases hídrica e de renováveis. A autora faz então uma análise do Plano Nacional de Energia (PDE) 2019 e da sua orientação para as opções energéticas de baixo carbono. A partir desta análise, ela faz uma série de recomendações para orientar uma discussão mais ampla e transparente com o setor de energia para uma avaliação mais detalhada das opções energéticas a serem estimuladas, de forma a promover os investimentos necessários para que a nossa matriz energética de baixo carbono seja mantida com eficiência e, portanto, menores custos para os consumidores.

Os dois capítulos seguintes discutem instrumentos econômicos já adotados e em desenvolvimento na CQNUMC e suas implicações para o desenvolvimento brasileiro, a saber: MDL, Namas e REDD. Maria Bernadete Sarmiento Gutierrez, no capítulo 9, *Do MDL às Namas: perspectivas para o financiamento do desenvolvimento sustentável brasileiro*, discute como o MDL do Protocolo de Quioto e as Namas deveriam ter um caráter complementar, e não substitutivo, no financiamento do desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento – em particular, no caso brasileiro. Procura-se enfatizar que, apesar da urgência de se alcançar a estabilização de GEE e de impor uma maior participação dos países em desenvolvimento por meio das Namas, é importante a manutenção do MDL, assim como sua ampliação por intermédio de um marco setorial, como forma de garantir o financiamento do desenvolvimento sustentável. No Brasil, por exemplo, cabe destacar a importância deste mecanismo no apoio aos projetos de energias renováveis.

A questão da conservação florestal como estratégia de mitigação não é nova, mas sua viabilidade como um mecanismo específico no âmbito da CQNUMC começou a tomar forma em 2005, a partir de uma proposta das REDDs. No capítulo 10, *Oportunidades e desafios relativos à implementação de mecanismos de REDD*, Sofia Shellard e Gustavo Barbosa Mozzer apresentam o histórico e a evolução das discussões sobre este mecanismo, ressaltando seus benefícios climáticos e ambientais. Os autores apontam também desafios e questões inerentes ao mecanismo que devem ser considerados para garantir a consecução dos seus objetivos.

Em que pese a atual necessidade de mitigar emissões decorrentes do uso do solo, o crescimento brasileiro vai exigir uma completa transformação tecnológica nos setores produtivos. No capítulo 11, *Desenvolvimento, cooperação e transferência de tecnologias energéticas de baixa emissão*, Gilberto de Martino Jannuzzi e

Marcelo Khaled Poppe resumem o estágio de desenvolvimento de diversas tecnologias de energia ambientalmente benéficas e exploram o interesse de cooperação e transferência destas tecnologias entre o Brasil e outros países, industrializados e em desenvolvimento.

Outra questão analisada nesta publicação são as oportunidades para práticas comerciais discriminatórias que podem estar inseridas nas ações unilaterais de mitigação. Nessa perspectiva, Ronaldo Seroa da Motta discute no capítulo 12, *Barreiras comerciais nas políticas de regulação de gases de efeito estufa*, a respeito das barreiras comerciais de cunho climático, tanto na sua efetividade quanto na sua compatibilidade em relação às regras vigentes do comércio internacional. O autor resume os estudos que estimam os efeitos econômicos, comerciais e ambientais de simulações dessas barreiras, dando ênfase aos impactos na economia brasileira e em relação aos nossos principais parceiros comerciais. O autor conclui que o Brasil tende a perder menos que China, Rússia e Índia se essas sanções forem impostas. Entretanto, as perdas das exportações agrícolas brasileiras podem ser elevadas e muito maiores do que as que incidem sobre os setores industriais intensivos em energia.

Considerando-se que haverá um inevitável aumento de temperatura global e que certas áreas e regiões são mais vulneráveis aos impactos que poderão se suceder, há urgência na definição e na implementação de ações de adaptação a estes impactos. Ou seja, além dos esforços de mitigação, as políticas sobre mudança do clima tratam também da adaptação às mudanças climáticas por meio de análises de vulnerabilidade e capacidade de resposta dos territórios e dos setores produtivos.

Conforme mencionado no início desta introdução, há consenso em todos os estudos de impactos das mudanças climáticas que os aglomerados urbanos e a agricultura, em particular nas regiões áridas, serão os mais afetados com o aumento da intensidade e da frequência dos fenômenos climáticos extremos. Os quatro capítulos seguintes abordam justamente estas questões no contexto brasileiro.

O capítulo 13, *Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo*, de Carlos Afonso Nobre e colaboradores – Andrea Ferraz Young, José Antônio Marengo Orsini, Paulo Hilário Nascimento Saldiva, Antonio Donato Nobre, Agostinho Tadashi Ogura, Osório Thomaz, Maria Valverde, Guillermo Oswaldo Obregón Párraga e Gustavo Costa Moreira da Silva –, apresenta um estudo detalhado de cenários de vulnerabilidade da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), que mostra os impactos atuais e suas projeções para 2030. Com isso, identificam as possíveis áreas que seriam ocupadas no futuro e seu risco potencial, caso o padrão de uso e ocupação do solo atual se perpetue sem nenhuma alteração e controle. O capítulo também apresenta

estimativas dos impactos à saúde humana causados por esses efeitos climáticos. Ao fim, os autores fazem detalhadas recomendações, que são aplicáveis a qualquer megacidade brasileira, destacando-se, entre elas, a ampliação da capacidade de modelagem e de uma rede de monitoramento climático e dos seus impactos para fins de planejamento urbano e regional e a promoção de pesquisa, eficiência energética e sumidouros florestais nas áreas públicas.

O capítulo 14, *O discurso da justiça climática no contexto brasileiro: possibilidades e perspectivas*, de Bruno Milanez e Igor Ferraz da Fonseca, chama atenção que os atores sociais que são geralmente mais vulneráveis aos eventos climáticos são simultaneamente aqueles que menos contribuem para a acentuação das mudanças do clima. Dessa constatação, nasce o debate sobre o conceito de justiça climática, que é apresentado e debatido pelos autores. O capítulo demonstra que, apesar de eventos de injustiça climática já serem perceptíveis no Brasil, o discurso da justiça climática ainda não foi incorporado de forma consistente no país. Com uma pesquisa documental nos principais jornais de São Paulo e do Rio de Janeiro, eles sugerem que os meios de comunicação, a sociedade, em geral, e as comunidades atingidas, em particular, ainda não associaram claramente episódios de injustiça ambiental, eventos climáticos extremos e mudanças climáticas. Assim, as decisões públicas acabam recorrendo às correções paliativas, em vez de políticas estruturantes de redução de vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas.

O capítulo 15, *Agricultura familiar e mudanças climáticas: avaliando a vulnerabilidade à seca no Semiárido nordestino*, de autoria de Diego Pereira Lindoso e demais colaboradores – Juliana Dalboni Rocha, Nathan Debortoli, Izabel Cavalcanti Ibiapina Parente, Flávio Eiró, Marcel Bursztyrn e Saulo Rodrigues Filho –, por sua vez, então, analisa a elevada vulnerabilidade das comunidades pobres no Semiárido brasileiro. Neste contexto, o capítulo apresenta uma proposta de sistema de indicadores para avaliar a vulnerabilidade da agricultura familiar à seca, tomando como estudo de caso sete municípios do Semiárido cearense a partir de três perspectivas: sensibilidade, capacidade adaptativa e exposição. Os resultados explicitam a diversas dimensões da vulnerabilidade que, segundo os autores, confirmam a necessidade de articulação das ações de adaptação com outras políticas públicas.

José Féres, Eustáquio Reis e Juliana Simões Speranza, no capítulo 16, *Impacto das mudanças climáticas no setor agrícola brasileiro*, analisam a capacidade de adaptação da agropecuária brasileira frente a cenários de mudanças climáticas. Para tal, apresenta uma revisão de resultados encontrados na literatura empírica sobre impactos econômicos das mudanças do clima nas atividades agrícolas no Brasil. Os autores, então, desenvolvem um modelo que simula os efeitos das mu-

danças climáticas globais sobre a lucratividade agrícola no país. Eles concluem que os efeitos do aquecimento global na agricultura brasileira serão espacialmente diferenciados e, portanto, acentuarão as desigualdades regionais. Assim, será importante fortalecer os mecanismos de proteção social e formular estratégias de adaptação das populações mais vulneráveis a esses impactos econômicos. Esse capítulo encerra a parte I.

A parte II, que aborda as negociações internacionais, inicia-se com o capítulo 17, *Análises de custo-benefício das mudanças climáticas*, que faz uma resenha dos diversos estudos que comparam os custos de mitigação dos GEE e os benefícios que esta geraria ao reduzir os ônus dos impactos climáticos. Como os autores Jorge Hargrave, Ronaldo Seroa da Motta e Gustavo Luedemann mostram, há bastante divergência entre os estudos. Embora muitos receitem uma ação enérgica imediata na redução das emissões, alguns indicam que os custos dessa atitude imediata podem não compensar frente aos impactos evitados no futuro. Em que pesem as diferenças nas metodologias de valoração, de agregação de custos e benefícios e de base de dados utilizadas, as divergências nos resultados são fortemente dependentes da forma como os benefícios futuros da regulação climática são comparados com custos incorridos no presente para implementar essa regulação, isto é, dependem da magnitude da taxa de desconto do consumo futuro em relação ao consumo presente. Conclui-se que, apesar do avanço recente, há ainda muitos desafios metodológicos tanto na mensuração como na valoração dos impactos climáticos de forma que se refinem os subsídios necessários para orientar os tomadores de decisão.

Seja qual for a temporalidade das ações de mitigação, estas vão exigir uma ação global, e para tal há de se definir como será a distribuição dos seus custos entre os países e os agentes econômicos. Este, conforme se tem discutido ao longo desta introdução, é o objetivo principal da convenção do clima.

O capítulo 18, *As metas do Acordo de Copenhague e as decisões de Cancun*, de Ronaldo Seroa da Motta, Jorge Hargrave e Gustavo Luedemann, resume inicialmente os principais resultados das COPs de Copenhague e Cancun, que serão temas de outros capítulos da parte II nos quais serão abordados em maior profundidade. Em seguida, dedicam-se a uma análise detalhada das metas notificadas no Acordo de Copenhague e confirmadas nas decisões de Cancun, discutindo suas implicações para as negociações futuras e sua contribuição para o compromisso de se limitar o aumento de temperatura global entre 1,5°C e 2°C.

No capítulo 19, *As negociações sobre mudanças climáticas na perspectiva da indústria*, a autora Paula Bennati discute como as decisões recentes nas COPs 15 e 16 interferem diretamente nas estratégias que a indústria nacional deve desenvolver para fazer frente ao desafio relacionado à gestão de suas emissões de GEE.

Para tal, argumenta como construir capacidades técnicas e intelectuais em toda a rede de negócios das empresas, pois todos são indispensáveis na transição para tecnologias limpas e novos modos de fazer negócios.

Um dos temas mais controversos em Cancun foi o processo de negociação de um segundo período de compromissos no âmbito do Protocolo de Quioto. José Domingos Gonzalez Miguez, no capítulo 20, *O Protocolo de Quioto no âmbito da atual negociação do regime internacional sobre mudança do clima*, descreve em detalhes essas negociações. Segundo o autor, infelizmente, o processo foi retardado na espera de que os compromissos do PAB fossem acordados e, com isso, não houve avanço significativo nas negociações do PQ. Para ele, isso é preocupante, levando em conta que o estabelecimento de compromissos para o segundo período do protocolo deverá ocorrer por emendas. Portanto, haverá a necessidade de ratificação destas por todos os países partes do protocolo, o que demandará tempo e, com a conclusão dos trabalhos adiada para a COP 17 em Durban, na África do Sul, restará apenas um ano para que o processo de ratificação ocorra sem que haja um interstício entre o fim do primeiro período de compromisso do protocolo (2008-2012) e o início do segundo.

As REDDs foram finalmente aprovadas na COP 16. A autora do capítulo 21, *REDD e o desafio da proteção da cobertura florestal global*, Thaís Linhares Juvenal, retrata as negociações desde a COP 15 para que isto acontecesse e discute em detalhes o texto aprovado. Este estabelece que este mecanismo necessita de uma preparação técnica e institucional, uma fase de consolidação da preparação e início de demonstração com quantificação de resultados e uma fase de implementação plena, quando os países teriam já capacidade de apresentar resultados totalmente mensuráveis, reportáveis e quantificáveis. Segundo a autora, fica claro, portanto, a importância das estruturas de governança para as REDDs. Tal reconhecimento, contudo, torna, de certa forma, as possibilidades de financiamento deste mecanismo menos flexíveis e origina o que ela vai explicar como o “paradoxo das REDDs”.

Conforme já discutido, o financiamento de políticas e ações de mitigação e adaptação para mudança climática nos países em desenvolvimento é uma questão crucial nas negociações internacionais, como consta no PAB. O capítulo 22, *A obrigação de financiamento na convenção climática*, da autora Claudia da Costa Martinelli Wehbe, discute os avanços em Cancun com a criação do Fundo Verde para o Clima, um comitê permanente para assistir o mecanismo financeiro e a alocação de recursos, além do reconhecimento dos compromissos coletivos de financiamento de curto e longo prazo. Assim, foram assumidos os compromissos de Copenhague de mobilização de US\$ 30 bilhões no curto prazo – até 2012 – e US\$ 100 bilhões anuais até 2020. Ademais, propuseram-se às

partes prazos anuais até 2013 para submissão de informações sobre a provisão do financiamento de “início rápido”, hoje não regulamentada. Conforme argumenta a autora, os textos de Cancun mantiveram a menção genérica à variedade de fontes e, portanto, serão importantes às fases subsequentes à Cancun que definirão as atribuições e as funções do comitê.

Além de recursos para financiamento, a redução rápida das emissões e a necessidade urgente de adaptação aos impactos adversos da mudança global do clima requerem também a difusão em larga escala e a transferência de, ou o acesso a, tecnologias ambientalmente saudáveis. O capítulo 23, *Transferência de tecnologia no âmbito do regime de mudança do clima*, que encerra esta publicação, de Haroldo de Oliveira Machado Filho e Marcelo Khaled Poppe, discute inicialmente os compromissos relativos à transferência de tecnologia no âmbito da convenção e as dificuldades de implementação de um mecanismo de tecnologia articulado com um mecanismo de financiamento. Em seguida, descrevem em detalhes as negociações das duas últimas COPs e as perspectivas de sucesso do Acordo de Cancun, com a decisão de estabelecer um Comitê de Tecnologia e o Centro de Tecnologia de Mudança do Clima para facilitar o exercício efetivo do mecanismo de tecnologia.

Esperamos que os capítulos deste livro ofereçam ao leitor uma visão abrangente e, muitas vezes, detalhada dos aspectos econômicos e regulatórios sobre mudança do clima que nos últimos anos têm mobilizado a opinião pública e a agenda política do país e do mundo.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao serviço editorial do Ipea pelo trabalho eficiente e ágil que nos ajudou a montar esta publicação.

Este livro é, contudo, o resultado da valiosa colaboração de diversos especialistas que generosamente aceitaram com grande entusiasmo o convite do Ipea para emprestarem seu saber e conhecimento para a elaboração desta obra. Os editores agradecem pelo privilégio e pela satisfação de poder trabalhar com esses renomados especialistas. Sem a dedicação deles, esta obra não seria possível.

Ronaldo Seroa da Motta
Jorge Hargrave

Gustavo Luedemann
Maria Bernadete Sarmiento Gutierrez

REFERÊNCIAS

- DECHEZLEPRÊTRE, A. *et al.* **Invention and transfer of climate change mitigation technologies on a global scale: a study drawing on patent data.** Cerna Working Paper Series, Jan. 2009 (Working Paper, n. 2010-01).
- HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. **Science**, v. 162, p. 1243-1248, 1968.
- MARGULIS, S.; DUBEUX, C. (Ed.); MARCOVITCH, J. (Coord.). **Economia da mudança climática no Brasil: custos e oportunidades.** São Paulo: IBEP, Gráfica, 2010.
- PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **IPCC: Climate Change 2007: Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (Ed.)]. Geneva, Switzerland, 2007. 104 p.
- OSTROM, E. **A polycentric approach for coping with climate change.** Washington: The World Bank, Oct. 2009 (Policy Research Working Paper, n. 5095).
- SEROA DA MOTTA, R. Social and economic aspects of CDM options in Brazil. **International Journal of Global Environmental Issues**, v. 2, n. 3-4, 2002.
- STERN, N. **The Economics of Climate Change: The Stern Review.** Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.
- TAMIOTTI, L. *et. al.* **Trade and Climate Change.** Geneva: World Trade Organization, 2009.

PARTE I

A MUDANÇA DO CLIMA NO BRASIL

A POLÍTICA NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA: ASPECTOS REGULATÓRIOS E DE GOVERNANÇA

Ronaldo Seroa da Motta*

1 INTRODUÇÃO

O Brasil confirmou no Acordo de Copenhague, e na Conferência das Partes (COP 16) em Cancun, as suas metas nacionais voluntárias de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE), com reduções entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020. Estas metas foram definidas na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), aprovada pelo Congresso Nacional (Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009). Conforme será discutido em outros capítulos deste livro, a posição brasileira, na ausência de um acordo global vinculante, é de que estas metas propostas no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC)¹ sejam voluntárias. Entretanto a PNMC vai além de formalizar as posições brasileiras no âmbito externo.

Além de amparar as posições brasileiras nas discussões multilaterais e internacionais sobre combate ao aquecimento global, a PNMC é, na verdade, um marco legal para a regulação das ações de mitigação e adaptação no país. Marco esse que dita princípios, diretrizes e instrumentos para a consecução dessas metas nacionais independentemente da evolução dos acordos globais de clima.

Como ditava o texto legal, decreto do Poder Executivo estabeleceria, em consonância com a Política Nacional sobre Mudança do Clima, planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono. Em dezembro de 2010 foi, assim, editado o Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, que regulamenta os Arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187/2009, que institui a PNMC e dá outras providências. O referido decreto permitiu esclarecer e definir vários aspectos regulatórios do texto legal quanto à mensuração das metas, à formulação dos planos setoriais

* Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

1. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

e à estrutura de governança.² Este capítulo discute esses avanços, apontando para outros aspectos regulatórios pendentes que ainda precisam ser desenvolvidos, em particular, na sua estrutura de governança.

Após a seção 2, que discute em detalhes a formulação dos planos setoriais e a fixação das metas, as seções 3 e 4 tratam das suas formas de financiamento destacando o papel dos instrumentos financeiros e, em particular, de mercados de carbono. A articulação entre instrumentos e planos setoriais, como desejado no texto legal, dependerá crucialmente da estrutura de governança que é analisada na seção 5. As considerações finais concluem o trabalho.

2 AS METAS BRASILEIRAS

As metas nacionais foram definidas ao final da lei, no Art. 12 da PNMC (BRASIL, 2010c), a saber:

Para alcançar os objetivos da PNMC, o país adotará, como compromisso nacional voluntário, ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, com vistas a reduzir entre 36,1% (trinta e seis inteiros e um décimo por cento) e 38,9% (trinta e oito inteiros e nove décimos por cento) suas emissões projetadas até 2020.

O Decreto nº 7.930/2010, que regulamenta a PNMC, projeta as emissões nacionais de GEE para 2020 em 3.236 milhões tCO₂eq e para alcançar esse compromisso nacional voluntário irá reduzir entre 38,6% e 38,9% das emissões projetadas. Na tabela 1 podemos observar que esse compromisso representaria redução entre 6% e 10% dos níveis emitidos em 2005.

TABELA 1
Compromissos voluntários de redução de GEE do Brasil – 2020

Metas de mitigação para 2020 (%)	Total a ser mitigado em 2020 (mi tCO ₂ eq)	Total de emissões em 2020 após mitigação (mi tCO ₂ eq)	Mitigado em 2020 em relação a 2005 (%)
36,1	1.168	2.068	6
38,9	1.259	1.977	10

Fontes: Brasil (2009a, 2010b).

No seu Art. 11 a PNMC diz que o

Decreto do Poder Executivo estabelecerá, em consonância com a Política Nacional sobre Mudança do Clima, os Planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono, na geração e distribuição de energia elétrica, no transporte público urbano e nos sistemas modais de transporte interestadual de cargas e passageiros, na indústria de transformação e na de bens de consumo duráveis, nas indústrias

2. Para uma análise detalhada dos aspectos regulatórios da PNMC, ver Seroa da Motta (2010a e 2010b).

químicas fina e de base, na indústria de papel e celulose, na mineração, na indústria da construção civil, nos serviços de saúde e na agropecuária, com vistas em atender metas gradativas de redução de emissões antrópicas quantificáveis e verificáveis, considerando as especificidades de cada setor, inclusive por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL e das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas – NAMAs. (BRASIL, 2010c).

Então, na parte de metas para 2020, o Decreto nº 7.390/2010 (2010b) associa os planos setoriais do Art. 11 da PNMC às ações de mitigação somente dos setores de *uso da terra, agropecuária e energia*, agregando a indústria e a geração de resíduos sólidos em *outros*.³ Presume-se que os demais setores poderão ser objeto de planos, conforme dita a PNMC, mas não irão contribuir agora no esforço para 2020.

O decreto regulamentador desagrega as projeções das emissões para 2020 por setores da seguinte forma: *i*) mudança de uso da terra: 1.404 milhões de tCO₂eq (sendo 68% na Amazônia, 23% no Cerrado e o restante 9% na Mata Atlântica, na Caatinga e no Pantanal); *ii*) energia: 868 milhões de tCO₂eq; *iii*) agropecuária: 730 milhões de tCO₂eq; e *iv*) processos industriais e tratamento de resíduos: 234 milhões de tCO₂eq.

Para a consecução dessa metas, o decreto diz que serão inicialmente consideradas as seguintes ações:

1. Redução de 80% dos índices anuais de desmatamento na Amazônia Legal em relação à média verificada entre 1996 e 2005.
2. Redução de 40% dos índices anuais de desmatamento no bioma Cerrado em relação à média verificada entre 1999 e 2008.
3. Expansão da oferta hidroelétrica, de fontes alternativas renováveis, notadamente centrais eólicas, pequenas centrais hidroelétricas e bioeletricidade, da oferta de biocombustíveis, e incremento da eficiência energética.
4. Recuperação de 15 milhões de hectares (ha) de pastagens degradadas.
5. Ampliação do sistema de integração lavoura – pecuária – floresta em 4 milhões de ha.
6. Expansão da prática de plantio direto na palha em 8 milhões de ha.
7. Expansão da fixação biológica de nitrogênio em 5,5 milhões de ha de áreas de cultivo, em substituição ao uso de fertilizantes nitrogenados.
8. Expansão do plantio de florestas em 3 milhões de ha.

3. Note-se que todo o consumo setorial de energia é agregado na conta *energia*.

9. Ampliação do uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de m³ de dejetos de animais.
10. Incremento da utilização na siderurgia do carvão vegetal originário de florestas plantadas e melhoria na eficiência do processo de carbonização.

Conforme observado, o decreto não indica metas setoriais de redução e, sim, metas de emissões em 2020, que deverão ser cumpridas com base nos planos setoriais. A elaboração dos planos setoriais deverá contar com amplo processo de consulta pública aos setores interessados, em especial a representação das atividades econômicas diretamente afetadas. Para tal, o decreto estipula o conteúdo mínimo desses planos da seguinte forma:

- meta de redução de emissões em 2020, incluindo metas gradativas com intervalo máximo de três anos;
- ações a serem implementadas;
- definição de indicadores para o monitoramento e a avaliação de sua efetividade;
- proposta de instrumentos de regulação e de incentivo para implementação do respectivo plano; e
- estudos setoriais de competitividade com estimativa de custos e de impactos.

Embora tanto a PNMC como o seu decreto não definam percentuais setoriais de mitigação, estes foram estimados na comunicação do Brasil à CQNUMC para o Acordo de Copenhague, na qual, por exemplo, dos 38,9%, a maior meta nacional, o desmatamento se reduziria em 24,7%, e os 15,2% restantes seriam divididos pelos setores energético (7,7%), agropecuário (6,1%) e outros (0,4%). A mesma partição vale para a meta de 36,1%.⁴ Desses valores, fica evidente que o esforço nacional estará concentrado no controle do desmatamento.

Essa distribuição de esforços de mitigação por setor pode ser também confirmada se compararmos as emissões projetadas para 2020 indicadas no decreto com as emissões de 2005, conforme mostra a tabela 2.

4. A proposição de duas metas se deve às hipóteses da tendência de crescimento setorial.

TABELA 2
Varição das emissões setoriais – 2005/2020

Emissões (milhões tCO ₂ eq)	Uso da terra	Agropecuária	Energia	Outros ¹	Total
Observado em 2005	1.268	487	362	86	2.203
Projeção para 2020	1.404	730	868	234	3.236
Varição 2020-2005 (%)	11	50	140	172	47

Fontes: Brasil (2009a, 2010b).

Nota: ¹ Outros processos industriais e tratamento de resíduos.

A tabela 2 indica que no total as emissões nacionais subiriam 47%. Todavia, as emissões dos setores industriais e de resíduos sólidos ainda crescerão 172% e as de energia 140%. Maior esforço fará a agropecuária, setor com altas taxas de crescimento, que só poderá aumentar suas emissões em 50%. Este esforço se dobrará no caso do uso da terra, cujas emissões só poderão subir 11% até 2020.

3 O FINANCIAMENTO DAS METAS

Metas nacionais concentradas no controle do desmatamento podem oferecer ao país uma significativa vantagem comparativa, pois a redução do desmatamento é, sem dúvida, menos restritiva ao crescimento econômico que as restrições ao consumo de energia, inclusive no processo industrial.⁵ Países emergentes, como China e Índia, temem adotar nesse momento projeções de tendência de emissões e, assim, optaram por declarar metas na COP 15 em termos de intensidades de CO₂ ou de energia em relação ao produto interno bruto (PIB).

Ademais, o controle do desmatamento pode se valer de mecanismos nos quais o proprietário de área florestal recebe um pagamento em quantia pelo menos igual à atual renda líquida gerada pelo empreendimento em troca da manutenção da floresta, evitando, portanto, emissão por desmatamento. Este mecanismo é chamado de redução de emissões por desmatamento e degradação (REDD), e foi um dos temas que avançaram, quanto à regulamentação, na COP 15 e na COP 16.

Esse mecanismo pode assim também gerar benefícios adicionais ao combate ao aquecimento global como aqueles advindos da proteção da biodiversidade e do alívio da pobreza. Com a REDD realizam-se pagamentos aos proprietários de terra, equivalentes aos ganhos que teriam com as atividades que requerem desmatamento, para que estes preservem a floresta. Ademais, em diversas áreas rurais se pratica uma agropecuária pouco produtiva em terra sem direitos de propriedade definidos, onde o desmatamento é principalmente motivado pela oportunidade de titulação da terra.

5. Como os resultados de Tourinho, Seroa da Motta e Alves (2003) já indicaram, com um modelo computacional de equilíbrio geral (CGE), os impactos de taxas de carbono na economia brasileira não seriam expressivos no agregado; porém, conforme se esperaria, seriam acentuados nos setores intensivos em energia. Ver também Seroa da Motta (2005) para uma análise do custo econômico do desmatamento.

Esses pagamentos devem refletir os custos de oportunidade do desmatamento que são majoritariamente associados à pecuária extensiva ou à agricultura de baixa produtividade. Estudos indicam que em muitas regiões do mundo, como é o caso das áreas atualmente fora do arco de desmatamento na Amazônia,⁶ esse custo de oportunidade tende a ser muito menor que opções que reduzam emissões de outras fontes, tais como as energéticas.

Logo, uma empresa ou um governo que tenha que reduzir suas emissões teria interesse em pagar pela conservação dessas áreas em troca de créditos equivalentes às emissões de carbono que o desmatamento geraria e usaria estes créditos para cumprir suas metas. Como essa diferença de custos entre REDD e outras formas de mitigação pode ser muito grande, os pagamentos de REDD podem inclusive, se geridos de forma apropriada, possibilitar ganhos de renda maiores que os das atividades desmatadoras. Um mecanismo como a REDD seria então capaz de gerar três dividendos socialmente desejáveis: controle do clima, proteção da biodiversidade e distribuição de renda.

Embora não haja ainda uma decisão governamental, o financiamento das Namas de desmatamento poderia acontecer por intermédio de recursos internacionais, seja de um fundo de mitigação da convenção do clima, seja por outras formas multilaterais e bilaterais.

O Brasil, por exemplo, já conta com o Fundo Amazônia, financiado por doações de governos, instituições multilaterais, organizações não governamentais (ONGs) e empresas. Seu objetivo é promover projetos para a prevenção e o controle do desmatamento e para a conservação e o uso sustentável das florestas no bioma amazônico. A gestão do fundo cabe ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e os recursos são aplicados sob a forma de financiamentos não reembolsáveis. Estas doações são ajustadas de acordo com a evolução da taxa média de desmatamento.⁷

Além do plano anual de aplicação de recursos do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, os Arts. 5º, 6º e 7º da PNMC avançam mais e dispõem sobre instrumentos financeiros, tais como os incentivos fiscais e creditícios, as dotações do Tesouro Nacional e as doações nacionais ou internacionais, para fomento às ações de mitigação, inclusive para desenvolvimento tecnológico. O Art. 8º, por sua vez, coloca as instituições financeiras oficiais em disponibilidade para linhas de crédito e financiamento específicas para o desenvolvimento das ações de mitigação.

6. Ver, por exemplo, Ipam (2007) e Strassburg *et al.* (2009).

7. Ver Fundo Amazônia (2010).

4 O MERCADO DE CARBONO

Outra forma de financiamento poderá ser por intermédio de um mercado de carbono.⁸ No Brasil já existem mecanismos de mercado de carbono para o fomento aos projetos de redução de emissão de gases de efeito estufa, no âmbito do MDL, com a implantação de um sistema para a negociação de créditos de carbono na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F), denominado mercado brasileiro de redução de emissões (MBRE).

Embora o MBRE tenha sido até agora restrito a créditos de projetos de MDL destinados ao cumprimento das metas dos países signatários do Protocolo de Quioto, está previsto no Art. 11 da PNMCM que o MBRE será operacionalizado em bolsas de mercadorias e futuros, bolsas de valores e entidades de balcão organizado, autorizadas pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), em que se dará a negociação de títulos mobiliários representativos de emissões de GEE evitadas e certificadas.

Ou seja, o MBRE não só adquire um escopo mais amplo que o de transacionar créditos de MDL, mas também reconhece que os volumes transacionados são títulos mobiliários. Este reconhecimento contábil é fator importante para o estabelecimento de valor para as transações de mercado que, até a PNMCM, não tinha encontrado amparo legal para que fosse assim determinado.

Todavia, a PNMCM não era muito clara sobre como esse mercado evoluiria para abrigar os esforços das metas nacionais. Entretanto, o § 3º do Art. 4 do Decreto nº 7.930/2010 diz que as metas dos planos setoriais poderão ser utilizadas como parâmetros para o estabelecimento do MBRE, de que trata o Art. 9º da Lei nº 12.187/2009.

O § 4º do Art. 6º do mesmo decreto permite inclusive que as ações de mitigação dos planos setoriais poderão ser implementadas também por meio do mecanismo de desenvolvimento limpo ou de outros mecanismos no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Essa possibilidade sinaliza que o mercado de carbono nacional poderá se comunicar com mercados de outros países ou regiões que sejam regulados pela convenção.

Fora do âmbito da PNMCM, mas em consonância com esses objetivos, há um grupo de trabalho da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que está desenvolvendo normas para a criação de um mercado de carbono voluntário e que já atraiu o interesse das instituições financeiras e das bolsas de valores e mercadorias.⁹

8. Ver, por exemplo, uma análise em Smale *et al.* (2006).

9. Comissão de Estudo Especial de Mercado Voluntário de Carbono (CEE)/ABNT-146. Projeto foi a consulta pública em fevereiro de 2011.

Embora o decreto amplie e garanta um papel importante e promissor para o mercado de carbono, agora há que se discutir algumas questões regulatórias relevantes a serem resolvidas para a sua implantação, tais como os critérios e os instrumentos de alocação de licenças avaliando as magnitudes dos custos setoriais de compra de licença no caso de leilões e das transferências de renda no caso de uma alocação gratuita de licenças. Ademais, é necessário avaliar como estas magnitudes variariam se as trocas fossem também realizadas com outros mercados fora do país.

5 GOVERNANÇA

O sucesso do PNMC dependerá da articulação entre iniciativas públicas e privadas e da participação dos entes da Federação e de suas agências e autarquias.

Para tal, entretanto, a PNMC terá que contar com uma estrutura de governança autônoma e transparente para evitar desvios resultantes tanto da influência e dos interesses dos regulados como de mudanças de governo ou de oportunismo político.

Dessa forma, a governança do PNMC deveria diferenciar o poder regulamentador do poder regulador. O primeiro formularia a política do setor com alto grau de representatividade e o outro faria a aplicação da política com alto grau de autonomia e transparência.¹⁰

Na(s) entidade(s) que forma(m) o poder regulamentador participam representantes de todos os setores sociais envolvidos, com o objetivo de orientar o desenvolvimento da política. Para tal, caberia a este poder deliberar sobre questões de implementação exigidas na lei desde que seguindo os princípios, as diretrizes e as ações nela promulgados.

Entretanto, a PNMC não foi precisa no seu Art. 7^o quanto à governança de seus instrumentos econômicos e financeiros. As instâncias institucionais listadas incluem as existentes comissões interministeriais e as entidades da sociedade civil, a saber: o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM); a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima; o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FNMC); a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima); e a Comissão de Coordenação das Atividades de Meteorologia, Climatologia e Hidrologia.

Mas o Decreto nº 7.390/2010 realiza alguns avanços nesse sentido. Por exemplo, o seu Art. 7^o define o CIM instituído pelo Decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007, como o coordenador-geral das ações de mitigação a serem

10. Ver Cruz (2009) e Seroa da Motta (2009).

elaboradas nos planos setoriais, o que parece lhe conferir um papel de poder regulamentador. No seu Art. 8º prevê que o acompanhamento, que pode ser entendido como uma forma de prestação de contas, será realizado pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas.

As outras entidades citadas na PNMC, como a Rede Clima e a Comissão de Coordenação das Atividades de Meteorologia, Climatologia e Hidrologia, ao que tudo indica, ainda terão que ser acomodadas, mas, considerando seu caráter técnico, podem muito bem atuar na forma de assessoramento do CIM.

Já no que diz respeito à Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, tudo indica que esta manterá seu papel executivo na aprovação de projetos de MDL, de inventários, além de outras relações junto à UNFCCC.

Todavia, a PNMC vai muito além dos compromissos internacionais do país na área de mudança do clima, pois a sua essência é a consecução de metas nacionais independentemente daquelas que o país venha a se comprometer na convenção ou em outros fóruns. Dessa forma, as principais iniciativas executivas são de caráter doméstico, tais como as regras e as normas que serão discutidas e deliberadas no CIM.

Outro avanço oferecido pelo Decreto nº 7.390/2010 está no Art. 9º que obriga os Planos Plurianuais e leis orçamentárias anuais a conterem os programas e as ações do PNMC. Já o Art. 10 obriga que as ações dos planos setoriais sejam formuladas incluindo metodologias e mecanismos apropriados para aferir o cumprimento destas.

Por fim, cabe analisar a articulação da PNMC com as várias outras iniciativas de políticas subnacionais sobre mudança do clima que estão sendo aprovadas em diversos estados (por exemplo, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro) e municípios (como Rio de Janeiro e Curitiba)¹¹ e outras em elaboração. O inciso V do Art. 3º da PNMC dita:

(...) as ações de âmbito nacional para o enfrentamento das alterações climáticas, atuais, presentes e futuras, devem considerar e integrar as ações promovidas no âmbito estadual e municipal por entidades públicas e privadas. (BRASIL, 2010c).

Entretanto, a integração entre políticas federais e subnacionais é sempre delimitada pelos limites federativos e, portanto, se não há dispositivo legal que as oriente,¹² caberá ao arranjo institucional procurar práticas consensuadas para essa articulação. O decreto, vale ressaltar, nada menciona sobre essa necessidade de integração nas normas formuladas para os planos setoriais.

11. Veja nesta publicação capítulo específico sob políticas subnacionais.

12. Por exemplo, a proposta de Lei da Energia Limpa nos Estados Unidos (Waxman-Markey Bill) e o seu substitutivo (The American Power Act ou The Kerry&Lieberman Bill) previam a adequação das leis subnacionais à lei nacional.

Enfim, o novo arranjo institucional do Decreto nº 7.390/2010 deposita em grande parte o poder regulamentador no CIM. Mas, para aplicação dessas deliberações, faz-se necessária outra entidade de governança com poder regulador (por exemplo, uma agência em regime de autarquia especial)¹³ com instrumentos de monitoramento, fiscalização e prestação de contas, mas com capacidade eminentemente técnica e transparente.

Essa entidade seria a responsável pela gestão das regras e das normas definidas pelo CIM e seria a última instância administrativa quanto à validade dos atos aplicados nesse sentido de forma a ter autonomia para exercer suas funções.¹⁴

Com ganhos potenciais de integração e de coordenação, seu mandato poderia exercer a regulação em outras áreas, tais como a elaboração de inventários, a supervisão do mercado de carbono e as atividades de registro, de monitoramento e de verificação. Nesse caso, poderia ser inclusive o órgão de gestão do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.014/2009).

Adicionalmente, essa entidade permitiria a articulação entre as políticas federais e as diversas outras iniciativas estaduais quanto a registro e outras ações conflitantes.

Dessa forma, os desafios regulatórios no controle das emissões de GEE estão na escolha dos instrumentos econômicos e financeiros mais eficientes, na formatação da instância governativa regulatória destes instrumentos e no grau de autonomia que essa instância irá exercer nessa regulação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil avançou muito na regulação das ações de combate ao aquecimento global, inclusive com a aprovação das metas brasileiras para controle de emissões de gases de efeito estufa definidas na PNMC. Estas metas nacionais estão concentradas no controle do desmatamento, o que, conforme foi ressaltado, representa uma vantagem comparativa para o Brasil. A redução do desmatamento é, sem dúvida, menos restritiva ao crescimento econômico que as ações de mitigação relativas ao consumo de energia e as atividades industriais que outras economias emergentes teriam que adotar.

A PNMC, além de confirmar as metas nacionais anunciadas na COP 15, indicou também os instrumentos econômicos que promoverão a consecução destas metas por meio de mecanismos creditícios e fiscais e de mercado de carbono.

13. Assim como a Agência Nacional de Águas, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a Agência Nacional de Aviação Civil, a Agência Nacional de Energia Elétrica e outras similares.

14. Ser a última instância administrativa significa ato finalista na administração federal. Isto, contudo, não exclui a disputa do contraditório em contestações judiciais.

Conforme se discutiu, estes mecanismos, entretanto, ainda requerem a análise e a definição de alguns aspectos regulatórios relativos aos critérios e aos impactos na alocação dos incentivos e dos direitos de emissão. Igualmente importante será a definição da governança regulatória destes instrumentos.

O decreto regulamentador da PNMCM avançou nas regras e na normatização, na mensuração das metas e na formulação dos planos setoriais. Os avanços na estrutura de governança, embora significativos, ao alocar a coordenação dos planos ao CIM, ainda requerem uma melhoria institucional mais ousada e complexa no poder regulador.

O desenvolvimento dos planos setoriais, se articulado com instrumentos econômicos adequados, oferecerá então as oportunidades para que o país aumente a eficiência da sua transição na direção de uma economia de baixo carbono. Para tal, a regulação da PNMCM pode adotar estrutura de governança semelhante à de outros setores regulados, em que uma agência autônoma é responsável pela implementação dos objetivos do marco regulatório disposto em lei. Tal iniciativa será o início da articulação entre os governos federal e estaduais, o setor privado e as ONGs, e esforços nesse sentido deveriam estar na pauta das discussões atuais dos planos setoriais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Brasília, 2009a.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Cenários para oferta brasileira de mitigação de emissões**. Brasília, 2009b.

_____. Presidência da República (PR). **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMCM) e dá outras providências. Brasília, 29 dez. 2009c.

_____. Ministério das Relações Exteriores (MRE). **Nota nº 31**: notificação ao UNFCCC sobre as ações brasileiras de redução de emissões. Brasília, 29 jan. 2010a.

_____. Presidência da República (PR). **Decreto no 7.390, de 9 de dezembro de 2010**. Regulamenta os Arts. 6o, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMCM), e dá outras providências. Brasília, 9 dez. 2010b.

_____. Congresso Nacional. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMCM), e dá outras providências. Brasília, 9 dez. 2010c.

CRUZ, V. Estado e regulação: fundamentos teóricos. *In*: RAMALHO, P. I. S. (Org.). **Regulação e agências reguladoras**: governança e análise de impacto regulatório. Brasília: Anvisa, 2009.

FUNDO AMAZÔNIA. **Fundo Amazônia**. Disponível em: <http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/fam/site_pt/index.html>. Acesso em: jan. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **Custos e benefícios da redução das emissões de carbono**. Belém, 2007.

SEROA DA MOTTA, R. Custos e benefícios do desmatamento na Amazônia. **Ciência & Meio Ambiente**, v. 32, 2005.

_____. Princípios de regulação econômica. *In*: RAMALHO, P. I. S. (Org.). **Regulação e agências reguladoras**: governança e análise de impacto regulatório. Brasília: Anvisa, 2009.

_____. **A regulação das emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília: Ipea, maio 2010a (Texto para Discussão, n. 1492).

_____. Aspectos regulatórios das mudanças climáticas no Brasil. **Boletim Regional, Urbano, e Ambiental**, Brasília, Ipea, n. 4, p. 33-38, jul. 2010b.

SMALE, J. *et al.* The impact of CO₂ emissions trading on firm profits and market prices. **Climate Policy**, v. 6, n. 1, p. 31-48, 2006.

STRASSBURG, B. *et al.* Reducing emissions from deforestation: the “combined incentives” mechanism and empirical simulations. **Global Environmental Change**, v. 19, May 2009.

TOURINHO, O. A. F.; SEROA DA MOTTA, R.; ALVES, Y. **Uma aplicação ambiental de um modelo de equilíbrio geral**. Rio de Janeiro: Ipea, 2003 (Texto para Discussão, n. 976).

REGULAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL E O PAPEL DOS GOVERNOS SUBNACIONAIS

Viviane Romeiro*
Virginia Parente**

1 INTRODUÇÃO

O regime geopolítico internacional do clima volta-se para o desafio de estabelecer acordos que conciliem os interesses de desenvolvimento nacional e as diferenças de estratégias de sustentabilidade de distintas nações, mesmo entre aquelas que estejam imbuídas do objetivo comum de evitar as mudanças climáticas. Os avanços em políticas públicas e governança regulatória nessa direção têm se tornado cada vez mais complexos em decorrência da pluralidade de posicionamentos políticos e regimes legais vigentes nos diversos países (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2008).

Nesse contexto, o amadurecimento de políticas públicas nacionais sobre mudanças climáticas pode desempenhar um papel essencial para o avanço da agenda internacional do clima, contribuindo para que tal agenda seja mais harmônica, uníssona e, portanto, mais efetiva. Sobre a importância da ação nacional frente à conquista de um objetivo mundial, Giddens (2008) alerta que os líderes políticos devem estar continuamente atentos às análises das transformações políticas necessárias para mitigar as mudanças do clima, especialmente em nível nacional, em que tais ações devem ser, de fato, ensejadas.

Levando-se em conta o cenário global, o objetivo principal deste trabalho é analisar a evolução da governança regulatória das mudanças climáticas no Brasil a partir da criação das políticas subnacionais – estaduais e municipais – e verificar seus impactos no contexto da Política Nacional de Mudanças do Clima (PNMC), instituída em dezembro de 2009.

A seção 2 deste capítulo apresenta a literatura recente que detalha algumas das principais diretrizes das políticas públicas nacionais para redução de emissão

* Doutoranda em Energia pelo Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP).

** Professora do IEE/USP.

de carbono. Em seguida, são sumarizadas as políticas públicas estaduais e municipais de mudanças climáticas existentes no país, analisando-se a governança regulatória do clima e o papel dos governos subnacionais no Brasil.

No intuito de trazer maior profundidade às questões abordadas, a seção 3 apresenta o resumo de uma série de entrevistas realizadas com pesquisadores e especialistas da área. Por fim, a seção 4 contempla as considerações finais deste capítulo. Entre elas, tomam destaque as medidas a serem adotadas na execução de tais políticas climáticas, bem como a constatação de que os mecanismos para atingir estas metas ainda requerem definição e análise de aspectos regulatórios, especialmente quanto aos seus critérios e impactos na alocação das metas nos diversos setores da economia.

2 GOVERNANÇA REGULATÓRIA DO CLIMA E O PAPEL DOS GOVERNOS SUBNACIONAIS

A análise desenvolvida no presente trabalho tem como pressuposto a relevância dos governos subnacionais na articulação de políticas estaduais e municipais, no avanço das discussões climáticas em níveis nacional e internacional (GIDDENS, 2008). No entanto, verifica-se uma falta de convergência das medidas adotadas por formuladores de política nas esferas da lei, como será visto mais adiante (tabela 2 da subseção 2.1). Com isso, transparência e mecanismos de regulação de tais políticas poderiam contribuir diretamente para uma melhor governança na área, facilitando o equilíbrio entre aspectos ambientais, sociais e econômicos, além de promover a convergência entre os vários interesses locais.

O Relatório Stern (STERN, 2007) orienta que as políticas públicas para redução de emissões devem ser baseadas em algumas diretrizes. Entre elas, destacam-se: *i*) definição de um preço para o carbono, por meio da criação de taxas; *ii*) presença de mercado ou regulação; *iii*) desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono com foco em eficiência energética; e *iv*) remoção de barreiras de comportamento.

Em relação à sugestão referente à criação de taxas de carbono destacada pelo Relatório Stern, Marcovitch (2010) acrescenta que a precificação do carbono permite atingir alguns importantes objetivos na árdua tarefa de combater as mudanças climáticas. O primeiro desses objetivos se refere a aumentar a percepção dos consumidores sobre os bens e os serviços com alto teor de carbono e que deveriam, portanto, ser evitados. O segundo diz respeito a induzir a substituição de insumos por opções de baixo carbono no setor industrial. O terceiro busca estimular o desenvolvimento de produtos mais eficientes. Por fim, o quarto, e último objetivo visa implementar os itens mencionados anteriormente com o menor custo de informação possível.

Outro aspecto a ser considerado na taxação de carbono, no entanto, é o fato de que tal taxação acaba por onerar diferentes setores econômicos. Esta oneração poderia implicar a redução ou a perda de competitividade e estimular a migração de empresas e indústrias para regiões ou países que possuam eventualmente uma regulação menos estrita no âmbito dos cuidados com o clima.

Em relação ao aspecto de criação de mercados e regulação, considera-se que o aprimoramento dos mercados de carbono, bem como a possibilidade de isenções e o estabelecimento de compensações por meio de incentivos específicos são mecanismos necessários e deveriam fazer parte dos objetivos de todas as políticas públicas de mudança do clima no Brasil.

Outra ferramenta de destaque na governança climática refere-se à criação e ao aperfeiçoamento de mecanismos que estimulem a eficiência energética nos diversos setores. Nesse contexto, merecem atenção as políticas de transferência de tecnologias de baixo carbono e de alta eficiência.

Constata-se, no caso do Brasil, que o país tem avançado significativamente na implementação de políticas climáticas e desempenha um papel importante no cenário internacional. Com efeito, vários estados da Federação adotaram leis para: *i*) incentivar a redução de emissões; *ii*) estimular a proteção das florestas; e *iii*) promover o desenvolvimento e a adoção de tecnologias menos energo-intensivas (IPEA, 2010).

Merece destaque a Política Nacional sobre Mudança do Clima, aprovada pelo governo federal em dezembro de 2009, que contempla uma meta de redução de 36,1% a 38,9% das emissões projetadas até 2020. A lei fala ainda das ações de mitigação que o Brasil deve adotar e prevê a criação de um mercado brasileiro de redução de emissões – uma análise da PNMC está apresentada em capítulo específico deste livro.

Adicionalmente, observa-se que alguns estados também criaram suas políticas locais, estabelecendo normativas para incentivar ações de mitigação e adaptação. O estado de São Paulo, por exemplo, aprovou, em novembro de 2009, uma meta de 20% de redução de emissões até 2020, considerando o ano-base 2005. Destaca-se que, até o início de 2011, esse é o único estado que apresentou metas de caráter mandatário.

As cidades de São Paulo e Rio de Janeiro também adotaram suas metas de redução. Estas são de 30%, com base nas emissões de 2005 até 2010, para São Paulo (SÃO PAULO, 2009a), e de 8% até 2012, 16% para 2016 e de 20% para 2020, para o Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2010).

Tais normativas de estados e cidades, no sentido de incentivar a redução das emissões de maneira regional e local, bem como a criação de fóruns estaduais de

discussão sobre o tema, são relevantes e demandam esforços para engajar os diferentes setores da economia e mesmo a sociedade. A efetividade e o cumprimento dos objetivos de tais políticas dependerão da maneira como estes governos conduzirão a implementação das atividades previstas nas suas respectivas leis. Especialmente, da maneira como irão mensurar e verificar o cumprimento das metas de redução das emissões, aplicando as devidas sanções, quando cabíveis.

Diante do exposto, considerou-se pertinente analisar as leis sobre a perspectiva do papel dos governos subnacionais e seu devido reconhecimento para a questão das mudanças climáticas. Por meio de uma análise comparada das principais características das leis, foram discutidos, especialmente, os incentivos implementados e a criação de mecanismos adicionais para contribuir ao alcance dos objetivos estabelecidos.

2.1 Papel dos governos subnacionais

No Brasil, os fóruns nacional e estaduais de mudanças climáticas têm a finalidade de mobilizar a sociedade e promover o diálogo e a integração entre instituições dos vários setores, com o objetivo de adotar políticas e programas de acordo com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC).¹ Nesse contexto, o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas foi criado em junho de 2000, sendo composto por 12 ministros de Estado. Até fevereiro de 2011, 16 estados brasileiros instituíram seus fóruns locais, os quais são apresentados na tabela 1, de acordo com sua respectiva data de criação.

TABELA 1
Cronologia da implementação dos fóruns estaduais de mudanças climáticas

Estado	Fórum de Mudanças Climáticas
São Paulo	Fev./2005
Minas Gerais	Jun./2005
Bahia	Ago./2005
Maranhão	Nov./2006
Espírito Santo	Abr./2007
Tocantins	Abr./2007
Rio de Janeiro	Mai./2007
Piauí	Jun./2007
Rio Grande do Sul	Jun./2007
Ceará	Abr./2008
Paraná	Dez./2008
Pernambuco	Fev./2009

(Continua)

1. United Nations Framework Convention on Climate Change (UFCCC).

(Continuação)

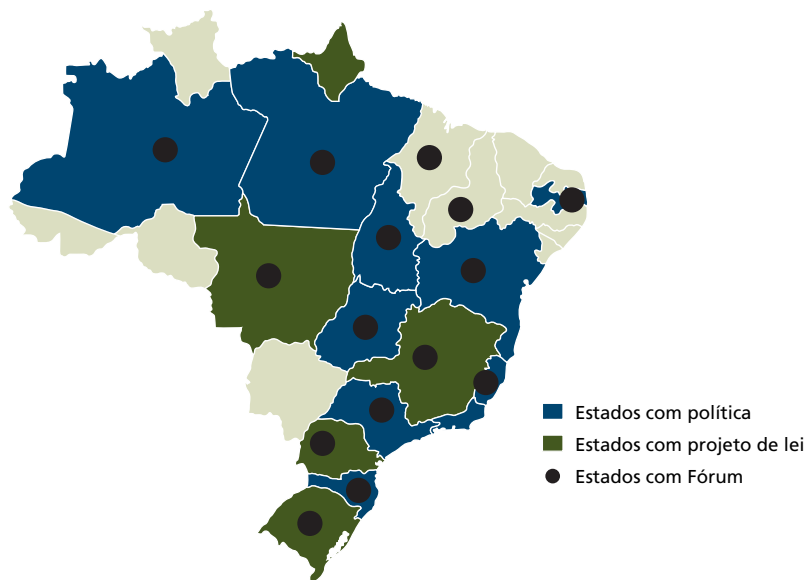
Estado	Fórum de Mudanças Climáticas
Amazonas	Fev./2009
Santa Catarina	Mar./2009
Mato Grosso	Abr./2009
Pará	Set./2009

Fontes: Leis estaduais de criação dos fóruns estaduais de mudanças climáticas.
Elaboração das autoras.

Em relação às políticas públicas em mudanças climáticas, das 27 unidades da Federação (UFs) brasileiras, dez já criaram suas políticas e cinco possuem projetos de lei (PLs). Conforme destacado, somente o estado de São Paulo possui metas mandatórias (PROCLIMA, 2011). O mapa 1 destaca os estados que possuem políticas, projetos de lei e fóruns de mudanças climáticas.

MAPA 1

Estados com políticas já aprovadas, projetos de lei e fóruns já estabelecidos



Fontes: Leis estaduais de mudanças do clima.
Adaptado pelas autoras.

A tabela 2 resume o conteúdo das políticas públicas no Brasil no tocante às questões climáticas. Nele, estão destacados alguns itens considerados mais relevantes no contexto de uma política sobre mudança do clima, tais como: metas, criação de fundos, inventário, mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) e incentivos para eficiência energética.

TABELA 2
Conteúdo das políticas públicas estaduais em mudanças climáticas

Estado	Lei	Decreto	Metas	Inventário	MDL	Eficiência energética
Amazonas	Jun./2007	Sim	Não	Sim	Sim	Não
Amapá	Jun./2007	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Tocantins	Abr./2008	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Goiás	Fev./2009	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Santa Catarina	Ago./2009	Não	Não	Sim	Não	Sim
Pará	Set./2009	Não	Progressiva	Sim	Sim	Sim
São Paulo	Nov./2009	Jun./10	Sim	Sim	Sim	Sim
Rio de Janeiro	Abr./2010	Não	A definir	Sim	Não	Sim
Pernambuco	Jun./2010	Não	Progressiva	Sim	Sim	Sim
Espírito Santo	Set./2010	Não	A definir	Sim	Sim	Sim
Amapá	Projeto de lei	Não	Progressiva	Sim	Sim	Não
Bahia	Projeto de lei	Não	Não	Sim	Não	Não
Mato Grosso	Projeto de lei	Não	Progressiva	Sim	Sim	Não
Minas Gerais	Projeto de lei	Não	Não	Sim	Sim	Não
Paraná	Projeto de lei	Não	Não	Não	Não	Não
Rio Grande do Sul	Projeto de lei	Não	Não	Sim	Sim	Sim

Fontes: Proclima – leis e dados estaduais promulgados até abril de 2011.
 Elaboração das autoras.

Em relação às políticas públicas municipais de mudanças climáticas, duas cidades brasileiras criaram estas com metas mandatórias: São Paulo e Rio de Janeiro. A tabela 3 sintetiza a situação de alguns itens considerados de maior relevância no contexto dessas duas políticas municipais, tais como: metas, inventário, MDL e incentivos para eficiência energética.

TABELA 3
Conteúdo das políticas públicas municipais em mudanças climáticas

Município	Lei	Decreto	Metas	Inventário	MDL	Eficiência energética
São Paulo	Jun./2009	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Rio de Janeiro	Nov./2009	Não	Sim	Sim	Sim	Sim

Fontes: Normativas municipais, atualizadas até fevereiro de 2011.
 Elaboração das autoras.

O principal ponto em convergência de todas as leis estaduais e municipais analisadas está no desafio de compatibilizar o desenvolvimento econômico com a proteção do sistema climático, visando-se, especificamente, à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Quanto a esse aspecto, ao proceder-se a análise das políticas climáticas no Brasil, verifica-se que elas apresentam as seguintes características básicas:

- Implementação de práticas de mitigação de GEE por meio de incentivos para a redução desses gases pelos diversos setores produtivos, seja por meio da criação de um mercado de emissões, seja por meio de mecanismo de taxação de carbono.
- Implementação de ações de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas de acordo com a vulnerabilidade de cada região.
- Incentivos para o desenvolvimento e a transferência de tecnologias de baixo carbono.
- Disseminação de conhecimento para capacitação de recursos humanos.

Outro item de relevante discussão é a criação de *mecanismos adicionais de troca de direitos obtidos*. Tais mecanismos se encontram mencionados em quatro das leis analisadas, conforme ilustrado na tabela 4.

TABELA 4
Previsão nas leis quanto à criação de mecanismos adicionais

Estado	Mecanismos previstos nas leis
Pernambuco	Mecanismos de mercado para implementação dos objetivos da CQNUMC
Rio de Janeiro	Mecanismos adicionais de troca de direitos obtidos
São Paulo	Mecanismos adicionais de troca de direitos obtidos
Tocantins	Outros mecanismos e regimes de mercado de redução de emissões

Fontes: Normativas estaduais, atualizadas até fevereiro de 2011.
Elaboração das autoras.

São Paulo é, até o momento da redação deste capítulo – ou seja, até março de 2011 –, o único estado com metas mandatórias em níveis estadual e municipal. A tabela 5 traz o resumo das metas previstas pela lei federal e pelas leis estadual e municipal de São Paulo referentes a mudanças do clima.

TABELA 5
Política nacional, estadual e municipal de mudanças do clima no estado de São Paulo e no município de São Paulo

Políticas	Política Nacional sobre Mudança do Clima	Política Estadual de Mudanças Climáticas de São Paulo	Política Municipal de Mudança do Clima de São Paulo
Lei	nº 12.187/2009	nº 13.798/2009	nº 14.933/2009
Metas	36,1% e 38,9%	20% até 2020	30% até 2012
Linha de base	Emissões projetadas até 2020	Base no inventário de 2005	Base no inventário de 2005

Fontes: Brasil (2009), São Paulo (2009a, 2009b).

Observa-se ainda que a PNMC e as ações dela decorrentes, executadas sob a responsabilidade dos entes políticos e dos órgãos da administração pública,

seguem os respectivos princípios: *i*) da precaução; *ii*) da prevenção; *iii*) do desenvolvimento sustentável; e *iv*) das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, o qual tem sido extensivamente discutido em razão de sua real pertinência em dividir os países signatários da CQNUMC em desenvolvidos (com metas mandatórias) e em desenvolvimento (sem metas) (MULLER; HOHNE; ELLERMANN, 2007).

Tomando o estado de São Paulo como referência, por ser o primeiro a estabelecer a sua Política Estadual de Mudanças Climáticas, verifica-se que tal política observa os seguintes princípios: *i*) prevenção; *ii*) precaução; *iii*) poluidor-pagador; *iv*) usuário-pagador; *v*) participação da sociedade civil; *vi*) desenvolvimento sustentável; *vii*) responsabilidades comuns, porém diferenciadas; *viii*) ação governamental; *ix*) cooperação, nacional e internacional; *x*) ampla publicidade; e *xi*) educação ambiental.

Já a Política Municipal de Mudança do Clima de São Paulo atende os seguintes princípios: *i*) prevenção; *ii*) precaução; *iii*) poluidor-pagador; *iv*) usuário-pagador, *v*) protetor-receptor; *vi*) responsabilidades comuns, porém diferenciadas; *vii*) abordagem holística; *viii*) internalização dos custos sociais e ambientais; e *ix*) direito de acesso à informação. O quadro 1 apresenta os princípios explicitados nas três esferas das leis.

QUADRO 1

Síntese comparativa dos princípios contemplados nas políticas nacional (Brasil), estadual (São Paulo) e municipal (São Paulo)

Municipal	Estadual	Federal
Prevenção	Prevenção	Prevenção
Precaução	Precaução	Precaução
Poluidor-pagador	Poluidor-pagador	
Usuário-pagador		
Protetor-receptor		
Responsabilidades comuns, porém diferenciadas	Responsabilidades comuns, porém diferenciadas	Responsabilidades comuns, porém diferenciadas
Internalização dos custos sociais e ambientais		
Direito de acesso à informação	Direito de acesso à informação	
Desenvolvimento sustentável	Desenvolvimento sustentável	Desenvolvimento sustentável
	Ação governamental	
	Cooperação nacional e internacional	
	Participação da sociedade civil	Participação da sociedade civil
	Educação Ambiental	

Fontes: Brasil (2009), São Paulo (2009a) e São Paulo (2009b).

Com base nos princípios e nas metas previstas nas leis supracitadas, entende-se oportuno verificar os incentivos e/ou sanções (políticas de comando e controle) para que os setores econômicos e o poder público implementem ações mais efetivas para a questão da mudança do clima. Dessa forma, é importante analisar como se pretende implementar tais ações de mitigação e de adaptação.

3 ENTREVISTAS

No intuito de incorporar outras visões e perspectivas às análises realizadas neste trabalho, foram entrevistados alguns pesquisadores, estudiosos e jornalistas especializados em mudanças do clima. As seguintes questões foram abordadas:

- Quais os problemas estruturais e de implementação das leis em estudo?
- Como compatibilizar as obrigações e as metas das políticas estaduais e municipais com a política nacional?
- Como o setor produtivo deve se posicionar em relação às leis para minimizar riscos e aumentar sua competitividade?

Os especialistas em mudanças do clima entrevistados são ligados a várias instituições. Entre estas, encontram-se: o Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE); o Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE/USP); o Ipea; o Centro de Economia e Finanças em Energia (CEFEN/USP); o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ); a Escola Politécnica da USP (Poli/USP); o jornal *Estado de S. Paulo* e a Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA/USP).

De acordo com os especialistas entrevistados, o conjunto de leis especifica como deve ser realizada a aplicação dos recursos descritos neste. No entanto, no contexto da política nacional, pode-se considerar que o resultado ainda é pouco efetivo; além da deficiência de estruturas de gestão e regulação, também foram identificadas poucas evidências de avanços para implementar as ações propostas no conjunto dessas leis.

Embora dados científicos que suscitem problemas decorrentes das mudanças do clima já sejam relatados há algum tempo, a compreensão e conscientização em relação a tais cenários requerem uma abordagem não apenas científica, mas também sob o ponto de vista político-econômico, ainda é muito recente. No âmbito governamental, em todos os seus níveis (federal, estadual e municipal) os vários aspectos da questão climática ainda não foram internalizados como requisito para definições de política e regulação. Assim, é razoável constatar que a estrutura regulatória e legal ainda não esteja adequadamente implementada, especialmente nos países em desenvolvimento, os quais não possuem metas de redução da emissão de GEE no âmbito da CQNUMC.

Ainda de acordo com as entrevistas realizadas à época da elaboração do Plano Nacional de Mudanças Climáticas, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) já havia se antecipado sobre a questão de se criar uma instituição de regulação para gerir os instrumentos criados pela PNMC; porém, não houve um acordo oficial. Ao considerar as atividades finalísticas de cada ministério, estes apresentam objetivos nem sempre convergentes quando se trata de mudanças do clima, destacando-se então a relevância de uma gestão que esteja independente das áreas fins do governo. Mas que tipo de entidade seria a mais viável para regular a implementação da PNMC?

De acordo com alguns dos entrevistados, considerando-se que a atuação da Casa Civil é de gerência administrativa (e não de política estratégia, como tem sido observado na legislação), mostra-se necessário configurar uma entidade específica a ser responsável pela execução e pela regulação da PNMC.

Os entrevistados também assinalam que houve avanços nas negociações climáticas, no âmbito do Brasil, e que estes se concretizaram na discussão e na criação de uma política do clima para o país. Reconhecem adicionalmente que, apesar de ainda haver falhas e entraves em relação a gestão e governança dessa política, ao menos as questões de metas, mesmo que voluntárias, começaram a ser discutidas.

Por fim, vale atenção para o fato de que as leis de mudanças climáticas dependem de um profundo processo de discussão para que sejam implementadas. A criação da Política de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo, por exemplo, indica que há muitos elementos a serem aprofundados nas demais políticas estaduais, destacando-se a questão da inserção de metas voluntárias ou mandatórias de redução de emissão de GEE. Isto reforça a importância dos incentivos, ao menos nesta fase inicial da implementação do arcabouço climático. Considerando-se que o aspecto de incentivos deve preponderar nessa fase inicial de regulamentação, é válido citar algumas recomendações advindas das entrevistas realizadas, com vista a fomentar práticas menos emissoras de poluentes:

- Investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e em projetos de extensão, de forma a viabilizar meios para efetivar a adoção de práticas de baixo carbono.
- Fomento de maior interlocução do setor privado na implementação da PNMC e de políticas subnacionais, bem como nas negociações internacionais de mudanças climáticas em conjunto com os ministérios envolvidos no tema.
- Engajamento dos diversos setores econômicos nas discussões sobre a implementação das leis de mudanças climáticas.

As políticas públicas, de modo geral, possibilitam a criação de mecanismos econômico-financeiros, além de viabilizar investimentos em tecnologia, de forma a buscar soluções para a mitigação dos – e adaptação aos – efeitos das mudanças do clima. Portanto, devem ser amplamente assistidas. Quanto às sanções, observa-se que elas são restritas a casos específicos previstos nas leis e de acordo com suas realidades regionais e locais. Assim, a iniciativa voltada ao desenvolvimento de políticas climáticas deve ser um esforço contínuo para proporcionar condições ao país de inserir-se no esforço internacional, contribuindo com a necessária articulação global sobre as questões do clima.

Outro fator relevante a ser considerado quanto à criação das metas é a verificação do impacto das ações previstas por tais políticas na competitividade dos estados e do próprio país. Essa é uma das razões pela qual viabilizar incentivos econômicos se torna indispensável.

No âmbito empresarial, conseqüentemente, predomina a dificuldade de lidar com o tema, em face do desconhecimento, ou mesmo da multiplicidade de informações que nem sempre são convergentes, e da própria complexidade dos temas. O setor privado precisa ter clareza sobre as obrigações que terá que cumprir, para que as ações ligadas ao clima não se tornem meramente novos custos, mas, sim, diferenciais competitivos.

No caso de uma empresa que decida investir em atividade potencialmente poluidora, observa-se, por exemplo, que a falta de regras claras poderá inviabilizar um empreendimento no médio e no longo prazos. Isso porque em um período de cinco ou dez anos tal atividade poderá ser inviabilizada frente à criação de uma restrição mais severa em relação ao tipo de empreendimento, e o investidor, sem sinalização prévia, poderá enfrentar sérios prejuízos na tentativa de se adequar.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, discutiram-se a evolução do Brasil na criação de políticas para combater o problema das mudanças climáticas, bem como vários aspectos de sua governança. Constatou-se que, na esfera federal, a aprovação de metas nacionais por meio da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei Federal nº 12.187/2009) pode trazer, se adequadamente implementada, reduções significativas das emissões, as quais poderão ser coadunadas concomitantemente às ações regionais e locais.

Verificou-se que o uso de instrumentos de incentivos fiscais e econômicos pode desempenhar papel fundamental no desenvolvimento e na implementação das políticas climáticas. Isso porque tais instrumentos podem acelerar o processo de uso eficiente da energia, ao mesmo tempo em que possibilitam a geração e a disseminação de tecnologias mais avançadas para a redução das emissões de GEE.

Os mecanismos para atingir as metas do clima, no entanto, ainda requerem definição de alguns aspectos regulatórios. Com efeito, nota-se que suas diretrizes não são claras, por exemplo, quanto à governança de tais mecanismos e sobre qual entidade seria mais apropriada para regular a implementação dos objetivos propostos na lei referente às mudanças climáticas. Destacou-se que as medidas a serem adotadas na sua execução e os mecanismos para atingir as metas ainda requerem definição e análise de alguns aspectos regulatórios, especialmente quanto aos seus critérios e impactos na alocação.

Entre os principais entraves, foram ressaltadas a falta de convergência das ações criadas nas diversas unidades da Federação e a temporalidade das medidas adotadas pelas políticas nacional, estadual e municipal. No caso de São Paulo, assinalou-se que a política municipal foi promulgada em junho de 2009, a estadual apenas em novembro de 2009, e, por fim, a política nacional veio a ser promulgada em dezembro de 2009. Ademais, constatou-se que as metas e as estratégias são igualmente distintas nas três esferas, o que dificulta a padronização das medidas de redução de GEE e seu respectivo monitoramento.

É preciso, ainda, que tais regulamentações sinalizem se cobrarão metas concretas de redução por setor econômico, o que seria uma grande inovação, considerando-se que o Brasil não possui metas obrigatórias de redução no plano da convenção do clima. Igualmente relevante seria explicitar se o governo federal irá criar o mercado de reduções de emissão, ou, ainda, se as políticas serão fomentadas, preponderantemente, por via de incentivos.

No entanto, importa destacar que a evolução da política ambiental ainda é um fenômeno relativamente recente, sujeito a falhas, problemas, tentativas e novas iniciativas, até que soluções e mecanismos satisfatórios sejam encontrados. A falta de mecanismos de governança qualificados, conforme apontado nesta pesquisa, não deveria desencorajar novas iniciativas nessa e em outras dimensões da área ambiental.

O fato de a estrutura de governança atual deixar a desejar não deve ser motivo de desânimo, mas, sim, um elemento a mais que deve fazer parte de análise e planejamento futuro de qualquer organização, instituição ou país que queira se manter competitivo no futuro. Para tanto, tornam-se imprescindíveis algumas iniciativas, entre as quais se destacam o conhecimento do real impacto da organização nas emissões que provocam o aquecimento global e a criação de um ambiente de negócio favorável à minimização de risco regulatório futuro decorrente de política de combate às mudanças climáticas.

Essas políticas certamente são instrumentos importantes no avanço do país rumo ao desenvolvimento sustentável e, conseqüentemente, de seus setores produtivos rumo a uma economia de baixo carbono. O fato de algumas das

leis analisadas já possuírem metas de redução de emissões sinaliza avanços em direção a uma economia menos intensiva em efeitos sobre o clima. A criação de tais políticas, sua adequada regulamentação e seus aprimoramentos representam uma oportunidade de colocar o país em uma posição diferenciada no contexto internacional.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS. **Lei Estadual nº 3.135, de 5 de junho de 2007**. Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas e estabelece outras providências. Manaus: Assembleia Legislativa, 2007.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.187, de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional das Mudanças Climáticas. Brasília: Congresso Nacional, 2009.

CLIMATE ANALYSYS INDICATORS TOOLS (CAIT). 2010. Disponível em: <www.cait.wri.org>.

ESPÍRITO SANTO. **Lei Estadual nº 9.531, de 16 de setembro de 2010**. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC), contendo seus objetivos, princípios e instrumentos de aplicação. Vitória: Assembleia Legislativa, 2010.

GIDDENS, A. *The Politics of Climate Change: National responses to the challenge of global warming*. Polity Network, London, 2008.

GOIÁS. **Lei Estadual nº 16.497, de 10 de fevereiro de 2009**. Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas. Goiânia: Assembleia Legislativa, 2009.

IPEA. **Perspectivas sobre as negociações climáticas e seus impactos na política brasileira**. Brasília, 2010 (Comunicado do Ipea, n. 45).

LUCON, O.; GOLDEMBERG, J. São Paulo: the other Brazil: different pathways on climate change for State and Federal Governments. **The Journal of Environment and Development**, Sage, 2010.

MARCOVITCH, J. (Coord). **Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades**. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010.

MULLER, B.; HOHNE, N.; ELLERMANN, C. **Differentiating (Historic) Responsibilities for Climate Change**. Summary report. Oxford: Oxford Institute for Energy Studie, 2007.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Elementos para formulação de um marco regulatório em mudanças climáticas: contribuições da sociedade civil**. Brasília: Centro de Estudos em Sustentabilidade/FGV, 2008.

PERNAMBUCO. **Lei Estadual nº 14.090, de 17 de junho de 2010.** Institui a Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Pernambuco e dá outras providências. Recife: Assembleia Legislativa, 2010.

PROGRAMA ESTADUAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PROCLIMA). Disponível em: <<http://homologa.ambiente.sp.gov.br/proclima/legislacao/estadual.asp>>. Acesso em: fev. 2011.

RIO DE JANEIRO. **Lei Estadual nº 5.690, de 14 de abril de 2010.** Institui a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável e dá outras providências. Rio de Janeiro: Assembleia Legislativa, 2010.

SANTA CATARINA. **Lei Estadual nº 14.829, de 11 de agosto de 2009.** Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina e adota outras providências. Florianópolis: Assembleia Legislativa, 2009.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 13.798, de novembro de 2009.** Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC). São Paulo: Assembleia Legislativa, 2009a.

_____. **Lei Municipal nº 14.933, de junho de 2009.** Institui a Política de Mudança do Clima (PMMC) no município de São Paulo. São Paulo: Câmara Municipal, 2009b.

_____. **Decreto nº 55.947, de 24 de junho de 2010.** Política Estadual de Mudanças do Clima. São Paulo: Assembleia Legislativa, 2010a.

_____. **Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010.** Política Estadual de Mudanças do Clima. São Paulo: Assembleia Legislativa, 2010b.

SEROA DA MOTTA, R. Aspectos regulatórios das mudanças climáticas no Brasil. **Boletim Regional, Urbano, e Ambiental**, Ipea, Brasília, n. 4, p. 33-38, jul. 2010.

STERN, N. H. **The Economics of Climate Change: The Stern Review.** Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

TOCANTINS. **Lei nº 1.917, de 17 de abril de 2008.** Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Tocantins e adota outras providências. Palmas: Assembleia Legislativa, 2008.

COMPLEMENTARIDADE ENTRE POLÍTICAS DE COMBATE AO AQUECIMENTO GLOBAL E QUALIDADE DA VIDA URBANA*

Carolina Burle Schmidt Dubeux**

1 INTRODUÇÃO

Dois terços da energia mundial, aproximadamente, são consumidos em centros urbanos, contribuindo com cerca de 80% para as emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) (BANCO MUNDIAL, 2009). Em um prazo de 20 anos, a Agência Internacional de Energia (AIE)¹ prevê que as cidades passarão a ser responsáveis por 73% do consumo mundial de energia (AIE, 2008).² A maior parte desse consumo continuará a ser para atender à demanda proveniente de transportes, de atividades industriais e comerciais e de aclimação de ambientes. Logo, o combate ao aquecimento global não pode prescindir da participação das cidades.

A urbanização também concentra grande parte dos resíduos sólidos e dos efluentes domésticos, comerciais e industriais produzidos. Essa concentração, principalmente em países com altas temperaturas médias, favorece a produção de metano, um gás de alto poder de aquecimento global.

Todos esses fatores que contribuem para o aumento do efeito estufa também causam poluição local e regional. Dessa forma, identificam-se sinergias entre as políticas públicas que tratam do aquecimento global e aquelas que controlam a poluição local e a preservação ambiental, como também as direcionadas aos serviços de infraestrutura. Por exemplo, a redução no consumo de combustíveis fósseis apresenta resultados benéficos tanto no que se refere ao efeito estufa quanto para a qualidade do ar que se respira ou para o problema da chuva ácida. Estas relações ocorrem porque o mesmo processo de combustão que gera emissões dos principais GEE também gera poluentes convencionais com efeitos adversos na saúde humana, nos ecossistemas, na produtividade agrícola e nos materiais.

* Com base em Dubeux (2007).

** Pesquisadora do Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Centro Clima/COPPE/UFRJ).

1. International Energy Agency (IEA).

2. Estimativas para o cenário de referência.

Essa sinergia pode ser negativa, por exemplo, no que se refere aos resíduos com altos teores de carga orgânica. No caso dos resíduos sólidos, a produção de metano (CH_4), que é um dos GEE, aumenta quanto melhor for seu acondicionamento em aterros sanitários. O mesmo ocorre com sistemas de tratamento anaeróbico de esgotos domésticos e efluentes industriais. Para evitar que a disposição final adequada de resíduos – um benefício ao meio ambiente local – torne-se um agravante do efeito estufa, os projetos precisam incluir investimentos destinados ou à simples queima do gás ou ao seu aproveitamento, neste caso tornando o tratamento do resíduo uma fonte de energia renovável.

Merecem atenção também a questão do adequado planejamento do uso do solo e o aumento da arborização, que trazem inúmeros benefícios às cidades e que paralelamente contribuem para a redução de emissões de GEE.

Enfim, os efeitos colaterais de ações em favor do clima podem contribuir para o incremento da qualidade de vida nas cidades, como já está acontecendo nos países da Europa. Da mesma forma, investimentos que aumentam a qualidade de vida podem resultar em mitigação de emissões de GEE.

Este capítulo analisa as principais sinergias entre as políticas públicas sobre mudança do clima e as que tratam de poluentes convencionais e serviços urbanos de infraestrutura, as quais podem ser mais facilmente exploradas pelas cidades brasileiras. Na seção 2, são abordadas as principais inter-relações entre poluição global, regional e local e suas respectivas fontes de emissão. Na seção 3, são apresentadas as principais opções de políticas locais e investigados seus principais benefícios direcionados ao clima e às cidades. A seção 4 resume e conclui o trabalho.

2 RELAÇÃO ENTRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA GLOBAL, REGIONAL E LOCAL

Brink *apud* AAE (2004a) sintetiza os diferentes aspectos do problema e subdivide as inter-relações entre poluição do ar – local e regional – e mudança climática em quatro categorias, quais sejam:

1. Emissões de poluentes que podem agravar a poluição e contribuir para reduzir o problema da mudança do clima: este é o caso, por exemplo, do dióxido de enxofre (SO_2), que contribui para a acidificação, mas que compensa parcialmente o efeito estufa pelo aumento dos aerossóis de sulfato na atmosfera.
2. Consequências da mudança climática na poluição do ar e vice-versa e no volume de emissões: neste caso, a relação entre a poluição do ar e a mudança climática se dá quando esta altera os padrões de transporte atmosférico de poluentes do ar e a sensibilidade dos ecossistemas à deposição ácida. Há ainda o efeito da acidificação e da deposição de

nitrogênio nas emissões de CH_4 e óxido nitroso (N_2O) em alguns ecossistemas e o efeito do aumento da temperatura na lixiviação de nitrato, contaminando lençóis freáticos.

3. Medidas para reduzir as emissões de GEE que afetam as emissões de poluentes do ar e vice-versa: esta situação ocorre quando medidas técnicas para reduzir emissões de poluentes do ar têm um efeito adverso na redução de emissões de GEE ou vice-versa. É o caso, por exemplo, da instalação de depuradores de gás em usinas termoelétricas para reduzir SO_2 que causam um aumento das emissões de dióxido de carbono (CO_2) pelo aumento do consumo de carvão. É também o caso da instalação de catalizadores *three-way* em automóveis para reduzir óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COV), que ao mesmo tempo aumentam emissões de N_2O .
4. Emissão conjunta de poluentes locais e GEE pelas mesmas fontes: esta categoria contém uma importante ligação entre poluição do ar local e mudança climática, porquanto a grande maioria das emissões que impactam ambos os fenômenos provém de mesmas fontes e, assim, políticas que focam um dos problemas podem influenciar significativamente no outro. É o caso, por exemplo, de políticas de mudança climática para redução de CO_2 . Como este GEE se origina em grande parte do uso de combustíveis fósseis, uma redução neste uso, seja por aumento da eficiência dos equipamentos, seja por sua substituição por energias de fontes alternativas (renováveis e nuclear), por exemplo, acarreta também em redução de monóxido de carbono (CO), SO_2 , NO_x e COV, entre outros, poluentes.

Observa-se, assim, que há uma grande correlação entre poluição global, regional e local, seja pela ótica da contribuição de cada gás a mais de um tipo de problema, seja simplesmente pelo fato de diferentes gases terem fontes de emissão comuns. As políticas desenhadas para combater os problemas relacionados à atmosfera em diferentes dimensões podem e devem considerar suas implicações múltiplas, buscando maximizar os resultados que podem ser alcançados em todos os âmbitos, aumentando o custo-efetividade das ações e evitando, se for o caso, efeitos adversos quando a redução de determinado poluente implica piora de alguma outra condição ambiental que não aquela em que se pretende intervir.

As políticas (ambientais) precisam olhar o custo-efetividade e a efetividade ambiental das soluções propostas de uma forma integrada, levando em consideração os efeitos em setores ambientais distintos. Tal integração previne contra o uso ineficiente de recursos e a implementação de soluções sub-ótimas (AAE, 2004b, p. 9).

Para que melhor se possa compreender como as ações de mitigação de gases podem ser desenhadas, é necessário conhecer as fontes de emissão dos gases, seu ciclo de vida, as inter-relações com outros gases envolvidos – reações químicas a que estão sujeitos – e como impactam nos fenômenos aos quais as ações para sua mitigação se destinam, conforme breve descrição a seguir.

Podem-se agrupar os gases e as substâncias que interferem nos diferentes fenômenos sob várias perspectivas. No caso de se ter em vista o aumento do efeito estufa, estes podem ser agrupados em razão da forma como interferem no forçamento radiativo da atmosfera,³ ou seja, direta ou indiretamente. Os GEE de impacto direto (CO₂, CH₄, N₂O, O₃, CFCs, HCFCs, HFCs, PFCs, SF₆, gases dos Protocolos de Quioto e de Montreal)⁴ podem, pela sua presença na atmosfera, reter a radiação térmica e contribuir para o aumento da temperatura, enquanto outros gases têm influência indireta no balanço total da radiação global por interferir no ciclo dos GEE diretos ou alterar o albedo⁵ química ou fisicamente – principalmente CO, NOx, COV e óxidos de enxofre (SO_x), poluentes convencionais. Há ainda gases ou substâncias que apresentam as duas características, como os aerossóis, que têm tanto impactos diretos quanto indiretos no forçamento radiativo.

Uma característica que diferencia os denominados GEE e os gases destruidores da camada de ozônio dos gases poluentes convencionais do ar é que os primeiros se misturam uniformemente na atmosfera⁶ devido ao seu relativo longo tempo de vida e, portanto, os impactos ambientais deles decorrentes não estão relacionados ao local de sua emissão. Já os gases convencionais, diferentemente, têm vida curta e impactam proximamente às suas fontes de emissão. Os gases podem, portanto, ser agrupados por tempo de vida, do mais curto ao mais longo (AAE, 2004c).⁷

Ressalte-se que sob a ótica de sua origem, no caso de um poluente ter sido emitido diretamente na atmosfera por uma fonte qualquer, este gás é classificado de primário, por exemplo, o monóxido de carbono que é emitido diretamente como subproduto da combustão. Se o poluente tiver sido formado na atmosfera,

3. Forçamento radiativo é uma simples medida de mudança na quantidade de energia disponível no sistema Terra-atmosfera, devido, por exemplo, a uma mudança na concentração de CO₂ ou na produção do sol.

4. O₃ – ozônio; CFCs – cloro fluorcarbonetos; HCFCs – hidrocloro fluorcarbonetos; HFCs – hidro fluorcarbonetos; PFCs – perfluorcarbonetos; e SF₆ – hexafluoreto de enxofre.

5. "Fração da radiação solar refletida por uma superfície ou objeto, freqüentemente expressa como um percentual. O albedo dos solos varia, conforme o tipo de superfície. Superfícies cobertas de neve têm um albedo alto; superfícies cobertas com vegetação e oceanos têm um albedo baixo. O albedo da Terra varia principalmente em função da nebulosidade, neve, gelo, áreas folhadas e mudanças na cobertura da Terra." (IPCC, 2001a, p. 366).

6. Denominados *well-mixed gases*.

7. O tempo de vida atmosférico é definido como carga (Tg) dividida pelo sumidouro global médio (Tg/ano) de um gás em um estado estacionário – isto é, de carga constante. Por exemplo, para uma carga de 100 Tg de um gás X em que este gás decaia em 10 Tg/ano, seu tempo de vida é de dez anos (IPCC, 2001b).

é classificado como secundário, como é o caso da formação de ozônio troposférico⁸ (HARRISON, 1996).

Ressalte-se que as inter-relações físico-químicas que ocorrem na atmosfera entre os gases de poluição local e regional e os GEE dependem, entre outros fatores, da presença de outras substâncias também presentes na atmosfera.

No que se refere aos problemas causados pelos gases e pelas substâncias anteriormente mencionados, observa-se que os GEE têm impacto primordial no clima, ou seja, impacto indireto nos seres vivos, enquanto os poluentes convencionais têm impacto direto. O quadro 1 permite que se identifique os principais poluentes de fontes comuns e seus efeitos adversos.

QUADRO 1
Principais fontes de poluentes atmosféricos e seus impactos

Poluente	Fontes principais	Efeitos gerais sobre a saúde	Efeitos gerais ao meio ambiente
CO ₂	Queima de combustíveis fósseis e biomassa não renovável por indústrias, veículos etc.		Aumento do efeito estufa
CH ₄	Produção e distribuição de gás natural e petróleo, ou como subproduto da mineração do carvão, da queima incompleta dos combustíveis e da decomposição anaeróbica de matéria orgânica		Aumento do efeito estufa
N ₂ O	Produção de ácido adípico, fertilização de solos agrícolas e combustão		Aumento do efeito estufa
Partículas totais em suspensão (PTS)	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspenso e queima de biomassa	Quanto menor o tamanho da partícula, maior o efeito danoso à saúde, principalmente em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite	Danos à vegetação (natural e cultivados), deterioração da visibilidade e contaminação do solo
MP ₁₀ e fumaça	Processos de combustão (indústria e veículos automotores) e aerossol secundário (formado na atmosfera)	Aumento de atendimentos hospitalares e mortes prematuras	
SO _x	Queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel e produção de polpa e papel	Desconforto na respiração, doenças respiratórias, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares existentes. Pessoas com asma, doenças crônicas de coração e pulmão são mais sensíveis ao SO ₂	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação. Por outro lado, contribui para a redução do efeito estufa
NO _x	Processos de combustão envolvendo veículos automotores – inclusive etanol e biodiesel –, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás e incinerações	Aumento da sensibilidade à asma e à bronquite e redução da resistência às infecções respiratórias	Pode levar a formação de chuva ácida e causar danos à vegetação

(Continua)

8. Produto da reação de gases precursores na presença da luz. Os precursores de ozônio são uma classe de compostos orgânicos que combinados com óxidos de nitrogênio e raios ultravioleta formam ozônio. Os sistemas de informações aerométricas da Agência de Proteção Ambiental (EPA) contabilizam as emissões de 56 destes compostos.

(Continuação)

Poluente	Fontes principais	Efeitos gerais sobre a saúde	Efeitos gerais ao meio ambiente
CO	Combustão incompleta em veículos automotores – inclusive etanol e biodiesel	Altos níveis de CO estão associados à redução da visão e dos reflexos bem como da capacidade de estimar intervalos de tempo, de aprendizado e de realizar trabalhos.	
O ₃	Não é emitido diretamente à atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis	Irritação nos olhos e vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar. Exposição a altas concentrações pode resultar em sensações de aperto no peito, tosse e chiado na respiração	Danos à vegetação
COV	Grande número de compostos de carbono que são voláteis, como solventes, combustíveis etc.; e reagem para formar ozônio	Alguns COV são cancerígenos, causam problemas respiratórios, entre outros	

Fontes: CETESB (2005) para poluentes locais e IPCC (2001b) para poluentes globais.

Assim, torna-se fundamental focar em medidas que possam trazer uma sinergia positiva entre políticas que contribuam para a redução das emissões de GEE ao mesmo tempo em que contribuam para melhorar as condições locais de poluição,⁹ conforme seção 3 a seguir.

3 PRINCIPAIS OPÇÕES PARA MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE NAS CIDADES E MELHORIA DA QUALIDADE AMBIENTAL LOCAL

Para capturar as sinergias positivas analisadas na seção 2, as cidades precisam considerar em suas políticas e projetos os impactos que trarão tanto ao meio ambiente local quanto ao global, de modo a garantir que as opções tragam benefícios para ambos. Neste sentido, as cidades dispõem de inúmeras oportunidades para reduzir as emissões de GEE quando implementam uma série de ações em benefício local destinadas ao gerenciamento de resíduos, ao uso do solo, ao uso de transporte, entre outras atribuições de sua responsabilidade. Da mesma forma, ao executar ações para reduzir emissões de GEE, podem obter grande melhoria na qualidade de vida da população.¹⁰

Uma análise das principais opções é apresentada a seguir.¹¹

9. Políticas climáticas para estabilização da concentração de GEE na atmosfera podem resultar em custos de abate de emissões de gases que causam poluição local e regional, como SO₂ e NO_x. De acordo com Van Vuuren *et al.* (2006), os custos de mitigação destes dois poluentes locais podem ser reduzidos entre € 2,5 bilhões e € 7 bilhões somente com o alcance das metas do Protocolo de Quioto.

10. Em função das consequências das interações entre poluentes, sejam locais ou globais, as cidades com altos índices de poluição devem analisar as opções de investimento aqui sugeridas que apresentam maior ou menor grau de emissões de determinados poluentes, em função das especificidades de suas bacias aéreas, *vis-à-vis* a carga já existente de poluição e os níveis de poluição que se pretende alcançar.

11. Estas não esgotam o universo das opções existentes.

3.1 Energia

3.1.1 Uso de gás de lixo e de estações de tratamento de esgoto (ETE)

A necessidade de se dar um destino adequado aos resíduos no Brasil é urgente. Os resíduos dispostos a céu aberto ou em lixões, rios, lagoas e toda sorte de lugares inapropriados é uma questão de saúde pública. Os níveis de poluição do ar e dos recursos hídricos e, ainda, a quantidade de vetores que se multiplicam em função dos resíduos mal dispostos faz que os investimentos neste setor tragam incalculáveis benefícios à população e ao meio ambiente.

Segundo Dubeux *et al.* (2005, p. 148), “o aterro sanitário é atualmente o método de destinação do lixo mais adequado para a grande maioria dos municípios brasileiros”. Isto porque tem baixo custo de investimento e operação, principalmente em áreas onde o custo de oportunidade dos terrenos é baixo. Há, ainda, a opção de se utilizarem biodigestores anaeróbicos, tanto para sólidos quanto para esgotos, quando altos custos de terreno exigem o uso de áreas menores. E, neste caso, o reator anaeróbico de fluxo ascendente é uma das opções que requer menor área por volume tratado (CETESB, 1988) e, portanto, adequada aos grandes centros urbanos.

Como o biogás de lixo gerado pelas opções citadas contém cerca de 50% de CH_4 e no caso de esgotos, 76%, sendo este gás um poderoso GEE, investimentos em saneamento podem resultar em aumento de emissões que impactam o clima. Para que isto não ocorra, podem ser instalados queimadores de gás (*flares*) de grande eficiência. Entretanto, se, em vez de queimado, o gás capturado for usado como fonte de energia, por ser de origem renovável, irá substituir fontes de energia fóssil, contribuindo para a mitigação de emissões de GEE.

O gás gerado pode ser utilizado na geração de eletricidade, conforme item 3.1.6, ou diretamente como combustível para abastecer motores ciclo Otto, caldeiras ou mesmo para injeção em gasodutos. Neste caso, há duas opções:

- Uso direto do gás de médio Btu (mais simples e normalmente de maior custo-efetividade) em caldeiras e em processos industriais, por exemplo, operações de secagem, operações em fornos, produção de cimento e asfalto. Nestes projetos, o gás é transportado por gasoduto diretamente para um consumidor próximo.
- Depuração do biogás para um produto de alto Btu para injeção em um gasoduto. Devido ao alto custo de capital, esta opção somente terá custo-efetividade para aterros sanitários com substancial recuperação de gás. Há ainda a opção de utilização de gás de alto Btu em veículos ciclo Otto, principalmente em frotas cativas, o que, dependendo da proximidade do local de geração do gás dos centros de abastecimento, dispensa gasoduto.

No que se refere aos impactos ambientais do uso do gás do lixo segundo Rosa *et al.* (2003):

(...) o GDL contém compostos orgânicos voláteis (COV), principais contribuintes para a depleção da camada de ozônio, e incluem ainda poluentes tóxicos, os quais são lenta e continuamente lançados à atmosfera como produto da decomposição do lixo. Quando o GDL é coletado e queimado em um sistema de geração de energia, estes compostos são destruídos, evitando o conseqüente dano ambiental.

3.1.2 Uso de biodiesel de várias origens

O biodiesel é um substituto do diesel convencional, obtido por meio da reação de óleos vegetais, novos ou usados, gorduras animais e um intermediário ativo, formado pela reação de um álcool com um catalisador, processo conhecido como transesterificação.¹² Os produtos da reação química são o biodiesel – um éster – e glicerol. No caso da utilização de insumos ácidos, como esgoto sanitário ou ácidos graxos, a reação é de esterificação e não há formação de glicerol, mas de água simultaneamente ao biodiesel.

Do ponto de vista ambiental, o uso de biodiesel em substituição ao diesel (100% de biodiesel ou B100) reduz significativamente as emissões de poluentes, podendo atingir 98% de redução de enxofre, 30% de aromáticos e 50% de material particulado e, no mínimo, 78% de gases do efeito estufa (ROSA *et al.*, 2003). O biodiesel pode, entretanto, ser misturado ao diesel em quaisquer proporções, sendo que a redução de emissões de GEE e outros poluentes é calculada em função desta proporcionalidade. Um estudo da EPA (2002) indica um decréscimo de CO, HC (hidrocarbonetos) e MP quanto maior a participação do biodiesel em relação do diesel mineral quando há mistura destes dois combustíveis. Entretanto, há uma relação inversa no que se refere ao NO_x, posto que quanto maior a participação do biodiesel na mistura, maior a emissão deste poluente, principalmente devido ao seu uso por frota antiga. Portanto, se a formação do *smog* fotoquímico (O₃) for um problema premente para determinada cidade, dada a relevância do NO_x para sua formação, há de se investigar a oportunidade de introduzir o biodiesel na frota e a proporção de mistura com o diesel para que este fenômeno não seja agravado. Neste sentido, deve-se verificar também o *trade-off* que pode ser obtido com a redução dos demais poluentes, aspecto do problema ainda pouco conhecido cujo impacto local depende das condições atmosféricas de cada município em particular.

Ressalte-se que o biodiesel já vem adicionado ao diesel mineral por força de lei federal. Portanto, na esfera de decisão das cidades, somente um aumento no percentual de mistura pode ser considerado como medida de mitigação de emissões de GEE.

12. O biodiesel pode ser obtido também por um processo de esterificação. Para detalhes, ver Oliveira (2004).

3.1.3 Uso de etanol

O álcool é um combustível consagrado nacionalmente, seja o anidro atualmente adicionado à gasolina, seja o hidratado utilizado sem mistura.

A partir de 2003, foi iniciada a comercialização no país de *flex fuel*, cuja demanda permanece crescente ao longo do tempo. Sendo o álcool um combustível renovável, sua utilização em substituição à gasolina ou aos veículos movidos a combustível fóssil, qualquer que seja este combustível, reduz as emissões de CO₂eq, principalmente o produzido a partir da cana-de-açúcar, como é o caso brasileiro.

No que se refere aos impactos ambientais locais, a questão não é algo trivial e precisa ser analisada. Pois se é certo que reduz as emissões de GEE diretos, não necessariamente reduz as emissões de todos os demais poluentes locais. Da mesma forma que o biodiesel, as emissões dependem da idade da frota e da tecnologia utilizada. Dado que no Brasil não há mais produção de carros puramente movidos a álcool, a comparação com a gasolina depende também da tecnologia do carro à gasolina. Por exemplo, *flex fuel* novo rodando à gasolina emite muito mais NOx do que carros puramente à gasolina C (22% de mistura de álcool), ficando o *flex* a álcool em uma posição intermediária. Já *flex fuel* a álcool emite muito menos CO que veículo à gasolina C.¹³

O aumento do uso de etanol em frotas cativas pode contribuir sobremaneira para a redução de emissões de GEE e de alguns poluentes. Entretanto, somente uma modelagem precisa pode estimar os impactos positivos e negativos de seu uso em cada bacia aérea.

3.1.4 Uso de energia térmica de painéis solares

A energia solar é a designação dada a qualquer tipo de captação de energia luminosa – e, em certo sentido, da energia térmica – proveniente do sol e posterior transformação dessa energia captada em alguma forma utilizável, seja diretamente para aquecimento de água, seja ainda como energia elétrica ou mecânica.

As principais vantagens da energia solar são o fato de que sua utilização não gera poluição e a poluição decorrente da fabricação dos equipamentos necessários para a construção dos painéis solares é totalmente controlável. As usinas requerem muito pouca manutenção e seu custo vem decaindo ao longo do tempo. A energia solar é competitiva em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não demanda enormes investimentos em linhas de transmissão, no caso de energia elétrica, ou gastos com transporte de combustíveis em se tratando de energia térmica.

13. Para uma relação completa dos fatores de emissão, ver CETESB (2010).

No Brasil, onde há grande incidência de energia luminosa, sua utilização é viável em praticamente todo o território e pode contribuir para reduzir a demanda energética de lugares remotos, principalmente.

Entretanto, as formas de armazenamento da energia solar são pouco eficientes quando comparadas, por exemplo, às de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), energia hidrelétrica (água) e biomassa (bagaço da cana), o que remete à necessidade de substituição periódica de baterias com metais pesados e de descarte problemático.

3.1.5 Uso de energia elétrica em substituição a combustíveis

O uso de eletricidade nas regiões abastecidas pelo sistema interligado tem impactos climáticos bem inferiores aos demais países por ser de base hídrica. Assim, a substituição de modais de transporte a combustíveis fósseis por modais elétricos apresenta alto potencial de redução de GEE e de poluentes locais nos municípios abastecidos por energia do *grid*. Nestes municípios, projetos de substituição de frotas de ônibus a combustíveis fósseis por ônibus tipo *trólebus* ou metrô se apresentam como opções bastante promissoras.

No que se refere ao metrô, este modal se constitui em poderoso aliado no combate à poluição urbana. Tome-se o exemplo de São Paulo. De acordo com La Rovere *et al.* (2006a, p. 32)

(...) a melhoria ou a expansão das linhas do metrô provocará uma reorganização do número de passageiros por modal de transporte. No caso dos veículos leves, as estimativas indicam uma economia de gasool por passageiros que trocariam o seu carro particular, pouco eficiente, pelo metrô. Dados do Metrô de São Paulo indicam que em 2011, quando a rede Consolidada estiver totalmente pronta, serão consumidos 84.600 m³ a menos de gasool pelos veículos leves (...) Em 2025, quando a rede Essencial estiver pronta, a economia será de 208.500 m³.

No que tange a *trólebus*, apesar de ser uma opção em desuso, merece uma reflexão a análise de Branco (2007, p. 7):

(...) a melhor opção para o transporte coletivo por ônibus é o troleibus, pois sua eficiência energética é superior a 80%, o dobro do que se consegue com qualquer motor de combustão, e a sua emissão é nula no ambiente urbano. Especialmente nos corredores onde a demanda é grande, este veículo é mais adequado e economicamente viável ao mesmo tempo. Por uma série de razões burocráticas, de sobretarifação da energia elétrica nos horários de pico e atribuição de responsabilidades pela manutenção da rede elétrica, o *trólebus* vêm sendo eliminados e as cidades prejudicadas pela sua substituição por alternativas poluidoras.

3.1.6 Uso de energia elétrica de fonte renovável

A energia elétrica do *grid* contém certo conteúdo de carbono devido às térmicas que a ele se conectam. Estas térmicas, geralmente a gás natural ou carvão, emitem GEE e poluentes locais. Mesmo em comunidades isoladas, a geração elétrica produz poluentes locais e globais pelo uso de pequenos geradores, normalmente a diesel. Assim, projetos que substituam energia elétrica gerada de forma convencional resultam em redução de emissões com benefícios locais e global. Este é o caso de geradores eólicos, painéis solares e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), além de energia gerada por meio da biomassa de lixo ou de sua queima controlada, evitando contaminação ambiental por resíduos. As seguintes energias alternativas merecem destaque:

- *Energia eólica*: esta tecnologia está cada vez mais disponível no Brasil. O potencial está mais bem concentrado na costa da região Nordeste e em menor escala na costa das regiões Sul e Sudeste. Existem alguns locais afastados da costa principalmente na Bahia, em Minas Gerais e no Paraná que possuem boa velocidade de ventos.
- *Energia fotovoltaica*: o Brasil apresenta uma das melhores condições para o uso da energia solar, com uma das maiores médias de radiação mundial (em torno de 230 Wh/m^2), sendo a maior incidência no Nordeste (260 Wh/m^2) de acordo com Costa e La Rovere (2005).
- *Pequenas centrais hidrelétricas*: a construção de pequenas e microcentrais (PCH e MCH, respectivamente) se apresenta como uma opção à geração convencional basicamente em localidades isoladas, evitando o uso de geradores que poluem local e globalmente. Além de não consumir combustíveis na sua geração, não apresenta formação de metano como nos grandes lagos tradicionais de geração hidráulica.
- *Geração de energia com metano de biogás*: o uso mais tradicional do biogás é como combustível para a geração de energia, com a venda da eletricidade para um consumidor próximo. A cogeração de eletricidade e energia térmica (vapor) pode ser uma alternativa ainda melhor, com o vapor sendo usado localmente para aquecimento, refrigeração e para outras necessidades de processo, ou ainda transportado por tubo para uma indústria ou comércio próximo, obtendo um segundo rendimento para o projeto.

Existem várias tecnologias para a geração de energia: motores de combustão interna, turbinas de combustão e turbinas com utilização do vapor (ciclo combinado). Em um futuro bem próximo, outras tecnologias como células combustíveis tornar-se-ão comercialmente viáveis e poderão utilizar o biogás.

- *Tecnologia da incineração controlada do lixo*: no Brasil, atualmente, a incineração é utilizada somente para resolver o problema da disposição final de resíduos perigosos e parte dos resíduos hospitalares, diferentemente do que ocorre nos países desenvolvidos.¹⁴ Portanto, os benefícios locais da incineração estão garantidos.

Entretanto, esta tecnologia é mais bem aproveitada quando há recuperação de gases de escape de processo que normalmente atingem mais de 1.000°C e são encaminhados para uma caldeira de recuperação de calor, onde se produz vapor para movimentar uma turbina e gerar eletricidade. No entanto, essa tecnologia utilizada atualmente no país não faz uso do aproveitamento energético. Seriam necessários alguns aprimoramentos tecnológicos para permitir esse aproveitamento de forma economicamente viável e ambientalmente correta (OLIVEIRA, 2004). Algumas iniciativas nesse sentido estão sendo implementadas em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, em Vitória, no Espírito Santo, e no Rio de Janeiro – como é o caso da Usina Verde na Ilha do Fundão.

No que se refere aos impactos locais,

(...) no processo de incineração os gases e substâncias formados durante a combustão são purificados antes de serem lançados na atmosfera. Os óxidos nitrogenados (NO_x) e o monóxido de carbono (CO) são produzidos em qualquer combustão. Através de um controle da queima e de um sistema de tratamento dos gases que saem das câmaras de combustão é possível reduzir essas emissões a valores tecnicamente toleráveis (ROSA *et al.*, 2003 *apud* OLIVEIRA, 2004, p. 78).

A probabilidade de formação de moléculas com grande número de átomos como dioxinas e furanos,¹⁵ compostos altamente nocivos aos seres humanos, é praticamente zero, apesar dos gases resultantes necessitarem de algum tratamento.

3.1.7 Aumento da eficiência no uso da energia

Quanto menor o consumo de energia para um mesmo nível de serviço ou quantidade de produto, menores as emissões de toda sorte. Assim, as estratégias para redução das emissões relacionadas ao uso de energia não estão restritas apenas à mudança de combustíveis, mas principalmente ao uso cada vez mais eficiente da energia, qualquer que seja sua fonte. Para este fim, há uma série de opções como as principais apresentadas a seguir:

14. Dados recentes falam na incineração de cerca de 100% do lixo municipal do Japão, por exemplo.

15. As dioxinas e os furanos são uma classe de hidrocarbonetos clorados produzidos involuntariamente em uma série de processos químicos, térmicos e biológicos. Essas substâncias estão entre as mais cancerígenas conhecidas, representando um risco muito grande à saúde e ao meio ambiente. Por isso, esses elementos estão listados na Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes e precisam ser medidos, monitorados e reduzidos drasticamente para eliminar os riscos à população.

- *Aperfeiçoamento de sistemas de gestão e controle de trânsito:* várias medidas relativas ao trânsito das cidades podem ser tomadas com o intuito de reduzir o consumo energético e conseqüentemente as emissões de toda sorte de poluentes, gás carbônico inclusive. É o caso do controle de velocidade de veículos, sincronização de sinais de trânsito, adoção de medidas como horários diferenciados – para reduzir congestionamentos –, aumentando a eficiência dos veículos, e restrição à circulação de veículos em áreas centrais da cidade, forçando, conseqüentemente, o uso de transportes coletivos.
- *Programa de inspeção e manutenção (I/M) veicular:*¹⁶ há várias modalidades de implementação de um programa de I/M. Em termos gerais, os veículos são analisados quanto ao seu estado geral de conservação e, em particular, medição de ruídos e inspeção de emissões. Normalmente, o teste realizado é o das emissões de escapamento dos veículos, mas programas de I/M podem, também, incluir exames dos sistemas de controle das emissões evaporativas, assim como inspeções visuais para verificação de adulteração dos sistemas de controle de emissões.

Os veículos aprovados podem receber um “selo ambiental” a ser colado no veículo, que facilita o trabalho da fiscalização. Veículos “rejeitados” – que apresentam não conformidades na inspeção visual – ou “reprovados” – que apresentam não conformidades nas inspeções de ruídos e/ou de emissões – deverão receber um laudo com orientações sobre os problemas e um prazo para saneamento.

É importante ressaltar a oportunidade de se direcionar tal programa particularmente para a frota de ônibus municipais, geralmente movida a diesel e responsável por grande parte das emissões de CO, HC, NOx e SO₂.

Um aspecto relevante a se considerar é o fato de que a adoção de um programa de I/M traz outros benefícios que não somente a redução da poluição local. Como grande parte dos congestionamentos é causada por veículos sem condições de trânsito, a implantação do programa reduz tais congestionamentos pela retirada de circulação de tais veículos – ou pela necessidade de manutenção que tal programa impõe ao proprietário.

Em síntese, de acordo com o Relatório Técnico de Inspeção e Manutenção (LA ROVERE *et al.*, 2006b), os benefícios gerais decorrentes de programas de inspeção podem ser apontados como:

- Benefícios para a comunidade: menor sinistralidade; redução de congestionamentos; menor contaminação atmosférica; menores custos hospitalares e

16. Para detalhes sobre metodologias e tecnologias de inspeção e manutenção de veículos e limites aceitáveis de emissão, ver Relatório Técnico de Inspeção e Manutenção (LA ROVERE *et al.*, 2006b).

de atendimento de emergências; novos postos de trabalho diretos e indiretos; e economia de fontes de energia não renováveis.

- Benefícios para o estado; preservação da segurança viária e do meio ambiente; recebimento de impostos diretos e indiretos; recebimento da taxa de concessão; criação de um banco de dados da frota; e redução da evasão de arrecadação relativa à frota.
- Benefícios para o proprietário: segurança própria e da família; redução do consumo de combustível devido à melhor regulagem do motor; aumento do valor de revenda do veículo; já que a manutenção preventiva manterá o automóvel em melhores condições mecânicas, diagnóstico do veículo e menores custos de reparação; aumento da segurança do comprador do veículo usado, pois este estará com um certificado de avaliação comprovando o seu bom estado de conservação; redução das despesas de manutenção do veículo, visto que as ações preventivas possibilitam reduzir gastos de reparação; eliminação de reparos desnecessários propostos pelas oficinas; e menores custos com seguros.
- Benefícios para o setor automotivo: absorção e investimentos em novas tecnologias; incentivo à fabricação de componentes sem similar nacional; incentivo à montagem de centros de inspeção e oficinas especializadas etc.
- Benefícios para o setor ambiental: redução das emissões de poluentes, coleta de dados e estimativas de emissões, identificação de veículos mais poluidores, efeitos de adulteração, condições médias dos veículos, idade, valores de quilometragem mais acurados, tipos de veículos, combustível utilizado e condições socioeconômicas dos proprietários dos veículos associadas aos modelos em circulação etc.
- *Mudança de trajetos e otimização de itinerários de ônibus*: a racionalização dos trajetos do trânsito em geral e a otimização de itinerários de ônibus em particular com vistas ao encurtamento de distâncias e ao desafogamento do tráfego, bem como a integração de modais e a criação de corredores expressos podem contribuir sobremaneira para a redução de emissões de GEE pela redução de consumo de combustível que tais medidas acarretam e, da mesma forma, de poluentes locais.
- *Construção – ou ampliação – de ciclovias*: o fomento ao uso de transportes não motorizados pode gerar uma redução do consumo de combustíveis com diminuição de emissões de GEE e de poluentes locais. Além disso, pode contribuir para aumentar a mobilidade e a acessibilidade das classes sociais de mais baixa renda.

- *Taxa de congestionamento:* é uma forma de gestão da demanda que visa reduzir as viagens de veículos de passageiros ou de carga em áreas urbanas congestionadas, a fim de aumentar a eficiência e reduzir as emissões em marcha lenta. A taxa nas cidades pode ser utilizada como instrumento de redução de congestionamento, mas também é uma medida eficiente para reduzir outras externalidades, notadamente a poluição do ar, mas também a poluição sonora, os acidentes e as emissões de GEE. Funciona melhor quando aplicada em paralelo com outras medidas, tais como melhorias nos transportes públicos e provisões para ciclistas e pedestres. Tecnicamente, a aplicação conjunta de aumento de preços de transporte individual e de investimentos em transporte público e em ciclovias produz sinergias por meio da elasticidade da demanda reduzida, diminuindo os custos de oportunidade para motoristas e aumentando os ganhos de bem-estar público. Comunicação e envolvimento dos principais intervenientes são vitais para o sucesso desta medida, que deve ser submetida a consultas públicas de forma eficaz para elevar o nível de sensibilização e apoio (RIBEIRO *et al.*, no prelo).
- *Uso de materiais de construção menos carbono intensivos:* a construção de casas tem impactos atmosféricos devido ao uso de diferentes tipos de materiais, os quais são produzidos em vários setores industriais poluidores. Para estimar o consumo de energia e de emissões de GEE, é necessário quantificar o total de bens e serviços que são usados direta e indiretamente na construção civil. No Japão, a construção de residências, por exemplo, consumiu em 1985 416.000 terajoule (TJ) de energia, correspondendo a aproximadamente 4% do consumo energético total. Em termos de CO₂, tal consumo energético resulta em emissões de 850 kg/m² para construções que contêm aço e concreto reforçado (prédios), 250 kg/m² para casas de madeira e 400 kg/m² para casas em alvenaria unifamiliares (SUZUKI; OKA; OKADA, 1995). Portanto, diferentes opções de moradia irão emitir quantidades distintas de CO₂ e de poluentes locais.

No que se refere às emissões decorrentes do uso de moradia, Hens, Verbeeck e Everdonck (2001) estimam que na Bélgica novas residências que incorporem energias alternativas poderiam alcançar reduções de 75% no consumo energético até 2012, relativamente às emissões residenciais de 1990.

Assim, opções de materiais menos impactantes podem ser fomentadas pelo poder público ou adotadas diretamente em seus próprios.

- *Uso de equipamentos menos energia intensivos:* estas opções de mitigação são inúmeras. Em termos gerais, as mais promissoras são o uso de lâmpadas e

luminárias de grande eficiência luminosa e o uso de sistemas de refrigeração natural em substituição aos equipamentos elétricos.

- *Planejamento do uso do solo*: outro aspecto da gestão municipal a ser observado se refere aos padrões de uso do solo. O planejamento do uso do solo e do desenvolvimento urbano pode contribuir para a redução das emissões de GEE por várias razões. Quanto mais espalhada a cidade, maiores os percursos a serem realizados cotidianamente pelos trabalhadores entre suas residências e seus postos de trabalho. O mesmo pode ser observado com relação à localização dos serviços urbanos, como educação, hospitais, áreas de lazer, áreas comerciais etc. Ou seja, quanto menor a necessidade de deslocamento pela população, menor o consumo energético e menores as emissões de poluentes.
- *Reciclagem*: o aproveitamento de materiais recicláveis como insumo pelas indústrias ou ainda nos setores comercial, residencial e público representa, também, redução no consumo de energia, denominada conservação de energia, em virtude de evitar a transformação dos recursos naturais em bens intermediários (polpa de celulose, lingotes de metais, resina plástica e insumos do vidro) a serem utilizados na obtenção de produtos. O fomento a estas práticas pode resultar em consideráveis ganhos com economia de energia e consequente redução das emissões de GEE (OLIVEIRA; ROSA, 2003) e outros gases poluentes.

3.1.8 Sequestro de carbono por vegetação

As cidades, por intermédio de programas de reflorestamento, podem recompor áreas degradadas, com o propósito de ajudar a reconstituir os ecossistemas originais, revertendo o processo de desmatamento e melhorando as condições socioeconômicas dos assentamentos humanos de baixa renda em áreas de periferia das cidades ou em áreas verdes e, com isso, sequestrando carbono da atmosfera.

Esse tipo de iniciativa traz muitas melhorias ao ambiente geral da cidade. A arborização – entendida como reflorestamento ou florestamento – exerce papel de vital importância para a qualidade de vida nos centros urbanos. Por suas múltiplas funções, os parques atuam diretamente sobre o clima, a qualidade do ar, o nível de ruídos e a paisagem, além de constituir refúgio indispensável à fauna remanescente nas cidades.

Segundo alguns estudos, por meio da redução da incidência direta da energia solar e do aumento da umidade relativa do ar, a arborização pode contribuir para a redução de até 4°C de temperatura, contribuindo decisivamente para atenuação das chamadas ilhas de calor, áreas de ocorrência das temperaturas mais elevadas durante o dia, especialmente nas zonas de maior poluição do ar.

Ainda com respeito à poluição, pode-se dizer que a retenção de poluentes, o consumo do gás carbônico e a produção de oxigênio contribuem para a melhoria da qualidade do ar. Além disso, as cortinas vegetais são capazes de diminuir em cerca de 10% o teor de poeira e obstruir a propagação do som, resultando na redução do nível de ruído.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela correlação existente entre poluentes de diversas escalas de alcance, mesmo ainda sem se ter plenamente conhecimento científico a respeito do tema, as políticas públicas devem buscar explorar as já conhecidas sinergias positivas existentes entre eles para maximizar os benefícios que podem resultar de uma ação concertada, bem como evitar *trade-offs* negativos que podem surgir da não observância destas interações.

Nessa perspectiva, existem inúmeras oportunidades a ser exploradas pelas cidades que podem simultaneamente contribuir para reduzir o problema do clima global e para o aumento do bem-estar dos seus cidadãos. Isto porque as emissões de diferentes gases e partículas que são importantes local, regional e globalmente estão geralmente correlacionadas no próprio processo de sua geração, sendo que o principal deles é a queima de combustíveis fósseis e de biomassa. Além disso, investimentos em saneamento básico, florestamento e aqueles que requerem planejamento do uso do solo também podem contribuir simultaneamente para o clima e as cidades.

Por outro ângulo, as negociações em curso no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima¹⁷ (CQNUMC) podem levar à necessidade de comprometimento futuro das cidades, de modo a que sejam instaladas a reduzir suas emissões de GEE. Pelo exposto, permite-se concluir que ações de mitigação de emissões podem não ser tidas como custos a ser impostos aos cidadãos, pois com um planejamento abrangente tornam-se uma oportunidade de melhoria da qualidade de vida. Além disso, se considerarmos a existência de um mercado de carbono, eventuais financiamentos em redução de emissões de GEE podem beneficiar as cidades em última instância.

Da mesma forma, podemos fazer que os investimentos em benefícios locais se tornem uma oportunidade de colaboração com o clima global.

Por essas razões, muitas políticas governamentais nas regiões mais desenvolvidas do globo vêm sendo concebidas e implementadas para reduzir o problema. No Brasil, ainda há de se unir política de clima com as demais, de modo a se explorar as sinergias possíveis e maximizar o bem-estar social. Algumas possibilidades no que se refere às cidades foram exploradas neste texto.

17. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA AMBIENTAL EUROPEIA (AAE). **Air Pollution and Climate Change Policies in Europe: Exploring Linkages and the Added Value of an Integrated approach**. 2004a (Relatório Técnico, n. 5).
- _____. **Exploring the Ancillary Benefits of the Kyoto Protocol for Air Pollution in Europe**. 2004b (Relatório Técnico, n. 93).
- _____. **Greenhouse gas emission trends and projections in Europe**, 2004c (Relatório Técnico, n. 5).
- AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (EPA). **A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions**. Oct. 2002. EPA420-P-02-001.
- AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). **World Energy Outlook**, 2008.
- BANCO MUNDIAL. **Little Green Data Book 2009**. Washington, DC, 2009.
- BRANCO, G. M. Redução de emissões do transporte público através de melhores tecnologias e combustíveis. *In*: CAI-LAC BIENNIAL CONFERENCE AND EXHIBIT OF THE CLEAN AIR INITIATIVE FOR LATIN AMERICAN CITIES, São Paulo, 2006.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Manual técnico da microbiologia para sistemas de lodos ativados operados com esgotos domésticos**. São Paulo, 1988.
- _____. **Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2004**. São Paulo, 2005.
- _____. **Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2009**. São Paulo, 2010.
- COSTA, C. V.; LA ROVERE, E. L. Panorama do setor de energia no Brasil. Oportunidades de Negócios em Segementos Produtivos Nacionais. Mudança do Clima. **Cadernos NAE/PR**, v. 2, n. 4, 2005.
- DUBEUX, C. B. S. **Mitigação de emissões de gases de efeito estufa por municípios brasileiros: metodologias para elaboração de inventários setoriais e cenários de emissões como instrumento de planejamento**. 2007. Tese (Doutorado) – COPPE/ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- DUBEUX, C. *et al.* Aterros sanitários no Brasil e o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL): oportunidades de promoção de desenvolvimento sócio-ambiental. **Cadernos do NAE/PR**, n. 4, 2005. Série Mudança do Clima.

HARRISON, R. M. Pollution Causes, Effects and Control. 3. ed. **Royal Society of Chemistry**, U. K., 1996.

HENS, H.; VERBEECK, G.; EVERDONCK, B. Impact of Energy Efficiency Measures on the CO₂ Emissions in the Residential Sector: a large scale analysis. **Energy and Buildings**, v. 33, p. 275-281, 2001.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Third Assessment Report**. Climate Change 2001: Synthesis Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2001a. Summary for Policymakers.

_____. **Third Assessment Report**. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2001b.

LA ROVERE, E. L. *et al.* **Emissões evitadas e cenários futuros de emissões de gases de efeito estufa do município de São Paulo**. Rio de Janeiro: SVMA/Centro Clima/COPPE/UFRJ, 2006a.

_____. **Relatório Técnico de Inspeção e Manutenção**. Avaliação do Programa de Inspeção e Manutenção dos Veículos Automotores em Uso no Rio de Janeiro. Lima/COPPE/UFRJ, 2006b.

OLIVEIRA, L. B. **Potencial de aproveitamento energético de lixo e de biodiesel de insumos residuais no Brasil**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPE, COPPE, Rio de Janeiro, 2004.

OLIVEIRA, L. B.; ROSA, L. P. Brazilian Waste Potential: Energy, Environmental, Social and Economics Benefits. **Energy Policy**, Inglaterra, v. 31, n. 14, p. 1-16, 2003.

RIBEIRO, S. K. *et al.* **Efficient Energy Use: Transport**. Global Energy Assessment, IIASA. No prelo.

ROSA, L. P. *et al.* Geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos e óleos vegetais. *In*: TOLMASQUIM, M. T. (Coord.). **Fontes alternativas de energia no Brasil: cenergia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 515 p.

SEROA DA MOTTA, R. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2006.

SUZUKI, M.; OKA, T.; OKADA, K. The Estimation of Energy Consumption and CO₂ Emission Due to Housing Construction in Japan. **Energy and Buildings**, v. 22, p. 165- 169, 1995.

VAN VUUREN, D. P. *et al.* Exploring the Ancillary Benefits of the Kyoto Protocol for Air Pollution in Europe. **Energy Policy**, v. 34, p. 444-460, 2006.

INVENTÁRIO BRASILEIRO DE EMISSÕES ANTRÓPICAS POR FONTES E REMOÇÕES POR SUMIDOUROS DE GASES DE EFEITO ESTUFA NÃO CONTROLADOS PELO PROTOCOLO DE MONTREAL

Ana Carolina Avzaradel*

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é signatário da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) e tem como um de seus principais compromissos, assumidos no âmbito da convenção, o desenvolvimento e a atualização periódica de inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa (GEE) não controlados pelo Protocolo de Montreal. No caso de países em desenvolvimento, a submissão do inventário deve ser acompanhada de outro conjunto de informações referentes às circunstâncias nacionais e uma descrição geral das providências tomadas pelo país para implementar a convenção-quadro, compondo, assim, um documento denominado de *comunicação nacional* (BRASIL, 2010).

O Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal é parte integrante da Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. A elaboração da comunicação nacional é de responsabilidade do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), de acordo com a divisão de tarefas no governo, acordada em 1992. Contudo, a execução dos trabalhos é realizada de forma descentralizada, envolvendo grande número de instituições de excelência no país.

O inventário apresenta estimativa das emissões de gases de efeito estufa, cobrindo todo o território nacional e todos os setores da economia, para o período de 1990 a 2005. A organização do trabalho, bem como as metodologias adotadas¹

* Consultora sênior da ICF International.

1. Foram utilizados os seguintes documentos: *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC; OCDE; AIE, 1997) e *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC; OCDE; AIE, 2000), cuja adoção é encorajada, porém não obrigatória, assim como no caso do *Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry* (IPCC; OCDE; AIE, 2003). Em alguns casos, julgou-se necessário recorrer ao *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC; OCDE; AIE, 2006), cuja utilização deve ser justificada, tendo em vista que ainda não foi formalmente adotada nem mesmo para os países desenvolvidos – chamados de Anexo I no jargão da Convenção-Quadro.

para os cálculos, segue as diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), sendo classificada de acordo com os seguintes setores: energia, processos industriais, uso de solventes e outros produtos, agropecuária, mudança do uso da terra e florestas – da sigla em inglês, Land Use Change and Forest (LUCF) – e tratamento de resíduos.

A seção 2 apresenta o processo de elaboração do inventário e os principais avanços alcançados em comparação com o trabalho realizado no *Primeiro Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal*, publicado em 2004. A seção 3 apresenta os principais resultados do inventário e analisa as emissões antrópicas brasileiras. Na seção 4, o perfil brasileiro de emissões antrópicas se contrapõe àquele que é apresentado por países desenvolvidos. A seção 5 conclui o capítulo, com uma discussão sobre as perspectivas para o próximo inventário nacional.

2 INVENTÁRIO BRASILEIRO

O inventário nacional é resultado de um esforço liderado pelo MCT, cuja execução conta com a participação de instituições especializadas nas mais diversas áreas. Para cada um dos setores do inventário, foi estabelecido um contrato ou uma parceria com instituições,² desenvolvendo os trabalhos de forma descentralizada, o que trouxe grandes benefícios para o trabalho de coleta e obtenção de dados.

O primeiro inventário nacional foi entregue em dezembro de 2004 e cobriu o período de 1990 a 1994. O segundo inventário nacional, ao se estender de 1990 a 2005, recalcula as emissões estimadas para o período de 1990 a 1994, de modo a manter consistência na série temporal apresentada, e vai além do ano de referência 2000, estipulado para o segundo inventário de países em desenvolvimento. A experiência do primeiro inventário serviu como ponto de partida para o segundo e desde então muito se avançou. O conjunto de informações e o número de instituições, bem como o de autores, colaboradores e revisores superou muito o utilizado no primeiro inventário. A base de dados se ampliou e a qualidade destes foi aprimorada.

2. No caso do setor de energia, que se subdivide em emissões devido à combustão e emissões fugitivas de petróleo, gás natural e mineração, foi contratada a organização da sociedade civil de interesse público (OSCIP) e&e, para o primeiro caso, com apoio do Ministério de Minas e Energia (MME), e estabelecida uma parceria com a Petróleo Brasileiro S/A (Petrobras) e contrato com a Associação Brasileira do Carvão Mineral (ABCM), para o segundo. Para o setor de tratamento de resíduos, foi estabelecido contrato com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), responsável pelas estimativas referentes a resíduos sólidos, efluentes e incineração. O setor de agropecuária teve o apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o de Processos Industriais contou com diversas instituições, entre estas: Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim), Associação Brasileira do Alumínio (Abal), Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC), Instituto Aço Brasil (IABr) e Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). A Fundação da Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais (Funcate) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desenvolveram trabalhos para o setor de mudança do uso da terra e florestas.

Foi estabelecida uma Rede Nacional de Inventário de GEE do Setor de Resíduos Sólidos Urbanos, Efluentes Industriais e Esgotos Domésticos, em conjunto com a CETESB, com o objetivo de disseminar o conhecimento sobre inventários do setor de tratamento de resíduos, envolver maior número de especialistas na elaboração do trabalho e melhorar a qualidade da informação e dos dados utilizados no inventário. Esta foi uma iniciativa piloto que pode ser estendida para outros setores do inventário, como o de processos industriais e o de agropecuária. A rede foi bem-sucedida ao estabelecer instrumento de troca de informações entre seus membros e promover o lançamento de inventários estaduais para o setor de tratamento de resíduos em diversos estados do país.

Também foi possível contar com os projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) como fonte de dados na elaboração do inventário. No caso do setor de tratamento de resíduos, foram utilizadas informações contidas nos relatórios de monitoramento de atividades de projeto de MDL em aterros sanitários, para os quais foram emitidas reduções certificadas de emissão (RCEs), de modo a abater a recuperação do metano dos cálculos de 2003 em diante. Em 2005, ano em que os projetos de MDL eram ainda incipientes, contabilizou-se para este setor um abatimento de 62,5 GgCH₄ (BRASIL, 2011a). Seguramente, o impacto a ser observado no próximo inventário do abatimento das emissões devido aos projetos de MDL, neste e em outros setores tratados, será muito maior.

O setor de mudança do uso da terra e florestas é o principal emissor líquido de dióxido de carbono (CO₂) no país e, por este motivo, concentrou grande parte dos esforços empreendidos no inventário, o que motivou a adoção da metodologia do *Good Practice Guidance* 2003, embora seu uso não seja de caráter obrigatório, e abordagem de maior complexidade e detalhamento. Como decorrência, as emissões e remoções de CO₂ que no primeiro inventário foram calculadas apenas para as mudanças do uso da terra referentes à Conversão de Florestas para Outros Usos e Abandono de Terras Cultivadas tiveram seu escopo ampliado. As estimativas de emissões antrópicas e remoções por sumidouros para este setor foram efetuadas para 1994 e 2002, tendo sido extrapoladas para compor a série completa do inventário de 1990 a 2005. Foram utilizadas 429 imagens de satélite, cobrindo todo o território nacional – sendo 198 para a Amazônia e 118 para o Cerrado –, o que também representa importante avanço em relação ao primeiro inventário. No total, foram identificados 7.581.333 polígonos, sendo mais de 50% referentes ao bioma Amazônia. Cada polígono reúne informações referentes a bioma, limites municipais, fisionomia vegetal, tipo de solo e uso da terra para 1994 e 2002. Neste inventário, foi feito um esforço para melhorar as informações para os parâmetros utilizados, a exemplo dos valores de estoque de carbono nas fisionomias vegetais, e incluído nas estimativas o estoque de carbono nas raízes, com impacto direto nos resultados, tornando-os mais elevados do que os do primeiro inventário (BRASIL, 2011b).

O setor de processos industriais contou com participação maior de indústrias na sua elaboração. Foram incluídas as emissões devido ao uso de calcário na indústria siderúrgica, na produção de vidro e na produção de magnésio (BRASIL, 2011c). No primeiro inventário, as emissões da siderurgia foram integralmente relatadas no setor de energia, de acordo com as diretrizes do IPCC, OCDE e AIE (1997) e devido à falta de dados que possibilitassem a dissociação das emissões derivadas da queima de combustíveis fósseis daquelas originadas nos processos industriais. Os dados obtidos para a elaboração do segundo inventário nacional junto às indústrias permitiram que as emissões de CO₂ de processos industriais da siderurgia fossem corretamente alocadas no setor de processos industriais, reduzindo, conseqüentemente, as emissões do subsetor de ferro-gusa e aço do setor de energia.

As estimativas de óxido nitroso de solos agrícolas e manejo de dejetos do setor de agropecuária contaram com reavaliação da área de solos orgânicos utilizados na agricultura, com redução significativa em relação ao primeiro inventário. Outro importante avanço diz respeito aos dados utilizados nas estimativas. Sistemas de manejo foram mais bem caracterizados, o fator de emissão referente às emissões diretas de fertilizantes sintéticos, adubo animal e resíduos agrícolas foi aprimorado e novos dados sobre a idade dos animais e o impacto sobre a concentração de nitrogênio nas excretas dos animais foram adotados nas estimativas (BRASIL, 2011d).

No setor de energia, pôde-se observar estimativa mais detalhada para alguns subsetores, como o de transporte aéreo, que passou a ser tratado em um relatório de referência específico. As estimativas se basearam em dados mais detalhados de consumo de combustível e movimentos de aeronaves, possibilitando separação mais apurada entre as emissões da aviação civil doméstica e aquelas derivadas da atividade aérea internacional. Uma vez que só se dispunha de dados mais detalhados para anos mais recentes, foram aplicadas metodologias com diferentes níveis de complexidade, as quais foram harmonizadas com o método de sobreposição, estabelecendo, com isso, série temporal consistente. Os cálculos foram efetuados de forma totalmente transparente, estando os dados, as hipóteses e as metodologias, publicados e disponíveis para consulta (BRASIL, 2011e).

Cabe ressaltar que, no que se refere ao processo de elaboração do inventário, um dos principais resultados alcançados nesse trabalho foi o de assegurar o cumprimento dos princípios que norteiam a preparação de um inventário, de acordo com a Decisão 17, da 8ª Conferência das Partes da Convenção sobre Mudança do Clima:³ transparência, acurácia, consistência, comparabilidade e completude (TACCC).⁴

3. Documento FCCC/CP/2002/7/Add.2, de 28 de março de 2003.

4. A sigla TACCC resume os princípios que devem ser adotados quando da elaboração de um inventário nacional, a saber: *transparência* em relação a métodos, dados e hipóteses; *acurácia*, sendo baixos os níveis de incerteza; *comparabilidade* entre os métodos de cálculo utilizados; *completude*, cobrindo de forma completa todos os gases e setores; e *consistência* ao longo das séries temporais (IPCC; OCDE; AIE, 2000).

No total, 18 relatórios setoriais de referência foram elaborados e publicamente divulgados na página de internet do MCT, de abril a setembro de 2010, complementando o inventário e destinando-se, sobretudo, aos especialistas com maior interesse sobre as estimativas realizadas para determinados setores. Os relatórios apresentam com mais detalhes os procedimentos de cálculo realizados, os dados utilizados e as hipóteses assumidas e reproduzem os princípios do inventário antes mencionados. O processo de consulta pública conduzido pelo MCT já configura ferramenta importante de garantia de qualidade, na medida em que disponibiliza o trabalho desenvolvido para que especialistas que não participaram da execução deste possam opinar e criticá-lo. Todos os comentários recebidos foram processados pela equipe do inventário e os créditos, devidamente concedidos.

Conforme explicitado anteriormente, o inventário apresentou estimativas de emissão de gases de efeito estufa até 2005, embora o ano de referência seja o de 2000. Neste capítulo, optou-se por analisar os resultados mais atuais disponíveis no inventário. Para alguns setores e subsetores, é possível obter estimativas mais atuais, como pode ser observado nos próprios relatórios de referência. O setor de energia, por exemplo, não oferece grandes dificuldades para ter suas emissões atualizadas, posto que sua principal base de dados é pública, de fácil acesso, e anualmente divulgada.⁵ Para o setor de agropecuária, os dados são obtidos no censo agropecuário. A publicação mais recente se refere a 2006 – um hiato de dez anos para a publicação que a antecede – e foi lançada apenas ao fim de 2009, comprometendo, com isso, a elaboração do presente inventário. No caso do setor de mudança do uso da terra e florestas, a dificuldade é de outra natureza, tendo em vista que os recursos necessários para sua atualização são muito mais vultosos do que para qualquer outro setor. O ano de 2005, portanto, é o mais recente para o qual foi possível obter estimativas para todos os setores.

3 EMISSÕES BRASILEIRAS

Os resultados apresentados no inventário evidenciam aumento de 65,2% das emissões antrópicas líquidas de dióxido de carbono no período de 1990 a 2005. Do total de 1.637.905 Gg CO₂ emitidas em 2005, 76,8% derivam do setor de mudança do uso da terra e florestas, o qual também é responsável por 100% das remoções deste gás. Ganha destaque o bioma Amazônia, cujas emissões líquidas de CO₂ cresceram 83% entre 1990 e 2005 e que contribuiu com 51,5% das emissões líquidas totais

5. Os dados utilizados nos cálculos do setor energético provêm majoritariamente do Balanço Energético Nacional (BEN) e podem ser obtidos na página da internet do MME e da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Em alguns casos, no entanto, recorreu-se a outras fontes de dados para aperfeiçoar as estimativas. É o caso do transporte aéreo, em que se utilizaram dados da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para a adoção de uma metodologia de cálculo mais detalhada para os anos de 2005 a 2007, possibilitando estimativa mais acurada para todo o período de 1990 a 2005. Para as estimativas das emissões fugitivas de petróleo e gás natural, os dados foram obtidos diretamente com a Petrobras.

do país. Em segundo lugar está o setor de energia, que apresenta aumento das emissões de CO_2 de 74,3% no período inventariado, impulsionado pelos subsetores da indústria e do transporte. Em particular, as emissões de CO_2 do modal rodoviário cresceram 72,1% entre 1990 e 2005, representando quase 40% das emissões do setor em 2005. A contribuição das emissões fugitivas para a totalidade das emissões de CO_2 é de apenas 0,8% em 2005, observando-se redução de cerca de 30% das emissões provenientes da mineração. No que se refere ao setor de processos industriais, a maior parcela das emissões de CO_2 está atrelada ao subsetor de ferro-gusa e aço, cujas emissões aumentaram 54,6% entre 1990 e 2005. Vale lembrar que, conforme mencionado na seção 2, parte desse aumento observado se deve à realocação das emissões de ferro-gusa e aço que anteriormente eram informadas no setor de energia. As emissões do setor de tratamento de resíduos pouco contribuem para o total das emissões líquidas de CO_2 (BRASIL, 2010).

Em relação ao metano (CH_4), o setor que mais emite é o de agropecuária, responsável por 70,5% das emissões em 2005. Estima-se que 53,9% das emissões do país resultaram da fermentação entérica do gado de corte brasileiro. O manejo de dejetos de animais, em que prevalece o gado suíno e o gado de corte bovino, contribui em menor proporção para as emissões de CH_4 . Em seguida, tem-se o setor de mudança do uso da terra e florestas, que responde por 16,8% das emissões em 2005, e o setor de tratamento de resíduos, com 9,6% das emissões, com destaque para a disposição de resíduos sólidos e para o tratamento de efluentes líquidos domésticos. O setor de energia é responsável por apenas 3% das emissões de CH_4 . Predominam as emissões do subsetor energético, em particular, as das carvoarias – para a produção de carvão vegetal –, cuja participação no total de emissões quase se equivale à das emissões fugitivas da extração e produção de petróleo. As emissões de metano do setor de processos industriais derivam da indústria química e são pouco relevantes frente ao total de emissões no país (BRASIL, 2010).

A agropecuária também responde pela maior parcela das emissões de óxido nitroso (N_2O). As emissões diretas, especialmente as que resultam dos dejetos de animais em pastagem, e as indiretas dos solos agrícolas representam, somadas, aproximadamente 85% das emissões totais do país. O segundo setor que mais emite N_2O no Brasil representa somente 4,2% do total de emissões. É o caso da produção de ácido nítrico e ácido adípico que, com outras produções da indústria química, respondem pelas emissões do setor de processos industriais. Em sequência, têm-se os setores de mudança do uso da terra e florestas, com 3,8% das emissões totais de N_2O , tratamento de resíduos (2,6%), devido aos efluentes domésticos, e energia (2,2%), em função dos subsetores da indústria e de transportes (BRASIL, 2010).

A emissão de gases de efeito estufa designados como hidrocarbonetos parcialmente fluorinados, ou hidrofluorcarbonos (HFCs), assim como os hidrocarbonetos perfluorinados, ou perfluorcarbonos (PFCs), está associada ao setor de

processos industriais. O único desses gases produzido no Brasil foi o HFC-23, subproduto da produção do HCFC-22, encerrada no país em 1999, quando a emissão registrou 0,09716 Gg. Não obstante, os HFCs e PFCs foram adotados nos segmentos de refrigeração e ar-condicionado, aerossóis e extintores de incêndio e proteção contra explosões, em substituição às substâncias com potencial de destruição da camada de ozônio (BRASIL, 2011f). No caso do hexafluoreto de enxofre (SF_6), as emissões derivam da produção de magnésio, além do próprio uso dos HFCs, PFCs e SF_6 . Perfluormetano (CF_4) e perfluoretano (C_2F_6) são gases originados na produção de alumínio, eventualmente, quando ocorre o efeito anódico. Para os demais gases, são consideradas as emissões potenciais pelo uso.

Finalmente, têm-se os chamados gases de efeito estufa indireto: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis não metânicos – da sigla em inglês, Non Methane Volatile Compounds (NMVOC). As emissões totais de CO cresceram 17,1% entre 1990 e 2005. Nesse ano, 64,4% das emissões resultaram do setor de mudança do uso da terra e florestas e 27,3% do setor de energia, com destaque para os subsetores residencial e de transportes. A agropecuária contribuiu com 6,8% das emissões, devido à queima de resíduos agrícolas, em particular, o da cana-de-açúcar. No setor de processos industriais, a produção de alumínio e outras produções participaram com 1,5% das emissões totais de CO (BRASIL, 2010).

Em relação ao NO_x , 70,2% das emissões estão concentradas no setor de energia, sendo quase 40% originadas no subsetor de transportes, sobretudo no modal rodoviário. Do restante das emissões, 22,3% se devem ao setor de mudança do uso da terra e florestas, 7% ao setor de agropecuária, no que tange à queima de resíduos da cana-de-açúcar, e 0,5% ao setor de processos industriais.

As emissões de NMVOC cresceram 27,1% no período inventariado. Os setores que mais se destacam em termos de aumento de emissões são o de processos industriais, que apresentou crescimento de mais de 85% entre 1990 e 2005, alcançando, nesse último ano, participação de 27,8% no total de emissões e o de uso de solventes e outros produtos, cujas emissões cresceram 70,2% no período analisado. O setor de energia participou em 2005 com 44,5% das emissões, apesar da retração de 6,2% de suas emissões desde 1990 (BRASIL, 2010).

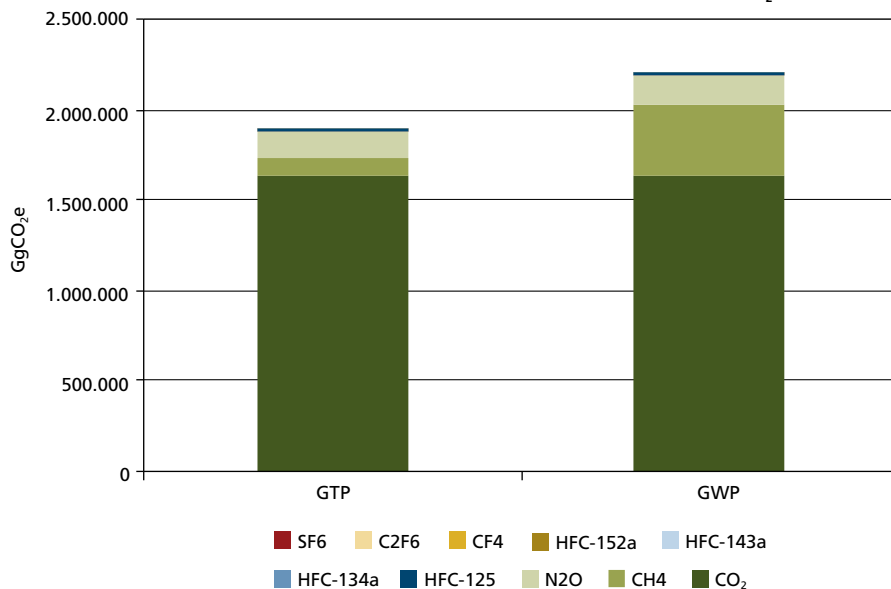
O somatório⁶ das emissões de diferentes gases só é possível mediante a conversão para uma unidade comum, denominada de CO_2 equivalente. Entretanto, não há ainda consenso sobre a métrica mais apropriada para essa

6. As emissões que resultam da queima de combustíveis em atividades de transporte aéreo e marítimo internacional, denominadas *bunker fuels*, devem ser informadas no inventário; porém, não são contabilizadas no total de emissões do país e, por este motivo, não serão tratadas de forma detalhada neste trabalho.

conversão. A discussão sobre a adequação das métricas adotadas na agregação de emissões é tratada no inventário e se insere no contexto das negociações multilaterais sobre mudança do clima. O governo brasileiro é contrário à adoção do potencial de aquecimento global – da sigla em inglês, *Global Warming Potential* (GWP) – em um horizonte temporal de 100 anos como métrica de conversão, por este não representar corretamente a contribuição dos diferentes gases para a mudança do clima, superestimando gases de período de vida curta na atmosfera – como o metano – e subestimando a contribuição dos gases de período de vida prolongado – como os PFCs. Optou-se, portanto, por relatar no inventário as emissões por gás, em unidade de massa, e de forma transparente. O potencial de temperatura global (*Global Temperature Potential* – GTP) se coloca como alternativa ao uso do GWP para medir o impacto que a emissão de diferentes gases tem sobre o clima. No caso do metano, que apresenta um GWP de 21,⁷ o GTP é de apenas 5 (SHINE *et al.*, 2005 *apud* BRASIL, 2010). Dessa forma, a utilização do GWP leva projetos de MDL que reduzem emissões de metano a receberem créditos de carbono por unidade de metano reduzida em um volume muito superior ao que lhes é devido em termos de mitigação do aumento médio da temperatura na superfície terrestre, ou seja, atribui a esses projetos redução maior do que de fato ocorre. A contrapartida é que os países desenvolvidos que comprem esses créditos com o objetivo de atingir sua meta de redução ou limitação de GEE estão na verdade adquirindo permissão para emitir que supera a redução ocorrida nos países em desenvolvimento. Com efeito, o resultado global é o aumento das emissões. A diferença da utilização das duas métricas fica evidente no gráfico 1. A evolução das emissões brasileiras no período de 1990 a 2005 é apresentada no gráfico 2.

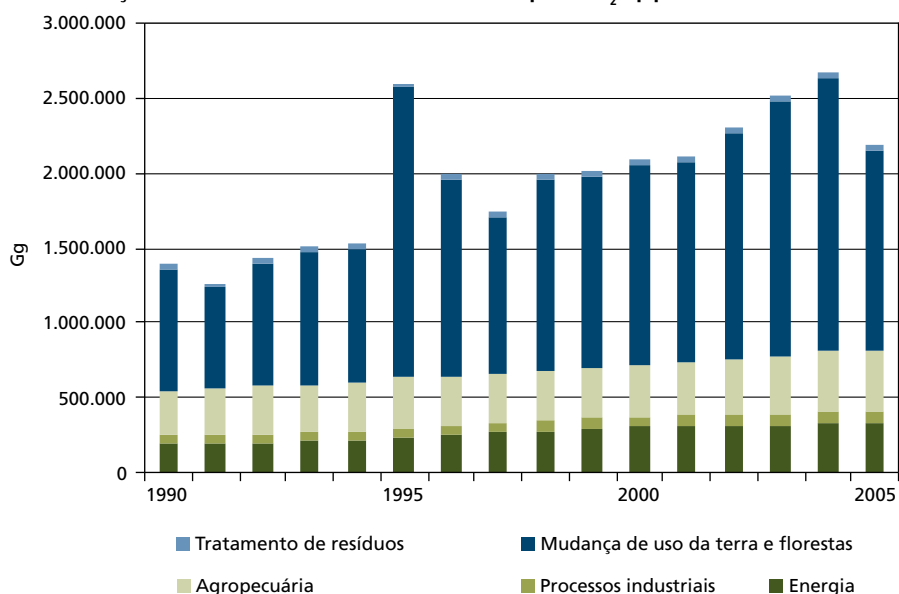
7. De acordo com o Segundo Relatório de Avaliação do IPCC (Second Assessment Report) e recomendado na Decisão 17/CP.8.

GRÁFICO 1
Emissões brasileiras de gases de efeito estufa, em equivalentes de CO₂ – 2005



Fonte: Brasil (2010).

GRÁFICO 2
Evolução das emissões brasileiras convertidas para CO₂eq, por meio do uso do GWP



Fonte: Brasil (2010).
 Elaboração do autor.

4 CONTEXTO INTERNACIONAL

Ao observar as emissões dos países desenvolvidos, denominados Anexo I no jargão da convenção-quadro, nota-se que as emissões que resultam da queima de combustíveis fósseis representam a maior parcela das emissões totais destes países. Somados, os países Anexo I registraram, em 2008,⁸ um total de emissões de 14,68 TgCO₂eq⁹ provenientes do setor de energia; 1,23 TgCO₂eq, do setor de processos industriais; 1,35 TgCO₂eq, do setor de agropecuária; 0,48 TgCO₂eq, do setor de tratamento de resíduos; e -2,07 TgCO₂eq, do setor de mudança do uso da terra e florestas. Entre 1990 e 2008, o subsetor energético cujas emissões apresentaram maior crescimento foi o de transportes, com 13,9% (CQNUMC, 2010). Dados agregados da União Europeia para 2008 revelam que mais de 85% de suas emissões resultam do setor de energia. No caso dos Estados Unidos, esse percentual sobe para quase 100%, quando se consideram as emissões líquidas de mudança do uso da terra e florestas no somatório total, sendo de aproximadamente 87% quando as emissões líquidas de LUCF não são consideradas.¹⁰

O perfil das emissões brasileiras difere bastante daquele que é apresentado pelos países desenvolvidos. No caso do Brasil, a maior parte das emissões se deve ao desmatamento, o que significa que o principal indutor das emissões não está atrelado ao crescimento socioeconômico do país e não contribui para seu desenvolvimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As seções anteriores apresentaram de forma sucinta o processo de elaboração e organização do inventário, os princípios que o norteiam, os avanços já alcançados em relação a sua primeira versão, os principais resultados obtidos e nele apresentados e o perfil das emissões brasileiras se contrapondo ao dos países desenvolvidos.

Conforme indicado na seção 2 deste texto, observou-se melhoria bastante expressiva entre o primeiro e o segundo inventários brasileiros. Contudo, ainda há espaço para aprimoramentos. Embora os resultados indiquem com clareza as áreas que concentram percentuais mais elevados de emissões antrópicas de gases de efeito estufa, é importante que o processo de elaboração do próximo inventário envolva

8. No início de 2011, todos os países Anexo I já haviam submetido à convenção-quadro as tabelas que contêm os dados de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros em um formato comum de informação (*Common Reporting Format – CRF*) para 2010, com o Relatório Nacional de Inventário (*National Inventory Report – NIR*) para a convenção-quadro. Os dados de 2009, no entanto, ainda não haviam sido revisados quando da elaboração do presente capítulo e, portanto, os dados mais recentes de que se dispunham se referiam a 2008.

9. Neste caso, a agregação dos gases é feita por meio da conversão, com o uso do GWP, para uma unidade comum, o CO₂ equivalente (CO₂eq).

10. Em 2008, as emissões líquidas de CO₂ do setor de LUCF nos Estados Unidos foram informadas em um total de -908,148 GgCO₂eq, o que significa que o total de remoções superou o de emissões nesse ano.

análise dos setores e das categorias-chave.¹¹ Além de orientar as áreas de conhecimento que devem ser desenvolvidas, essa análise é útil para indicar os segmentos do inventário que devem ser tratados com prioridade, em termos de recursos, tempo e nível de complexidade metodológica. Os setores e as categorias que forem classificados como chave devem ter suas emissões estimadas com maior nível de detalhamento e, se possível, com fatores de emissão próprios para o país.

Evidentemente, isso não significa que setores e subsetores do inventário que tenham menores contribuições para as emissões líquidas totais do país não deverão ser mais bem investigados. É o caso da navegação, por exemplo, cujas estimativas requerem minucioso tratamento dos dados que permita a desagregação do consumo de combustível em atividades nacionais e internacionais, a exemplo do que ocorre no transporte aéreo. Os resultados obtidos neste inventário no que se refere ao detalhamento da metodologia de cálculo das emissões do transporte aéreo foram bastante satisfatórios e podem servir de base para se pensar como fazer trabalho semelhante para o transporte de navegação.

Outra área que deve ser aprimorada e pode ser foco de novos estudos diz respeito ao desenvolvimento de fatores de emissão mais adequados às circunstâncias nacionais. Algumas tentativas já foram feitas neste inventário, como no caso das estimativas das emissões de óxido nitroso de solos agrícolas e do subsetor de mineração e beneficiamento de carvão mineral, entre outros. Neste último caso, as pesquisas desenvolvidas indicaram fatores muito inferiores ao valor mínimo recomendado nas diretrizes do IPCC, OCDE e AIE (1997), mas não foram robustas o suficiente para justificar a adoção de tais fatores. O resultado desses estudos, portanto, só pôde ser utilizado no inventário de forma qualitativa, justificando a opção pelo menor fator, entre aqueles sugeridos nas diretrizes. É preciso dar continuidade a estudos como este, trabalhando em conjunto com a academia para que se possa aprofundar o conhecimento em temas cujo desenvolvimento é de interesse nacional.

Fica evidente que o esforço de obtenção de dados para a elaboração do inventário é enorme. Diversas estratégias foram implementadas para tentar contornar o problema, como o estabelecimento da Rede de Inventário para o Setor de Resíduos Sólidos e Efluentes e a própria descentralização dos trabalhos que, ao envolver grande número de atores e instituições, amplia os esforços direcionados à melhoria da qualidade da informação disponível. Ainda assim, a execução do inventário depende em grande parte da capacidade de outras instituições de gerar fluxo contínuo de dados com boa qualidade. É imprescindível, portanto, que se estabeleça uma legislação capaz de regularizar o fornecimento de dados de modo que trabalhos de grande relevância para o país, como o do inventário, não sejam comprometidos.

11. Do inglês, *key category analysis*.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, 2010. 2 v.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Relatório de Referência Emissões de Gases de Efeito Estufa no Tratamento e Disposição de Resíduos**. Brasília, 2011a. 100 p. No prelo.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Relatório de Referência Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas: Emissões de CO₂ pelo Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas**. Brasília, 2011b. 102 p. No prelo.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Relatório de Referência Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produtos Minerais (Parte II) – Produção de Cal, Outros Usos do Calcário e Dolomita e Produção e Uso de Barrilha**. Brasília, 2011c. 39 p. No prelo.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Relatório de Referência Emissões de Óxido Nitroso de Solos Agrícolas e de Manejo de Dejetos**. Brasília, 2011d. 106 p. No prelo.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Relatório de Referência Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Energia: Emissões de Gases de Efeito Estufa no Transporte Aéreo**. Brasília, 2011e. 43 p. No prelo.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Relatório de Referência Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Emissões na Produção e no Consumo de HFCs e PFCs**. Brasília, 2011f. 52 p. No prelo.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (CQNUMC). Subsidiary Body for Implementation. **National greenhouse gas inventory data for the period 1990-2008**. 2010. 29 p. Documento FCCC/SBI/2010/18.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC); ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

ECONÔMICO (OCDE); AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). **Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Bracknell, 1997.

_____. **Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories**, 2000.

_____. **Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry**. Kanagawa, Japão: Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2003.

_____. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. EGGLESTON, H. S.; BUENDIA, L.; MIWA, K.; NGARA, T.; TANABE, K. (Ed.). Kanagawa, Japão: Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2006. Preparado pelo National Greenhouse Gas Inventories Programme.

ROMPENDO COM O *TRADE-OFF* ENTRE COMBATE À POBREZA E MITIGAÇÃO DO EFEITO ESTUFA: O CASO DO CONSUMO DOMICILIAR DE ENERGÉTICOS NO BRASIL

Thiago Fonseca Morello*

Vitor Schmid**

Ricardo Abramovay***

1 INTRODUÇÃO

Melhorar o padrão de vida dos que se encontram hoje em situação de pobreza redundaria, quase inevitavelmente, em um aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE). É bem verdade que a generalização dos padrões de consumo dos países desenvolvidos é incompatível com a manutenção dos serviços básicos que os ecossistemas prestam às sociedades humanas (BEHRENS *et al.*, 2007; FRIENDS OF THE EARTH; SERI, 2009). No entanto, mesmo que as inovações tecnológicas voltadas à descarbonização da vida econômica avancem em ritmo superior ao atual, ainda assim, satisfazer as necessidades básicas da população mundial em termos de alimentação, vestuário e acesso a informação, cultura, educação, habitação e mobilidade – para citar apenas alguns itens – não se fará sem que aumentem as emissões.

Mas essa associação entre melhoria de qualidade de vida e emissões não é necessariamente válida para todos os itens constitutivos do que se entende, concretamente, por qualidade de vida.

O mais importante biocombustível da atualidade, a lenha, usado como fonte de energia domiciliar das populações mais pobres do planeta é triplamente prejudicial. Em primeiro lugar, parte significativa da lenha domiciliar resulta do corte de matas virgens e seu uso acaba por comprometer a biodiversidade (UHLIG, 2008). Em segundo lugar, os fogões a lenha são frequentemente precários, trazendo sérios danos às famílias que deles dependem, em várias partes do mundo e, sobretudo, na Índia e na África (*op. cit.*). Por fim, o uso da lenha

* Doutorando em Economia do Desenvolvimento pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP) e membro do Núcleo de Economia Socioambiental (Nesa)/USP.

** Graduando em Economia pela FEA/USP e membro do Nesa/USP.

*** Professor titular da FEA/USP e coordenador do Nesa/USP.

como combustível domiciliar responde por parte significativa das emissões mundiais de GEE. O “carbono negro” é responsável por 18% do aquecimento global, atrás apenas do dióxido de carbono (CO₂), responsável por 40% das emissões (ROSENTHAL, 2009).

Isso significa que tanto a melhoria na qualidade dos fogões a lenha como, sobretudo, a substituição da lenha por outros combustíveis – mesmo que sejam de origem fóssil, como o gás liquefeito de petróleo – teriam por efeito reduzir as emissões de GEE, melhorar as condições de vida dos domicílios dependentes da lenha e diminuir a pressão sobre a biodiversidade (UHLIG, 2008).

Este trabalho mostra que, no Brasil, o consumo de lenha é inversamente proporcional à renda familiar – o mesmo valendo para o carvão vegetal empregado na cocção. Isso significa então, em tese, que, ao aumentar a renda e ter acesso a combustíveis domiciliares como o gás de cozinha, as famílias pobres reduzem suas emissões. A gradação é oposta para os energéticos referentes a serviços de transporte, especialmente para a gasolina que abastece automóveis particulares possuídos pelas famílias. Esta aumenta com a renda familiar em uma razão suficiente para compensar o efeito regressivo da “biomassa tradicional” – termo usado por Uhlig (2008).

Essas são as duas evidências apresentadas na seção 3 deste capítulo. Agregando-se o conteúdo de CO₂ da cesta de energéticos consumida pelas famílias, pode-se examinar sua distribuição entre as classes de rendimento, o que é feito na seção 4. Na seção 5, ascensões entre classes de renda contíguas são postas em relação quanto a seu custo carbono e então se segue uma breve conclusão. Como preâmbulo, as considerações finais localizam o tema no debate internacional corrente.

2 REVISÃO DE LITERATURA: O DEBATE INTERNACIONAL

No debate internacional sobre “justiça climática”, a imposição de meta única de redução percentual das emissões de CO₂ para as nações do mundo é prontamente rejeitada, o que se materializa na ideia do Protocolo de Quioto de responsabilidades comuns, mas diferenciadas (CHAKRAVARTY *et al.*, 2009). Esta diferenciação se refere às emissões realizadas no passado. Quanto a isso, cabe a qualificação de Pan e Chen (2010, p. 28) de que “as emissões do passado não eram consideradas erradas em função do limitado conhecimento sobre aquecimento global” (PAN; CHEN, 2010, p. 28). O fato é que estes gases foram liberados ao longo do processo de construção e consolidação da base material e institucional dos países desenvolvidos, a qual, em diversos aspectos, ainda não encontra paralelo no mundo subdesenvolvido – está-se falando, essencialmente, de infraestrutura urbana, serviços industriais de utilidade pública, usinas de geração de energia e respectivas redes de transmissão, bem como indústrias, escolas, universidades e outras dependências públicas.

Também, é claro que, além da diferença entre países, a contribuição individual, focando-se em dada nação, varia consideravelmente.

Chakravarty *et al.* (2009) partem de dados sobre a distribuição de renda de um país e suas emissões de CO₂ derivadas do consumo de combustíveis fósseis, a partir dos quais se estimam as contribuições individuais de seus habitantes para as emissões nacionais. Por fim, aplicam esta metodologia aos demais países para obter um panorama global das contribuições individuais no total emitido. Uma vez estabelecido um teto para as emissões futuras, é possível, então, identificar quem são e onde vivem os principais responsáveis pelo aquecimento global. Pode-se também impor um piso para as emissões individuais de CO₂ que atenda à satisfação das necessidades energéticas básicas da parcela mais pobre da população mundial.

Fica demonstrado que apenas uma pequena parcela da população mundial, quase homogeneamente distribuída nas quatro regiões analisadas (Estados Unidos, países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE menos os Estados Unidos, China e países não membros da OCDE menos a China), é a principal responsável pelas emissões futuras. Quando se considera a erradicação da pobreza, tem-se que o aumento nas emissões de um terço da população mundial, os mais pobres, poderia ser contrabalançado pela redução nas emissões dos 16% mais ricos.

Ananthapadmanabhan, Srinivas e Gopal (2007) levam o debate internacional sobre “justiça climática” para a Índia e mostram a urgente necessidade de aplicar o princípio das “responsabilidades comuns, mas diferenciadas” intranacionalmente.

A partir da análise de dados primários de consumo de eletricidade e transporte de diferentes classes socioeconômicas da Índia, e de sua conversão em CO₂ emitido, os autores demonstram que embora o nível médio de emissões *per capita* do país esteja muito aquém da média mundial – razão pela qual o governo indiano reivindica seu direito ao desenvolvimento econômico carbono-intensivo –, isto só ocorre em razão do enorme nível de emissões da significativamente pequena parcela mais rica de sua população (menos de 1%) ser “camuflado”¹ por uma legião de pobres (mais de 70% da população) que pouco emitem.

Groot (2010) elabora curvas de Lorenz para emissões mundiais de GEE. Resulta que a distribuição populacional destes gases não é equânime.

É nesse contexto que Pan e Chen (2010) apresentam a proposta de orçamento de carbono. Apoiam-se, para isso, no conceito de necessidades básicas – inspirado pelas obras de Amartya Sen – que prioriza a alocação das emissões derivadas

1. Isto é, a discrepância entre ricos e pobres torna-se imperceptível quando as emissões são divididas pela população como um todo.

do consumo para a satisfação das necessidades humanas – por exemplo, vestuário, alimentação, habitação e mobilidade. Dado que as necessidades básicas são finitas sob uma perspectiva biológica, mas sofrem restrições ambientais e físicas – em virtude da finitude do planeta –, e que o impulso a consumir não conhece limites, é preciso estimar a contribuição dos países em termos de emissões futuras de CO₂, distinguindo a porção que diz respeito à satisfação das necessidades básicas do restante.

Dessa “contabilidade funcional” de carbono tem-se uma medida para a desigualdade internacional da distribuição de emissões: os autores comprovam que existem tanto nações deficitárias como superavitárias, relativamente ao que é necessário emitir para prover condições materiais mínimas à população.

Esse critério (emissões oriundas de necessidades básicas) pode ser aplicado para o âmbito intranacional, visando-se obter a distribuição individual de GEE.

Seroa da Motta (2002, 2004) mensurou a contribuição dos domicílios brasileiros para a disseminação de poluentes na atmosfera, no meio aquático e no solo, e também para a degradação dos cursos d’água. Ele concluiu, para todos os fatores geradores de impacto ambiental considerados, que, por mais que os pobres tendam, para um dado acréscimo infinitesimal de renda, a ampliar seu nível de impacto ambiental em uma magnitude superior à dos ricos, a concentração de renda no primeiro grupo age, de maneira compensatória, para mantê-lo em um patamar superior de impacto total.

A curva de Kusnetz ambiental, segundo a qual o potencial de degradação da natureza aumenta com a renda, passando, a partir de certo nível desta, a cair com o enriquecimento, mostra-se equivocada, dada a notável tendência crescente nos resultados de Seroa da Motta (2002, 2004). Os ricos degradam mais, inequivocamente.

É com o intuito de avançar no sentido de uma apreensão precisa, no nível dos itens constitutivos dos padrões de consumo vigentes, da relação entre renda e contribuição pessoal para a carga nacional de GEE que este capítulo restringe seu escopo à cesta de energéticos e serviços de transporte terrestre consumida por domicílios.

Essa redução do prisma analítico permite enxergar, para o caso brasileiro, como se verá na seção 3, que a progressão por níveis superiores de renda engendra dois fenômenos diametralmente opostos: *i*) o abandono da lenha e do carvão vegetal, uma mudança redutora das emissões domiciliares de GEE; e *ii*) o aumento do consumo de combustíveis veiculares, o que atua para intensificar o conteúdo de carbono dos domicílios.

3 O CONTEÚDO CO₂ DO CONSUMO ENERGÉTICO DOMÉSTICO

3.1 Da Pesquisa de Orçamento Familiares (POF) ao Balanço Energético Nacional (BEN)

O trabalho de Bôa Nova (1985) foi pioneiro no uso de pesquisas de orçamento familiar para compreender a desigualdade no acesso à energia no Brasil. Com base no Estudo Nacional da Despesa Familiar (ENDEF) 1974-1975, Bôa Nova mostra que os domicílios usavam 24% da energia consumida no país. Deste total, 61% eram gastos nas residências e 39%, nos transportes. Em matéria destes últimos, os 10% mais ricos consumiam nada menos que 400 vezes mais energia que os 10% mais pobres. Mas, na energia domiciliar, a maior parte do consumo energético era gerada pelos mais pobres, em virtude do intenso uso do fogão à lenha, cujo rendimento energético era de três a sete vezes menor que o equipamento a gás. Resultado: embora os 10% dos brasileiros de maior renda consumissem um terço de toda a energia elétrica e quase metade do petróleo, nada menos que 43% da biomassa (lenha e carvão) eram usados pelos 20% mais pobres.

A POF, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004), com dados de 2002-2003, corrobora os resultados de Bôa Nova, embora com informações coletadas 25 anos depois daquelas em que ele se baseou. A POF contém informações que permitem identificar os padrões de consumo dos diferentes grupos em que a população brasileira se subdivide, conforme a magnitude da renda familiar. Diferentemente deste autor, a preocupação não é com o uso geral de energia, e sim com as emissões de GEE que decorrem disto. É possível, por meio dos dados da POF, detectar padrões de emissão específicos às classes de renda e a alguns itens de consumo.

3.2 O caso da lenha

A metodologia adotada – a qual é formalmente apresentada em Morello (2010) – tem como ideia central partir da informação da POF acerca das despesas realizadas pelas classes de renda em energéticos, para distribuir as emissões de CO₂ associadas a estes itens entre tais grupos – cabe, portanto, assinalar a semelhança com o trabalho supracitado de Seroa da Motta (2002, 2004). Para os dois aspectos a que se restringe a análise (combustíveis domiciliares e transporte terrestre), o teor de CO₂ é obtido da aplicação do procedimento, recomendado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), ao consumo de fontes de energia reportadas no BEN – conforme é norma nos relatórios de referência do *Inventário Nacional de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa* – especificamente no caso de Brasil (2006, 2010).

É da conexão entre essas duas bases de dados (POF e BEN) que surgem os resultados da tabela 1, a seguir, os quais se referem a 2003.

TABELA 1

Emissões por família oriundas do consumo domiciliar de combustíveis – classes de rendimento da POF 2002-2003 – Brasil, 2003 (tCO₂)
(Em R\$)

Item/classe de renda	<400	400 - 600	600 - 1.000	1.000 - 1.200	1.200 - 1.600	1.600 - 2.000	2.000 - 3.000	3.000 - 4.000	4.000 - 6.000	>6.000
Gás natural	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04	0,08
GLP ¹	0,23	0,28	0,32	0,33	0,34	0,34	0,34	0,32	0,31	0,33
Lenha	1,23	0,95	0,83	0,64	0,57	0,36	0,38	0,36	0,21	0,12
Querosene iluminante ²	2,14E-03	1,46E-03	7,82E-04	5,81E-04	4,07E-04	4,58E-04	1,40E-04	1,21E-04	5,76E-05	7,61E-05
Carvão vegetal	0,10	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
Total por família	1,56	1,31	1,20	1,00	0,94	0,72	0,74	0,72	0,57	0,54

Fontes: POF 2002-2003, BEN 2003 e Brasil (2010).

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Gás liquefeito de petróleo.

² Por conta da baixa magnitude, os valores são exibidos em notação científica, E-03 = 1/1.000 ou 10⁻³ e E-04 = 1/10.000 ou 10⁻⁴ etc.

A tabela 1 vai em sentido contrário ao que mostram os principais trabalhos sobre a distribuição social das emissões de GEE (seção 2). Diferentemente do que ocorre quando está em jogo o consumo em geral, no consumo domiciliar de combustíveis, maior pobreza associa-se à maior emissão. O grupo com renda inferior a R\$ 400,00/família/mês emite aproximadamente três vezes mais CO₂, ao produzir energia no interior do domicílio, do que o que se encontra no patamar mais alto. O consumo residencial de energia dos mais ricos se revela menos carbono-intensivo, e a razão para isso está na importância irrisória da lenha.

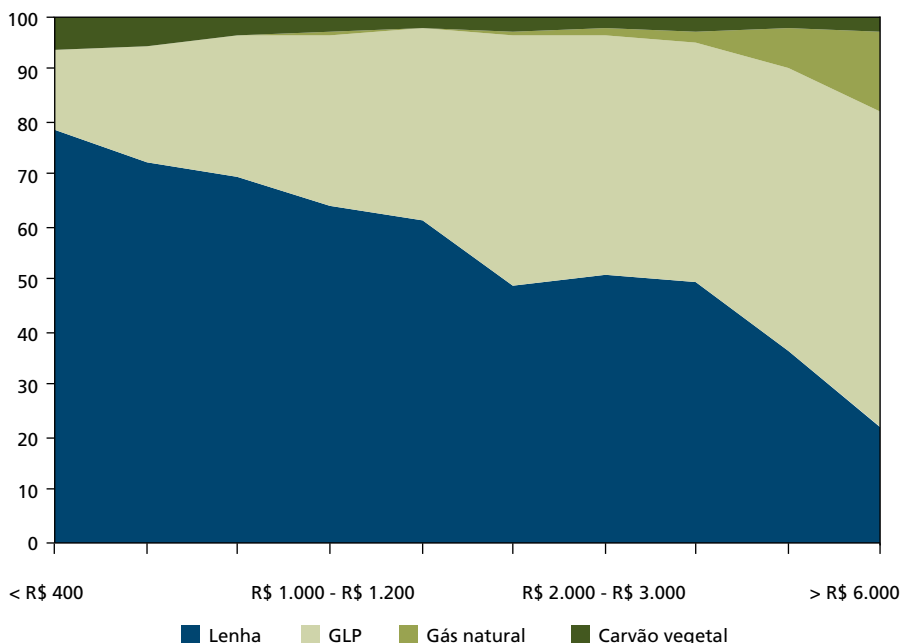
O gráfico 1 mostra que por volta de 80% das emissões dos mais pobres têm a queima de lenha como determinante. Situação essa que é progressivamente modificada quando se avança no sentido de uma renda familiar mais alta: o GLP passa a responder a 46% das emissões a partir de um rendimento familiar mensal não inferior a R\$ 2 mil.

Mas a importância da lenha no padrão de emissões das classes de renda mais baixas não se deve apenas à sua importância no padrão de consumo domiciliar de energéticos.² Contribui para isso o fato de que a geração de dada quantidade de energia por meio da lenha redonda na emissão de uma massa de carbono 1,65 vezes maior do que seria necessário para produzir essa energia com

2. A relação entre uma exposição à pobreza e ao consumo de lenha está de acordo com algumas evidências apontadas por Uhlig (2008), estudo que reestima o consumo energético de lenha e carvão vegetal sob uma metodologia alternativa a do BEN. Cabe citar o trecho: "Por se tratar de uma fonte de energia de baixo custo, não necessitar de processamento antes do uso e ser parte significativa da base energética dos países em desenvolvimento, tem recebido a denominação de 'energia dos pobres', chegando a representar até 95% da fonte de energia em vários países (*op. cit.*)".

a queima de GLP (ou gás natural).³ O que nos diz que quanto menor a renda, mais intensiva em carbono tende a ser a principal fonte de energia empregada para suprimento familiar.

GRÁFICO 1
Distribuição das emissões referentes ao consumo domiciliar de energéticos, classes de rendimento da POF 2002-2003 – Brasil, 2003
 (Em %)



Fontes: POF 2002-2003, BEN 2003 e Brasil (2010).

Elaboração dos autores.

Obs.: O querosene iluminante foi suprimido, pois não é visível dada a exiguidade de sua participação.

3.3 O caso dos transportes

Da mesma forma que no trabalho de Bôa Nova (1985) o comportamento dos transportes é o inverso da lenha: quanto maior renda, maior o nível de emissões.

3. Os coeficientes de conversão de um terajoule (TJ) de lenha em carbono e o percentual de carbono realmente oxidado na queima de lenha, apresentados na seção 2.2 de Morello (2010), quando multiplicados, dão o teor de carbono por terajoule de lenha, que é de 28,033 tC/TJ. Esta conta, para o GLP e o gás natural, resulta em um valor de 17,028tC/TJ.

TABELA 2

Emissões por família oriundas do transporte terrestre – classes de rendimento da POF 2002-2003 – Brasil, 2003 (tCO₂)
(Em R\$)

Item/classe de renda	≤400	400 - 600	600 - 1.000	1.000 - 1.200	1.200 - 1.600	1.600 - 2.000	2.000 - 3.000	3.000 - 4.000	4.000 - 6.000	> 6.000
Gasolina ¹	0,05	0,08	0,20	0,27	0,48	0,69	0,99	1,54	1,98	3,32
Diesel queimado por ônibus (frota 1997) ²	0,06	0,11	0,19	0,26	0,29	0,33	0,35	0,29	0,31	0,25
Total por família	0,11	0,19	0,39	0,53	0,77	1,03	1,34	1,84	2,29	3,57

Fontes: BEN 2003, Brasil (2006, 2010), São Paulo (2007), POF 2002-2003 e Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2004).

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Empregada em automóveis particulares – exclusive automóveis detidos por empresas.

² Transporte coletivo urbano + rodoviário interestadual + rodoviário intermunicipal. Tomam-se por base as emissões referentes à frota de 1997, de acordo com Brasil (2006) (reportada na seção 4 de Morello (2010) como patamar inferior).

A tabela 2 apresenta as emissões de CO₂ que resultam da queima de gasolina por automóveis detidos e utilizados por famílias e da queima de óleo diesel pelos ônibus a que elas têm acesso. Neste último caso é necessário adotar dois patamares, dado que não se pôde obter um dado atualizado para a participação da categoria “ônibus” na frota brasileira de veículos a diesel – ver seção 4 de Morello (2010). Porém, para simplificar a apresentação, consta na tabela apenas o patamar superior, referente a 1997 (BRASIL, 2006).

Atribui-se o consumo de diesel em proporção equivalente à participação da família na quilometragem total viajada com ônibus, por todos os indivíduos do país. Para isso, é levada em conta tanto a participação da família no número de viagens contratadas, quanto a distância em média percorrida. As modalidades de transporte consideradas são o transporte coletivo urbano, transporte interestadual e intermunicipal – a seção 4 de Morello (2010) detalha o procedimento.

A gasolina consumida por automóveis controlados pela família é uma fonte de emissões cuja contemplação é mais simples, uma vez que a POF coleta diretamente a informação acerca da despesa neste combustível. As emissões geradas por esse fator apresentam crescimento monotônico (sem quedas) da menor para a maior classe de rendimento, o mesmo não sendo observado para o caso do diesel. Entre a primeira classe de renda (rendimento ≤ R\$ 400,00/família/mês) e a sétima (rendimento entre R\$ 2 mil/família/mês e R\$ 3 mil/família/mês), o fator ônibus revela um peso ascendente, o qual atinge seu pico nesta última classe passando, pois, a cair.

Uma vez que a trajetória das emissões por família ao longo dos grupos sociais é equivalente à trajetória das despesas por família, isso significa que, até um dado patamar de poder aquisitivo (renda familiar de R\$ 3 mil/família/mês) a despesa

em ônibus aumenta com a renda – é um bem normal, na definição microeconômica –, o que se reverte deste ponto em diante – passando, pois, a bem inferior. Provavelmente, este meio de transporte tende a perder participação nas distâncias percorridas por uma família para o automóvel particular, dado que as emissões geradas pela queima de gasolina aumentam monotonicamente com a renda.

Quanto a isso é preciso fazer a ressalva de que, enquanto a massa de CO₂ distribuída entre as famílias compreende todas as modalidades de transporte com ônibus, o procedimento de distribuição toma por base apenas a modalidade de transporte coletivo, uma limitação imposta pelos dados que se pôde reunir – como explicado em Morello (2010), seção 4. Isto porque a conjectura de substituição da fonte de emissão implicada (o ônibus) pelo outro meio de transporte terrestre considerado (o automóvel à gasolina) é levada adiante neste estudo.

TABELA 3
Distribuição das emissões de CO₂ referentes a consumo doméstico de combustíveis e transporte terrestre – classes de rendimento da POF 2002-2003 – Brasil, 2003 (tCO₂)
 (Em R\$)

Energético/ classe de rendimento familiar mensal	Até 400	Mais de 400 a 600	Mais de 600 a 1.000	Mais de 1.000 a 1.200	Mais de 1.200 a 1.600	Mais de 1.600 a 2.000	Mais de 2.000 a 3.000	Mais de 3.000 a 4.000	Mais de 4.000 a 6.000	Mais de 6.000	Total Brasil (Gg CO ₂)
Gás encanado (ou gás natural)	–	–	–	–	–	0,01	0,01	0,01	0,04	0,08	450,87
Gás de botijão (ou GLP)	0,23	0,28	0,32	0,33	0,34	0,34	0,34	0,32	0,31	0,33	14.925,81
Lenha	1,23	0,95	0,83	0,64	0,57	0,36	0,38	0,36	0,21	0,12	34.274,09
Querosene iluminante	2,14E-03	1,46E-03	7,82E-04	5,81E-04	4,07E-04	4,58E-04	1,40E-04	1,21E-04	5,76E-05	7,61E-05	41,63
Carvão vegetal	0,10	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	2.157,33
Gasolina	0,05	0,08	0,20	0,27	0,48	0,69	0,99	1,54	1,98	3,32	29.604,75
Diesel queima- do por ônibus (frota 1997)	0,06	0,11	0,19	0,26	0,29	0,33	0,35	0,29	0,31	0,25	10.214,97
Total por família	1,66	1,49	1,59	1,53	1,71	1,75	2,08	2,55	2,86	4,11	91.669,44
Famílias (#)	7.928.656	6.744.349	10.188.564	3.543.521	5.091.324	3.340.910	4.568.525	2.424.975	2.236.551	2.467.262	48.534.637
Total por classe de rendimento (GgCO₂)	13.185,35	10.082,28	16.210,91	5.424,72	8.695,39	5.850,83	9.497,54	6.184,85	6.386,97	10.150,60	91.669,44

Fontes: Dados do BEN 2003, Brasil (2006, 2010), São Paulo (2007), POF 2002-2003 e ANP (2004).
 Elaboração dos autores.

4 OLHANDO ATRAVÉS DA PIRÂMIDE DE RENDA

Os energéticos contemplados na seção 3 constituem uma amostra dos fatores geradores de CO₂ cuja alocação não decorre de uma decisão tecnológica, tomada por

firmas produtivas. Pelo contrário, se tem neste caso constituintes da cesta de bens e serviços cuja composição qualitativa (quais bens e serviços) e quantitativa (quanto de cada bem ou serviço) é um arbítrio das famílias. Um exemplo esclarece porque tal formulação é profícua. Às famílias cabe decidir entre o emprego de lenha ou de GLP para a cocção. Mas a elas não cabe decidir se a carne cozinhada deve ser produzida mediante a supressão da floresta amazônica ou em áreas há muito desflorestadas e inapropriadas para a agricultura – ao menos enquanto não houver uma certificação que permita ao consumidor distinguir entre as duas origens.⁴

Invocando a abordagem das capacitações de Amartya Sen (COMIN; QIZIL-BASH; ALKIRE, 2008), a “cesta de energéticos domiciliares” é uma primeira aproximação para o problema de compreender como o vetor de capacitações portado por uma família (conjunto de ações que a família tem poder para realizar) se traduz, colateralmente, quando exercido em contribuição para o efeito estufa.

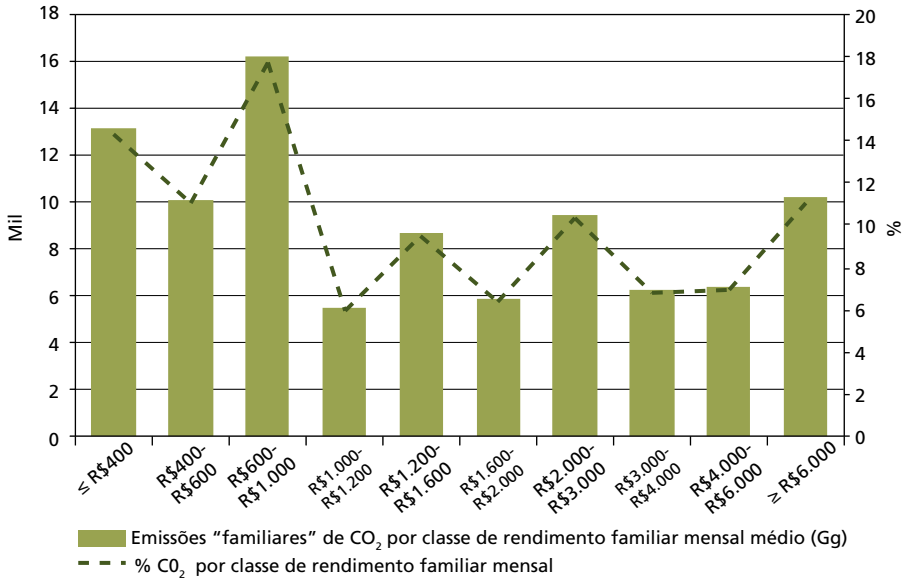
Conforme discutido, a POF mostra que a composição quantitativa da cesta de energéticos apresenta diferenças não desprezíveis entre classes de renda em que a população brasileira pode ser subdividida. Mas, para uma análise do impacto climático das famílias, o relevante não é a composição da cesta – em qualidade e/ou quantidade –, mas, sim, seu conteúdo mensurado em CO₂. Este é o indicador a ser avaliado, o qual consta na última linha da tabela 3, agregado para todas as famílias de uma classe.

Como o gráfico 2 torna perceptível, as famílias classificadas nas primeiras três classes de rendimento familiar mensal são mais responsáveis por uma maior contribuição para o efeito estufa do que as das demais classes. Isto é claro se agregando as emissões nas classes de renda. Esta aparente correlação negativa entre rendimento familiar mensal e teor de CO₂ do padrão de consumo pode ser apurada com mais precisão se as emissões por classe de rendimento forem decompostas em: *i*) emissões por família; e *ii*) número de famílias por classe de rendimento. O gráfico 3, a seguir, apresenta esta divisão.

4. Esta representação microeconômica do problema não deve ser levada ao limite, pois, como se lê em Uhlig (2008), o emprego de lenha e carvão para a cocção está longe de ser uma decisão racional: trata-se de uma implicação direta da inexistência de alternativas.

GRÁFICO 2

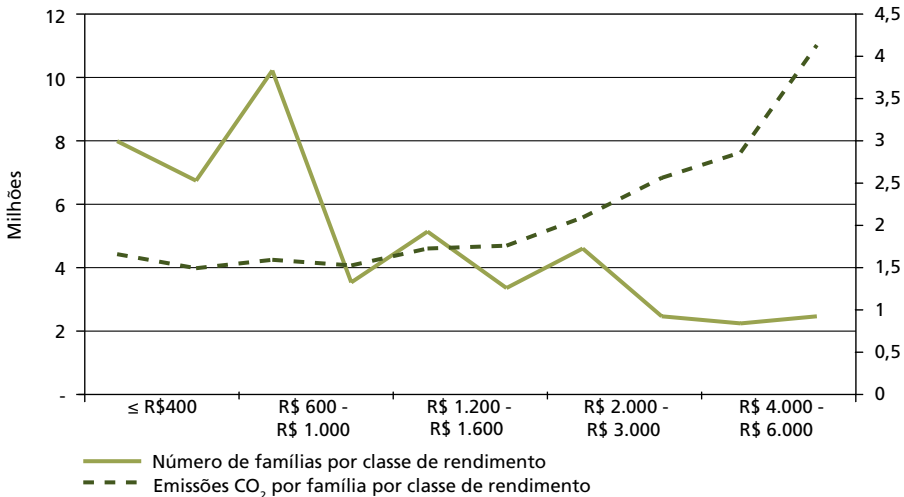
Distribuição das emissões de CO₂ referentes a consumo doméstico de combustíveis e transporte terrestre – classes de rendimento da POF 2002-2003 – Brasil, 2003 (GgCO₂)



Fontes: BEN 2003, Brasil (2006, 2010), São Paulo (2007), POF 2002-2003 e ANP (2004).
Elaboração dos autores.

GRÁFICO 3

Distribuição das emissões de CO₂ por família, referentes a consumo doméstico de combustíveis e transporte terrestre e distribuição das famílias – classes de rendimento da POF 2002-2003 – Brasil, 2003 (GgCO₂)



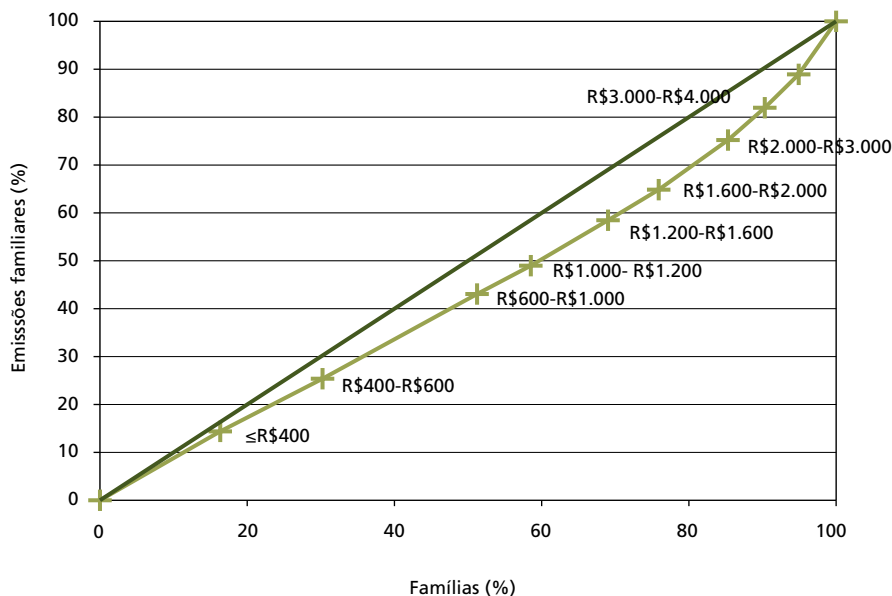
Fontes: BEN 2003, Brasil (2006, 2010), São Paulo (2007), POF 2002-2003 e ANP (2004).
Elaboração dos autores.

Fica claro, pois, que a tendência decrescente da distribuição de famílias por classe de rendimento, ao longo de níveis progressivamente superiores de rendimento familiar mensal, atua para compensar a tendência crescente que as emissões por família apresentam ao longo destes níveis. Expondo de outra maneira, as famílias se distribuem por classes de rendimento de maneira oposta àquela que o teor de CO_2 se distribui por tais classes.⁵ A conclusão é simples: prevalece, no Brasil, uma situação em que muitos emitem pouco e poucos emitem muito. Resultado este que se restringe, note-se bem, ao consumo domiciliar de energéticos e ao transporte terrestre.

O gráfico 4 apenas torna isso mais explícito. Tem-se nele uma corruptela de uma Curva de Lorenz (diagrama tipicamente empregado para estudar distribuições populacionais por classe de renda) para a distribuição das emissões nacionais de CO_2 associadas ao consumo domiciliar de combustíveis e ao transporte terrestre.

GRÁFICO 4

Percentual acumulado das famílias *versus* percentual acumulado das emissões de CO_2 – exclusivamente consumo doméstico de combustíveis e transporte terrestre (curva de Lorenz) – Brasil, 2003 (GgCO_2)



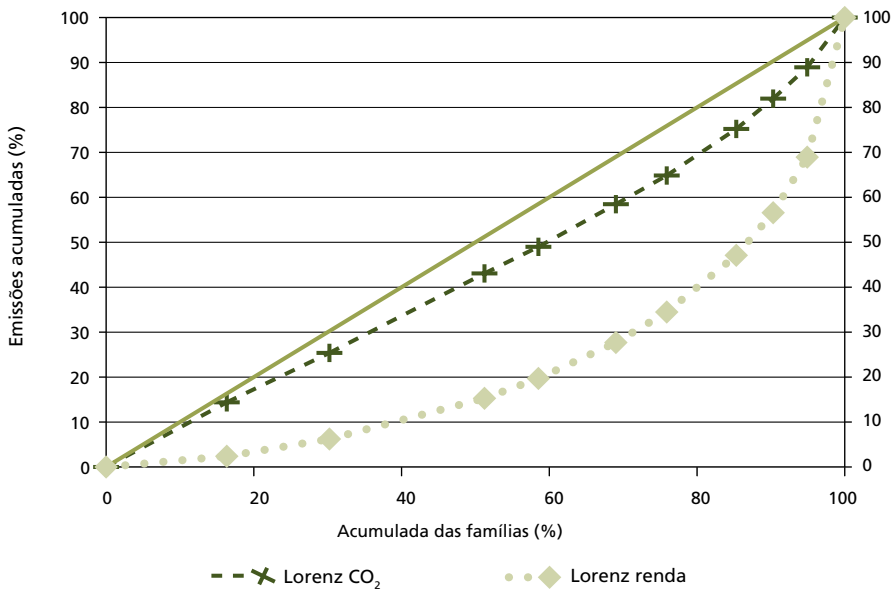
Fontes: BEN 2003, Brasil (2006, 2010), São Paulo (2007), POF 2002-2003 e ANP (2004).
Elaboração dos autores.

5. Um padrão que vai em mesmo sentido do encontrado por Seroa da Motta (2002, 2004) para a emissão de poluentes.

Se a população brasileira estivesse distribuída por faixas de CO₂ de maneira equitativa, a Curva de Lorenz deveria estar sobreposta à linha de 45° a partir da origem. Esta última é, portanto, a linha da igualdade para as emissões. Mas o que prevalece efetivamente é a curva pontilhada. Com isso, pode-se afirmar que a relação inversa entre emissão de GEE por família e número de famílias por classe de renda se traduz em uma distribuição desigual das emissões nacionais deste gás pela população brasileira. A medida da desigualdade é dada pela distância entre cada um dos pontos da curva rotulados com as classes de rendimento a que correspondem e a reta da igualdade.

Apenas para se ter um parâmetro, é interessante comparar a desigualdade em termos de emissões de CO₂ com a em termos de renda – ou rendimento, na terminologia da POF. O gráfico 5, a seguir, sobrepõe a Curva de Lorenz em CO₂ com a em renda, esta última calculada a partir da soma intraclases para o rendimento mensal familiar, informado por esta pesquisa (a variável *renda* do banco de dados *domicílios* da POF 2002-2003).

GRÁFICO 5
Percentual acumulado das famílias versus percentual acumulado do rendimento agregado versus percentual acumulado das emissões de CO₂ – exclusivamente consumo doméstico de combustíveis e transporte terrestre – Brasil, 2003 (GgCO₂)
 (Em %)



Fontes: BEN 2003, Brasil (2006, 2010), São Paulo (2007), POF 2002-2003 e ANP (2004).
 Elaboração dos autores.

Duas informações sintetizam o gráfico: *i*) as famílias com rendimento inferior a R\$ 400,00/família/mês correspondiam a 16% da população brasileira em 2003, concentrando 2% da renda e 14% das emissões estimadas (combustíveis domiciliares e transporte terrestre); e *ii*) as famílias com rendimento superior a R\$ 2 mil/família/mês correspondiam a 15% da população e concentravam 53% da renda e 25% das emissões estimadas.

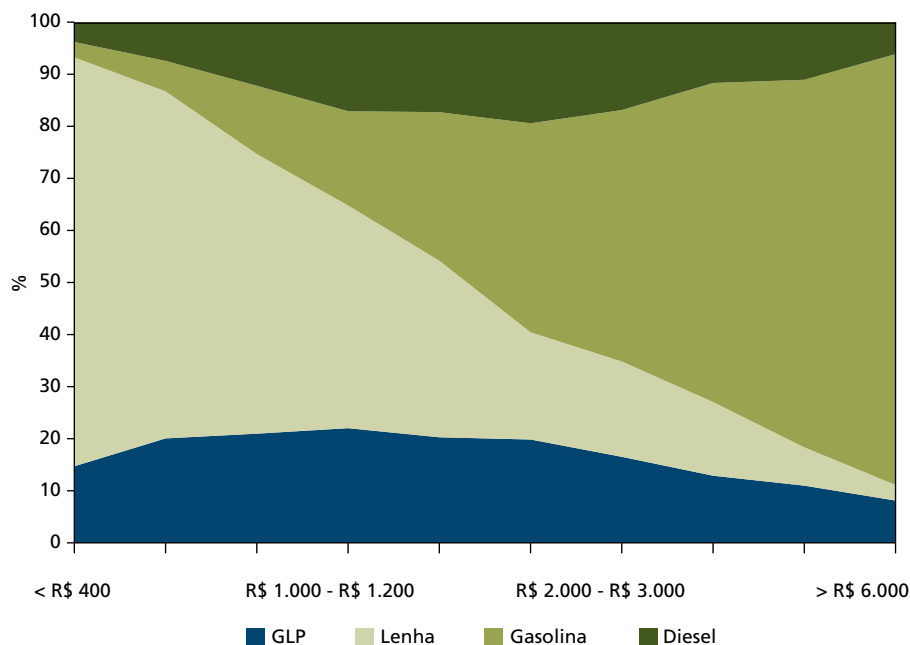
É nítido que a distribuição de renda é consideravelmente mais desigual do que a de CO₂. Uma vez que uma situação de plena igualdade distributiva pode ser representada pela sobreposição da Curva de Lorenz sobre a reta de 45°, o cômputo da distância de cada ponto componente desta curva em relação ao ponto nesta reta que possui a mesma coordenada horizontal – i.é, igual valor para a abscissa – nos dá uma medida de desigualdade. É trivial demonstrar que essa medida pode ser computada pela soma, para todos os pontos desta curva (dez, no caso) do valor absoluto das diferenças entre a proporção populacional acumulada e a das emissões ou da renda acumulada.⁶ Desta medida, resulta que a desigualdade na distribuição de renda é 4,16 vezes maior do que a desigualdade na distribuição de CO₂.

5 O TRADE-OFF ENTRE COMBATE À POBREZA E MITIGAÇÃO DO EFEITO ESTUFA

A última linha da tabela 3 revela que a importância da lenha enquanto fator gerador de CO₂ é tal que compensa, até a quarta classe de rendimento, o efeito do aumento monotônico do consumo de gasolina sobre o conteúdo total de carbono da cesta de energéticos domiciliares. É apenas a partir de um nível de renda superior a R\$1.600,00/família/mês que o patamar de CO₂, associado às famílias com renda inferior a R\$400,00/família/mês, é superado, passando o *efeito gasolina* a dominar o *efeito lenha*, conforme indica o gráfico 6 – uma decorrência direta do fato de que é na primeira classe de rendimento que o consumo domiciliar de lenha atinge o pico.

6. Formalmente, a fórmula para a medida de desigualdade proposta é: $D = \sum_i |f(x_i) - x_i|$, em que i é a i -ésima classe de rendimento e $f(x_i)$, a proporção da renda ou das emissões acumuladas até a i -ésima classe de rendimento.

GRÁFICO 6
Distribuição percentual das emissões inerentes à cesta de energéticos domiciliares – classes de rendimento da POF 2002-2003 – Brasil, 2003



Fontes: BEN 2003, Brasil (2006, 2010), São Paulo (2007), POF 2002-2003 e ANP (2004).
 Elaboração dos autores.

TABELA 4
Diferenciais de emissões de CO₂ por família interclasses contíguas de rendimento – cesta de energéticos domiciliares – Brasil, 2003 (tCO₂)¹

Classe de renda (R\$ 100,00)	≤4 → 4-6	4-6 → 10	6-10 → 0-12	10-12 → 12-16	12-16 → 16-20	16-20 → 20-30	20-30 → 30-40	30-40 → 40-60	40-60 → >60
Diferencial (tCO ₂)	-0,25	0,12	-0,02	0,21	0,04	0,27	0,58	0,26	1,35

Fonte e elaboração dos autores.

Nota: ¹ Dado que o tamanho médio da família varia entre as classes de rendimento, é preciso ajustar as emissões médias familiares antes de calcular os diferenciais. Para isso, basta introduzir um fator de ajuste com base no número médio de pessoas por família, de modo que os diferenciais interclasse sejam dados por $[x_i + x/n_i * (n_{i+1} - n)] - x_{i+1}$, em que x_i é a emissão média por família da classe i e n_i é o número médio de pessoas por família para a classe i .

A tabela 4 apresenta os diferenciais, entre duas classes subsequentes, do nível de emissões de CO₂ (exclusivamente consumo domiciliar de combustíveis e transporte terrestre) por família. Trata-se do custo em CO₂ da ascensão de uma família da classe para a qual o valor está registrado para a classe imediatamente superior. Como se vê, para as famílias com renda não superior a R\$ 400,00, a ascensão para

a classe posterior tem custo carbono negativo, ou seja, trata-se de uma medida não intensificadora do efeito estufa.

Essa informação é relevante, pois é possível classificar as famílias da primeira faixa como pobres.⁷ Tem-se, portanto, que, focando-se nas emissões oriundas do consumo doméstico de combustíveis e transporte terrestre, uma política de renda mínima que logre promover as famílias de menor renda para além da linha de pobreza, tal como as consideradas por Suplicy (2005), não teria qualquer impacto em termos de emissões de CO₂.

Conforme mostrado no início desta seção, esta conclusão depende crucialmente da dominância que o efeito lenha exerce sobre o efeito gasolina, o que se estende até a quinta classe de rendimento familiar da POF – i.é, para todas as famílias com renda não superior a R\$1.600,00/família/mês.

O resultado obtido deve ser qualificado com base no estudo de Uhlig (2008), em que uma metodologia alternativa à do BEN é proposta para estimar o consumo energético de lenha e carvão vegetal. Comparando a estimativa gerada com a do BEN, o autor conclui que esta publicação superestima em 48,9% o consumo de lenha e em 62,9% o de carvão vegetal. Se as emissões estimadas aqui estimadas e associadas a esses dois combustíveis forem reduzidas, respectivamente, nas proporções de 50% e 63%, os diferenciais interclasses de emissões passam aos valores da tabela 5.

Mesmo se reduzindo o montante de lenha e carvão vegetal consumidos, mantém-se o ranque dos diferenciais interclasse. É interessante comparar as diversas possibilidades de ascensão social. Um movimento da primeira para a terceira classe – passando pela segunda – tem um custo carbono total de 0,19 tCO₂/família, enquanto a ascensão para a próxima classe custa 0,24 tCO₂.

Considerando-se apenas as três últimas classes, o custo carbono mínimo de ascensão é de 0,33 tCO₂, o qual é mais de duas vezes maior do que o custo máximo de transição entre classes de rendimento inferior a R\$ 3 mil/família/mês.

A conclusão é clara: quando posta em relação com ascensões sociais comparáveis, uma política de combate à pobreza não se mostra relativamente carbono-intensificadora. Afirmação esta que se restringe à cesta de energéticos cuja escolha repousa no arbítrio das famílias brasileiras (combustíveis domiciliares mais transporte terrestre).

7. O Programa Bolsa Família (PBF) do governo, destinado à proteção de famílias, tem como população-alvo as famílias com renda *per capita* média inferior a R\$ 150,00. Uma vez que o tamanho médio destas, quando incluídas na classe de renda da POF em questão, é de 3,34 pessoas e o rendimento familiar médio mensal na primeira classe é de R\$ 265,49, os membros desta pertencem à população-alvo deste programa. Helfand, Rocha e Vinhais (2009) adotam a metade do salário mínimo como linha de pobreza para a renda *per capita*. Este valor correspondia a R\$ 120,00 ao fim de 2003 (BCB, 2010), um valor 1,51 vezes maior do que o rendimento familiar mensal *per capita* da primeira classe de rendimento – de acordo com os números que se acabam de mencionar.

TABELA 5
Diferenciais de emissões de CO₂ por família interclasses contíguas de rendimento – Brasil, 2003 (GgCO₂)

Classe de renda (R\$100,00)	≤4 → 4-6	4-6 → 6-10	6-10 → 10-12	10-12 → 12-16	12-16 → 16-20	16-20 → 20-30	20-30 → 30-40	30-40 → 40-60	40-60 → >60
Diferencial (tCO ₂)	-0,06	0,18	0,07	0,24	0,16	0,26	0,58	0,33	1,40

Fonte e elaboração dos autores.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudo da Goldman Sachs (2008) estima que entre 60 e 80 milhões de pessoas anualmente entram no mercado consumidor de bens duráveis, formando uma espécie de nova classe média mundial. Os impactos ambientais destes novos consumidores não são desprezíveis e este é um tema que motiva parte importante das negociações internacionais a respeito da limitação das emissões de GEE. A proposta dos pesquisadores chineses liderados por Jiahua Pan (PAN; CHEN, 2010) procura separar bens correspondentes à satisfação de necessidades básicas dos “bens de luxo”.

Este trabalho mostrou que o conteúdo de carbono da satisfação das necessidades básicas dos indivíduos pode ser muito variado. No caso dos combustíveis domésticos, a transição da lenha para outras formas de combustíveis como o gás, por exemplo, tem como resultado a simultânea elevação da qualidade de vida e a redução tanto das emissões como da poluição causada por fogões rudimentares de lenha. Já no caso dos transportes, a passagem ao transporte individual movido à gasolina conduz ao aumento drástico das emissões.

Esse é o fator que determina a trajetória crescente com a renda do conteúdo de CO₂ da cesta domiciliar de energéticos. Mesmo com o alto peso dos combustíveis “tradicionais”, e considerando-se ainda o transporte coletivo, a superação da linha de pobreza por uma família é uma ascensão social com custo carbono inferior aos demais avanços na pirâmide de renda, resultado que se restringe ao aspecto da queima de combustíveis.

Trata-se de uma decorrência necessária do fato de o efeito gasolina – mensurado em CO₂ –, apesar de progressivo – com a renda –, não é dominante, *vis-à-vis* o efeito lenha, a não ser a partir de uma renda superior a R\$ 1.600,00/família/mês.

A diferenciação dos grupos de rendimento familiar no que tange aos hábitos de consumo se mostra, pois, relevante, enquanto determinante da participação na carga de CO₂ que o país lança na atmosfera. Uma dimensão a ser eventualmente considerada na sintonia fina de políticas pró-climáticas, especificamente no que respeita à equidade, recomendação esta que retoma, essencialmente, o estudo de Seroa da Motta (2002, 2004), podendo ser entendida enquanto uma medida em prol da justiça climática (MILANEZ; FONSECA, 2010).

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP) **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Brasília, 2004. Disponível em: <www.anp.gov.br>. Acesso em: 10 nov. 2010.
- ANANTHAPADMANABHAN, G.; SRINIVAS, K.; GOPAL, V. **Hiding Behind the Poor**. Bangalore: Greenpeace India Society, Oct. 2007. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/raw/content/india/press/reports/hiding-behind-the-poor.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2010.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). **Série “Salário mínimo”** (1619). Sistema Gerenciador de Séries do Banco Central do Brasil. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/?SERIESTEMP>>. Acesso em: 10 nov. 2010.
- BEHRENS, A. *et al.* The material basis of the global economy: Worldwide patterns of natural resource extraction and their implications for sustainable resource use policies. **Ecological Economics**, n. 64, p. 444-453, 2007.
- BÔA NOVA, A. C. **Energia e classes sociais no Brasil**. São Paulo: Edições Loyola, 1985.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Balanco Energético Nacional (BEN)**. Brasília, 2003.
- _____. Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). **Emissões de gases de efeito estufa por fontes móveis, no setor energético**. Relatório de referência do 1º Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, 2006. Disponível em: <www.mct.gov.br/clima>. Acesso em: 10 nov. 2010.
- _____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Emissões de carbono por queima de combustíveis: abordagem top-down**. Relatório de referência do 2º Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas. OSCIP Economia e Energia. Brasília, 2010. Economia & Energia (E&E). Disponível em: <www.mct.gov.br/clima>. Acesso em: 10 nov. 2010.
- CHAKRAVARTY, S. *et al.* **Sharing global CO₂ emission reductions among one billion high emitters**. Proceedings of the National Academy of Sciences. July 2009.
- COMIN, F.; QIZILBASH, M.; ALKIRE, S. **The capability approach: concepts, measures, applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- FRIENDS OF THE EARTH; SUSTAINABLE EUROPE RESEARCH INSTITUTE (SERI) **Overconsumption? Our use of the world’s natural resources**.

Áustria, 2009. Disponível em: <http://www.foeeurope.org/publications/2009/Overconsumption_Sep09.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2010.

GOLDMAN SACHS. **The Expanding Middle: The Exploding World Middle Class and Falling Global Inequality**. New York, 2008 (Global Economics Paper, n. 170). Disponível em: <<http://www2.goldmansachs.com/ideas/global-economic-outlook/expanding-the-middle.html>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

GROOT, L. Carbon Lorenz curves. **Resource and Energy Economics**, Elsevier, v. 32, n. 1, p. 45-64, Jan. 2010.

HELFAND, S.; ROCHA, R.; VINHAIS, H. Pobreza e desigualdade de renda no Brasil rural: uma análise da queda recente. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 39, n. 1, p. 59-80, 2009. Disponível em: <<http://ppe.ipea.gov.br/index.php/ppe/article/viewFile/1160/1045>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003**. Rio de Janeiro, 2004. Microdados.

MILANEZ, B.; FONSECA, I. G. Justiça climática e eventos climáticos extremos: o caso das enchentes no Brasil. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, n. 4, jul. 2010. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/100922_boletimregio4.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2010.

MORELLO, T. F. **Uma metodologia para a distribuição de emissões de CO₂, provenientes do consumo familiar de energéticos e de serviços de transporte terrestre, por classes de rendimento familiar mensal**. Disponível em: <http://www.nesa.org.br/pdf/Artigos%20Cient%C3%ADficos/Metodologia_RBE.doc>. Acesso em: 10 nov. 2010.

PAN, J.; CHEN, Y. Carbon Budget Proposal. *In*: PACHAURI, R. K. (Org.). **Dealing with Climate Change: Stting a global agenda for mitigation and adaptation**. Delhi: The Energy and Resources Institute, 2010. p. 13-48.

ROSENTHAL, E. To Cut Global Warming, Swedes Study Their Plates. **The New York Times**, 22 Oct. 2009. Disponível em: <<http://www.nytimes.com/2009/10/23/world/europe/23degrees.html>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

SEROA DA MOTTA, R. **Padrão de consumo, distribuição de renda e o meio ambiente no Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 2002 (Texto para Discussão, n. 856).

_____. Padrão de consumo e degradação ambiental no Brasil. **Ciência Hoje**, v. 35, n. 211, p. 35-38, 2004.

SÃO PAULO. Companhia do Metropolitano de São Paulo. **Pesquisa origem e destino 2007**. 2007. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/empresa/pesquisas/od_2007/teod02.shtml>. Acesso em: 10 nov. 2010.

SUPLICY, E. M. O direito de participar da riqueza da nação: do Programa Bolsa Família à Renda Básica de Cidadania. *In*: ENCONTRO NACIONAL, ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CENTROS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA (ANPEC), 33. Natal, 6-9 dez. 2005.

UHLIG, A. **Lenha e carvão vegetal no Brasil**: balanço oferta-demanda e métodos para a estimação do consumo. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Instituto de Eletrotécnica e Energia, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-14052008-113901/>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

AGROPECUÁRIA NO CONTEXTO DA ECONOMIA DE BAIXO CARBONO

Gustavo Barbosa Mozzer*

1 INTRODUÇÃO

A agropecuária se distingue dos demais setores no que se refere ao tratamento do tema das mudanças climáticas, uma vez que a segurança alimentar é absolutamente prioritária tanto do ponto de vista fisiológico e nutricional quanto do estratégico e político.

Os desdobramentos das negociações climáticas têm apontado para a necessidade de intensificação de esforços de mitigação em absolutamente todos os setores da economia mundial. A reunião de Cancun (Conferência das Partes – COP 16/ Encontro das Partes – MOP 6) reforçou a urgência de ações enérgicas de mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE) da ordem de 24% a 40% abaixo dos níveis de 1990 até 2020 a fim de buscar assegurar a estabilidade climática perseguida pelo Grupo de Trabalho (GT 3) no *4º Relatório de Avaliação de Mudanças Climáticas* do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Em 2012, a Cúpula da Terra celebrará o seu 20º aniversário coordenando uma nova reunião na cidade do Rio de Janeiro (Rio+20), cujo objetivo principal será a discussão dos passos necessários para se alcançar um novo paradigma ao modelo econômico global. A incorporação da sustentabilidade nos processos econômicos permitirá o avanço de um novo degrau, consolidando e difundindo conceitos do novo modelo de economia verde.

A economia verde para vários setores significará implementar processos orientados para a produtividade e para a eficiência no consumo energético e em todos os passos da cadeia produtiva, incluindo o uso de matérias-primas, a meia-vida dos produtos e os processos de descarte e de reciclagem. De modo geral, adotar padrões mais sustentáveis envolve um extensivo processo de inventário de emissões de gases de efeito estufa e a estruturação de um plano sistematizado

* Pesquisador de Mudanças do Clima da Coordenadoria de Intercâmbio do Conhecimento, da Secretaria de Relações Internacionais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (SRI/Embrapa).

para o seu monitoramento e, por fim, a aplicação de soluções, muitas vezes já disponíveis em prateleira.

Para a quase totalidade dos setores econômicos, o principal componente em termos de emissões de GEE é o consumo direto e indireto de combustíveis fósseis, seja na geração de eletricidade, de calor, seja no transporte. Neste cenário, fazer a transição para uma economia verde implicará mudar os padrões de consumo de combustíveis fósseis, adotando novas fontes energéticas e melhorando a eficiência do consumo.

O setor agrícola, entretanto, depara-se com um desafio diferenciado, uma vez que resta inegável a importância de suas contribuições em termos de emissões de gases de efeito estufa, tanto decorrentes do consumo de combustíveis fósseis, quanto das emissões dos rebanhos bovinos e ovinos, dos processos de decomposição anaeróbia associados a sistemas produtivos alagados e ao tratamento e à disposição de resíduos animais, além dos potenciais efeitos deletérios da atividade agrícola e pecuária malmanejada sob o solo e sistemas florestais. Assim, as emissões de GEE deste setor estão tanto associadas ao consumo energo-intensivo de combustíveis fósseis nos processos produtivos quanto à natureza das práticas e dos produtos.

Há que se atentar ao fato de que os custos de mitigação para os diferentes setores da economia não seguem uma razão simétrica. Eles respondem a variáveis socioambientais sendo diretamente influenciados pela complexa inter-relação entre tipos de atividade tanto do ambiente em que ela se insere quanto da capacidade dos atores de absorver informações e modificar seus comportamentos.

A seção 2 discute as assimetrias estratégicas nas práticas e prioridades da política internacional sobre mudança do clima. A seção 3 analisa o perfil das emissões das atividades agropecuárias e a seção 4 destaca a relevância do setor na trajetória de baixo carbono, em particular da economia brasileira. Por último, na seção 5, discute-se a recente estratégia brasileira para uma agricultura de baixo carbono.

2 A REGULAÇÃO INTERNACIONAL

A relevância dos setores produtivos não tem sido simétrica ou proporcionalmente representada nas estratégias, práticas e prioridades da política internacional sobre mudança do clima. A razão para tal assimetria advém da estratégia adotada durante a implementação do Protocolo de Quioto, durante a COP 3 em 1997. Àquele tempo, priorizou-se demonstrar ser possível desenvolver um instrumento multilateral que viabilizasse posturas decisivas no que se refere ao enfrentamento das mudanças climáticas. Quioto demonstrou que esta tarefa é, entretanto, extremamente complexa, o que é agravado pelo fato de nações, mesmo as desenvolvidas, encontrarem-se em condições distintas no que se refere ao interesse popular e à vontade política para solucionar o problema.

Nesse contexto as regras adotadas para o primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto foram desenvolvidas com foco no setor industrial, uma vez que este representava e ainda representa, em ordem de importância, o mais relevante setor em termos de emissões globais de GEE. Ademais, o monitoramento das atividades industriais seria muito mais simples do que em outros setores. O setor florestal também logrou algum êxito em iniciar um processo de discussão setorial específico, entretanto, outros setores também peculiares, tal como o agropecuário, permaneceram semialijados do processo até muito recentemente.

Ao longo dos últimos anos Quioto mostrou-se um instrumento versátil e eficaz para promoção de cooperação entre países desenvolvidos e em desenvolvimento visando potencializar ações e atividades que pudessem maximizar o uso do capital para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, promovendo transferência de tecnologia e potencializando o desenvolvimento sustentável sub-regional.

Constatou-se que alcançar o objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC),¹ “a estabilização da concentração de gases de efeito estufa num nível tal que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático”, não seria facilmente atingido. Tal desafio demandaria um esforço muito superior àquele empenhado pelos signatários do Protocolo de Quioto em 1992.

Nesse sentido e buscando ampliar o potencial de eficiência do instrumento multilateral negociado no âmbito da convenção, a COP 13, em Bali, Indonésia, estabeleceu uma estratégia para negociação da segunda fase do Protocolo de Quioto (Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Compromissos Adicionais para as Partes do Anexo I no Âmbito do Protocolo de Quioto – AWG-KP) e, paralelamente, a negociação de um acordo sistêmico do Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Ações de Cooperação de Longo Prazo no Âmbito da Convenção (AWG-LCA) que pudesse cooptar os Estados Unidos a assumir compromissos equivalentes aos acordados por outros países do Anexo I, em especial a Comunidade Europeia, o Japão e o Canadá.

A estrutura da negociação do Acordo de Bali permitiu que as discussões acerca de mudança do clima pudessem avançar paralelamente, considerando não somente as regras de Quioto, mas também discutindo novos paradigmas e conceitos que poderiam ser desenvolvidos no âmbito da CQNUMC.

Sob a lógica deste novo paradigma as discussões sobre o papel da agricultura no contexto do enfrentamento global da mudança do clima têm ganhado significativa importância. Vale destacar que a própria convenção ressalta no seu Art. 2º que a estabilização da concentração de gases de efeito estufa deva ser alcançada

1. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

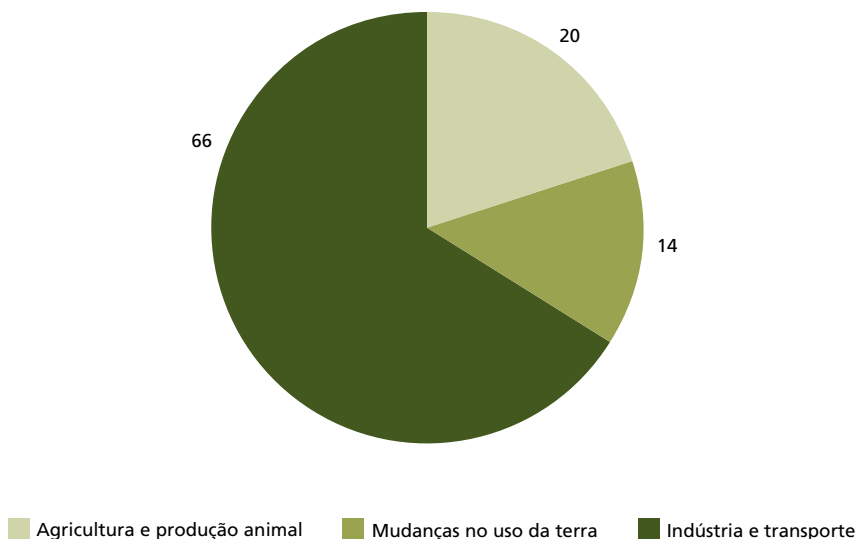
(...) num prazo suficiente que permita aos ecossistemas se adaptarem naturalmente à mudança do clima, que assegure que a produção de alimentos não seja ameaçada e que permita ao desenvolvimento econômico prosseguir de maneira sustentável.

Respondendo por cerca de 20% das emissões globais de GEE o setor agrícola agrega-se a outros 14% referentes a emissões antrópicas associadas aos processos de mudança no uso da terra, totalizando 34% das emissões globais de GEE, conforme observado no gráfico 1.

GRÁFICO 1

Emissões antrópicas líquidas globais de gases de efeito estufa

(Em %)



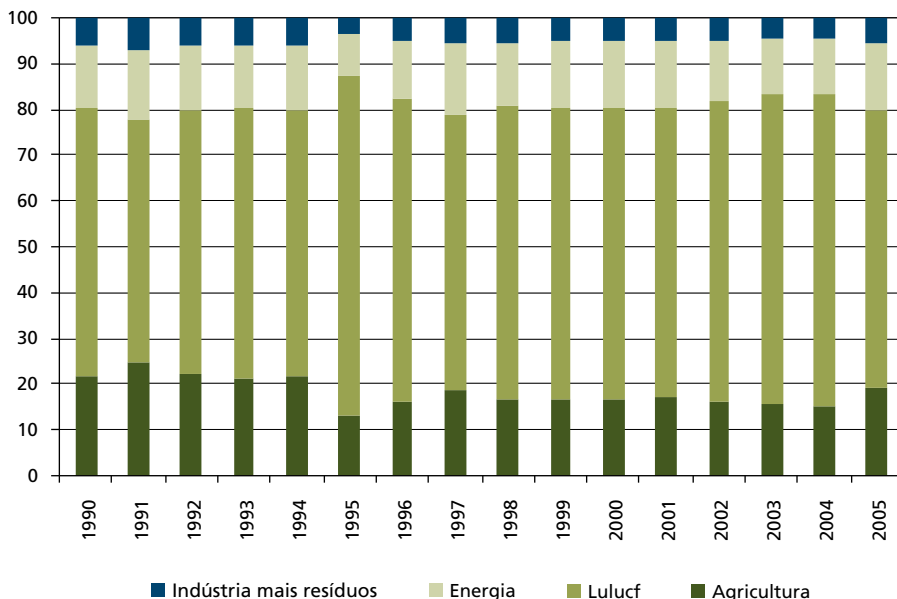
Um recente relatório (FORESIGHT, 2011) publicado pelo governo inglês destaca a grande vulnerabilidade do setor agrícola frente à necessidade de responder até 2050 com desafios de aumento na produção de alimentos em cerca de 40% e contribuir com a conservação de recursos hídricos da ordem de 30% e com a produção de energia em 50%.

3 O PERFIL DAS EMISSÕES DO SETOR AGRÍCOLA NACIONAL

No 2º Inventário Brasileiro de Gases de Efeito Estufa, publicado em 2010 com dados referentes até 2005, o setor agrícola se manteve como o segundo mais relevante em termos globais de emissões de GEE no Brasil ao longo dos últimos 16 anos. Durante este período, o setor agrícola chegou a representar 24,75%

das emissões nacionais em 1991, tendo decrescido sua importância durante os cinco anos seguintes quando alcançou sua menor representação relativa em 1995 (12,90%), coincidindo com o pico de emissões decorrentes do desmatamento, próximo a dois milhões de toneladas (t) de carbono equivalente (gráfico 2).

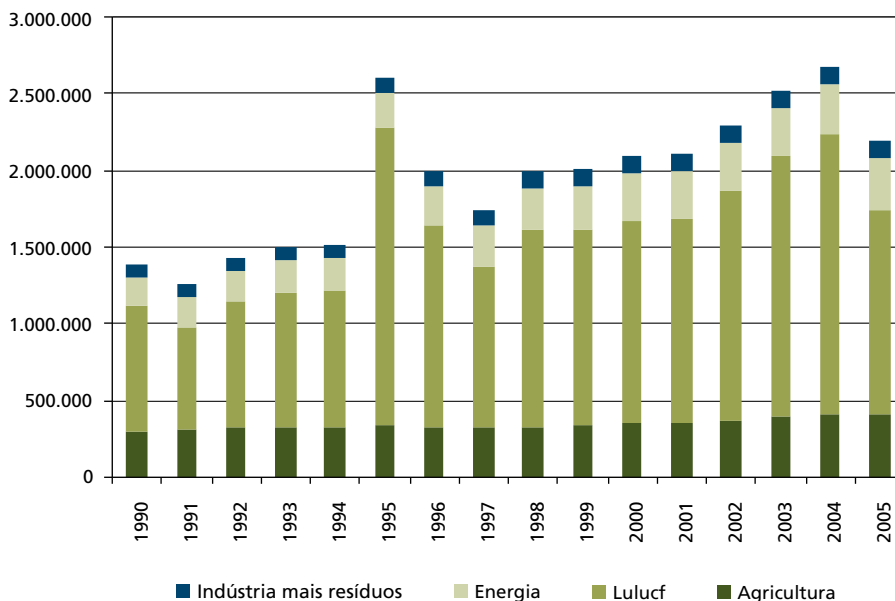
GRÁFICO 2
Importância relativa dos setores da economia brasileira em emissões de GEE
 (Em %)



Fonte: 2ª Inventário Brasileiro de Gases de Efeito Estufa/MCT (2010).
 Nota: 1 Land use landuse change (uso e mudança do uso da terra).

Nos últimos cinco anos o setor agrícola tem sistematicamente elevado suas emissões em número absoluto (gráfico 3), entretanto, em termos relativos, tem preservado certa estabilidade com tendência recente (2005) de aumento de sua importância (18,96%), possivelmente em função da sensível redução das emissões pelo desmatamento.

GRÁFICO 3
Emissões brasileiras líquidas em CO₂eq – 1990-2005

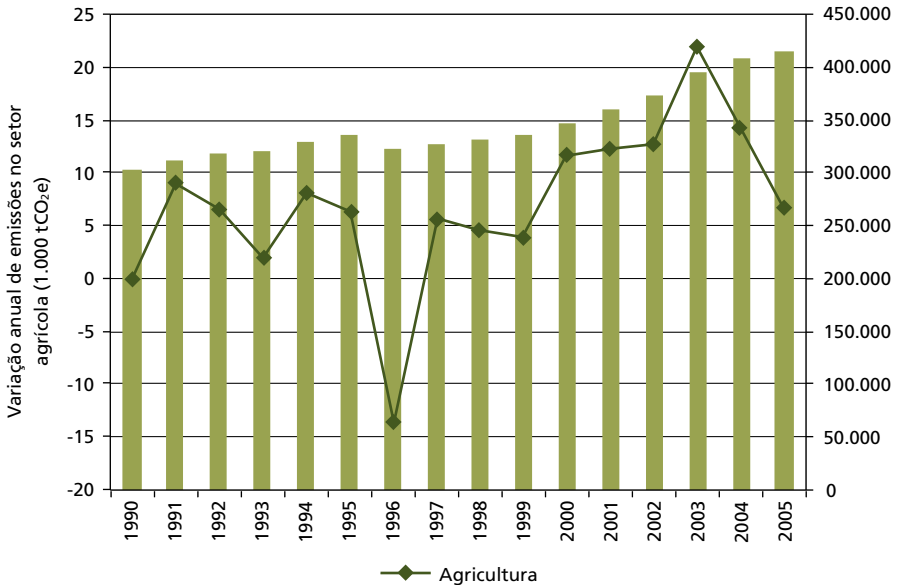


Fonte: 2º Inventário Brasileiro de Gases de Efeito Estufa/MCT (2010).

Do ponto de vista de emissões líquidas o setor agrícola tem, ao longo dos últimos anos, apresentado incrementos sistemáticos de suas emissões de GEE (gráfico 3). Considerando a forte tendência de redução de emissões no setor de mudança do uso da terra e florestas, é natural que a importância relativa dos demais setores se eleve ao longo dos próximos anos.

Durante a última década, o incremento nas emissões do setor agrícola não tem sido constante (gráfico 4), tendo sido observadas taxas de incremento anuais inferiores a 10 mil toneladas de CO₂eq entre 1990 e 1999. Entre os anos de 2000 e 2003 observou-se um relevante incremento nas taxas, atingindo o pico de 21.994 toneladas de CO₂eq em 2003. Entre 2003 e 2005, observa-se uma tendência de reversão na pressão de incremento das emissões do setor retornando em 2005 a taxas de incremento (6.559 toneladas de CO₂eq) observadas durante a década de 1990.

GRÁFICO 4
Emissões líquidas do setor agrícola brasileiro (histograma) e flutuação da taxa anual de incremento das emissões no setor em toneladas de CO₂eq – 1990-2005



Fonte: 2º Inventário Brasileiro de Gases de Efeito Estufa/MCT (2010).

4 O SETOR AGRÍCOLA NA TRAJETÓRIA DE BAIXO CARBONO

A relevância estratégica do setor agrícola para a mudança do clima está no fato de que há uma inquestionável necessidade de expansão da produção para atender às demandas atuais e futuras de suprimento alimentar. Está também na premissa de que a expansão da produção não deve contribuir negativamente com uma elevação dos níveis atuais de emissões, e tampouco pode ser alcançada via processos que resultem em perda de áreas de vegetação nativa, comprometendo assim a sustentabilidade ambiental.

Deste modo, não há solução única, sendo necessário esforço conjunto em várias frentes, que combine o aumento da produção sustentável, de alimentos e de energia, com as preocupações com mudanças climáticas. Para a solução do desafio agrícola, o relatório inglês de Foresight (2011) aponta a necessidade preeminente de não se descartar o uso de tecnologias como modificações genéticas, clonagem e nanotecnologia.

Para o setor agrícola, envolver-se no processo de transição para o novo modelo econômico mundial focado na produtividade e na sustentabilidade não é uma opção e sim uma condição necessária para assegurar os investimentos e o desenvolvimento

e a difusão de tecnologias que permitam incrementar a resiliência sistêmica do setor ao aumento do estresse de temperatura e pluviosidade cada vez mais frequentes com a intensificação dos efeitos climáticos decorrentes do aquecimento global.

Novas oportunidades surgirão associadas ao processo de transição de uma economia energia-intensiva para um ambiente cada vez mais atento e preocupado com a eficiência nos processos produtivos e, conseqüentemente, com a internalização de externalidades que possam estar relacionadas ao aumento do aquecimento global.

A percepção de que há grande potencialidade na adoção de um novo modelo agrícola, capaz de fomentar o aumento de eficiência produtiva, e na melhor gestão do solo, na medida em que reduz as taxas históricas de emissões de GEE, tem motivado vários atores envolvidos no processo produtivo, em especial países desenvolvidos, para os quais o setor agrícola tem significativa importância relativa, a promoverem uma campanha para viabilizar sua adoção internacional.

A quantificação do passivo ambiental decorrente da prática agrícola será em poucos anos incorporada ao comércio internacional na forma do conceito de “pegada de carbono” ou no impacto que uma determinada atividade gera em termos de contribuição para o aquecimento global. Deste modo, quanto maior a pegada de carbono de uma determinada atividade, maior será o passivo climático gerado.

O processo de negociação internacional sob o tema agrícola tem se desenvolvido tanto no âmbito multilateral da convenção, quanto em ações plurilaterais, por exemplo, a Aliança Global de Pesquisa sobre Gases de Efeito Estufa na Agropecuária, cujo objetivo é fomentar a interação entre pesquisadores e promover o desenvolvimento de métrica para comparar as emissões de GEE entre processos agropecuários em distintos países.

No âmbito da CQNUMC, busca-se reconhecer o potencial de mitigação de emissões via adoção de boas práticas agrícolas. Neste sentido, um texto discutindo tratamento específico para o setor agrícola foi proposto ao longo do processo de negociação em Copenhague (COP 15), Dinamarca.

A estratégia amplamente apoiada pelos países desenvolvidos teve seu início com uma submissão do Uruguai. Seu objetivo foi o de discutir agricultura no âmbito do item 1b4 (abordagem setorial para mitigação), cujo escopo inicial era exclusivamente *bunker fuels* (combustíveis de navios e aviões). Do ponto de vista dos países desenvolvidos há claramente a percepção de que incluir agricultura em 1b4 deva ser estrategicamente interessante, uma vez que possibilitaria a abertura de uma discussão específica para o setor agrícola no âmbito da CQNUMC. Isto potencialmente poderia viabilizar um tratamento diferenciado para questões sensíveis, tais como um mercado ou esquema de comércio de reduções de emissões

no setor agrícola, a permanência do carbono no solo e a integridade ambiental do sistema climático.

Adicionalmente, os países desenvolvidos tentam ressaltar a relevância da mitigação para o setor agrícola visto que, historicamente, o texto da convenção privilegia menções ressaltando a importância da manutenção dos níveis de produção (CQNUMC, 1998, Art. 2^a), conseqüentemente privilegiando conceitos de adaptação em detrimento da mitigação.

O engajamento nessa discussão se deu de maneira muito polarizada entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento. Para o Brasil, era evidente a importância de se discutir agricultura no âmbito da convenção, entretanto, a principal posição defendida pela delegação nacional era de que a discussão sobre o setor agrícola deveria se dar de modo balanceado entre adaptação, mitigação e eficiência. Os argentinos demonstraram clara e enfática preocupação em assegurar que o texto salvasse garantias de que ações de mitigação na agricultura não deveriam gerar obrigações futuras ou conseqüências malélicas para o comércio internacional, como o estabelecimento de padrões de comparação. Os Estados Unidos e a Nova Zelândia defenderam ostensivamente a introdução de conceitos de mitigação na agricultura, tentando vinculá-los à ideia de sequestro de carbono no solo.

Especula-se que os Estados Unidos devam transferir os custos da adoção de práticas que resultem em redução de emissões de GEEs em setores específicos de sua economia ao mercado externo, por meio de políticas não tarifárias. Entre estes setores, aponta-se a agricultura como um componente estratégico da política de redução de emissões norte-americana por meio da promoção de práticas e de processos que potencializem o sequestro de carbono no solo.

Durante a reunião de Cancun (COP 16 COP/MOP 6), um entendimento sobre o texto de agricultura não pôde ser alcançado, fundamentalmente em função de fortes divergências sobre o tratamento do comércio internacional.

Paralelamente à negociação conduzida no âmbito da CQNUMC, os norte-americanos, em parceria com os neozelandeses apresentaram a ideia de um arranjo plurilateral denominado Aliança Global de Pesquisa sobre Gases de Efeito Estufa na Agropecuária, cujo principal objetivo era promover o intercâmbio de conhecimento científico e potencializar ações de mitigação no setor agrícola. Entretanto, especula-se que esta aliança possa servir também como um instrumento para promover a padronização metodológica e o desenvolvimento de modelos de comparação da taxa de emissão por produtos no setor agrícola.

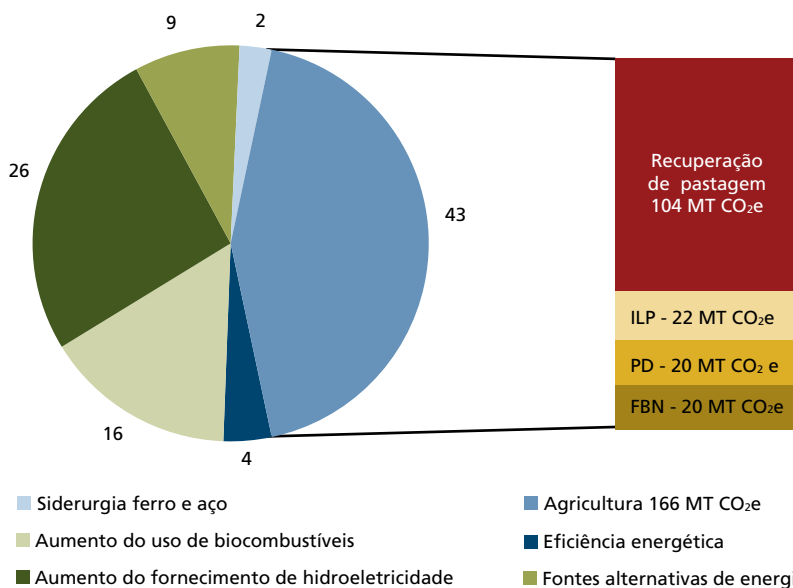
O Brasil tem adotado uma postura enfática em defesa do equilíbrio de tratamento entre adaptação e mitigação no contexto da negociação da aliança e até o momento ainda não formalizou sua adesão a esta iniciativa.

5 A ESTRATÉGIA BRASILEIRA

Internamente, o Brasil desenvolve uma política específica para promover a transição do modelo de pecuária tradicional, extensivo, ineficiente e pouco produtivo para um modelo mais eficiente, com melhores taxas de uso do solo e capaz de promover mais produtividade com menores taxas de emissões de GEE. O setor agrícola é, portanto, parte inerente e fundamental para a implementação da estratégia brasileira de mitigação emissões de GEE, apresentada em dezembro de 2009 durante a COP 15, em Copenhague, na Dinamarca, como ilustra o gráfico 5.

GRÁFICO 5

Ações nacionalmente apropriadas para redução de emissões de GEE propostas pelo Brasil em Copenhague durante a COP 15, com ênfase no setor agrícola
(Em %)



Fonte: Nota à imprensa nº 31, de 29 de janeiro de 2010/Ministério das Relações Exteriores (MRE).

Obs.: MT = megatonelada, ILP = integração lavoura pecuária, PD = plantio direto, FBN = fixação biológica de nitrogênio

A expectativa para o setor agrícola é ao fim dos próximos dez anos ter sido capaz de reduzir 166 milhões de toneladas de CO₂eq, o que representa 43% dos esforços de mitigação nacional (gráfico 5), deduzido o componente de redução de 80% da taxa de desmatamento na Amazônia e 40% no Cerrado, que sozinho representa 669 milhões de toneladas do CO₂eq.

As estratégias de mitigação propostas para o setor agrícola são as seguintes:

- Recuperação de pastagens degradadas: recuperar uma área de 15 milhões de hectares (ha) de pastagens degradadas por meio do manejo adequado e adubação, o que corresponde à redução de 83 a 104 milhões tCO₂eq.

- Integração lavoura – pecuária – floresta (iLPF): aumentar a área com o sistema iLPF em 4 milhões de ha, reduzindo de 18 a 22 milhões de tCO₂eq.
- Sistema Plantio Direto (SPD): ampliar a utilização do SPD na palha em 8 milhões de ha, correspondendo à redução de 16 a 20 milhões de tCO₂eq.
- FBN: ampliar o uso da fixação biológica em 5,5 milhões de ha, correspondendo à redução de 10 milhões de tCO₂eq.

Adicionalmente, foram propostas as seguintes estratégias:

- Promover ações de reflorestamento, expandindo a área com florestas plantadas, sendo esta atualmente destinada à produção de fibras, madeira e celulose em 3 milhões de ha, passando de 6 milhões de ha para 9 milhões de ha.
- Ampliar o uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de m³ de dejetos de animais para geração de energia e produção de composto orgânico.

As estratégias nacionais de mitigação de GEE foram ratificadas em dezembro de 2009, no Art. 12 da lei que institui a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC), Lei nº 12.187, assim definindo que:

(...) Poder Executivo estabelecerá, em consonância com a Política Nacional sobre Mudança do Clima, os Planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono, na geração e distribuição de energia elétrica, no transporte público urbano e nos sistemas modais de transporte interestadual de cargas e passageiros, na indústria de transformação e na de bens de consumo duráveis, nas indústrias químicas fina e de base, na indústria de papel e celulose, na mineração, na indústria da construção civil, nos serviços de saúde e na agropecuária, com vistas em atender metas gradativas de redução de emissões antrópicas quantificáveis e verificáveis, considerando as especificidades de cada setor, inclusive por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL e das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas – NAMAs.

O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas Visando à Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura encontra-se em fase avançada de elaboração devendo ao longo de 2011 ou no início de 2012 entrar na fase de consulta pública.

O processo de elaboração do referido plano de trabalho se deu de forma participativa com a formação de um GT, sob a coordenação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e da Casa Civil da Presidência da República, e composto inicialmente por representantes do governo federal,

da Embrapa, do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), do Ministério da Fazenda (MF), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Posteriormente, ocorreu a ampliação desse GT, incorporando-se representantes de organizações indicadas pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) e pelo Observatório do Clima: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (CONTAG), Organização das Cooperativas do Brasil (OCB), Central Única dos Trabalhadores (CUT), Instituto de Estudos Socioeconômicos (INESC), Conservação Internacional (CI) e World Wildlife Fund (WWF) – Brasil.

Entre as principais ações propostas no plano setorial da agricultura, destaca-se a regularização ambiental das propriedades rurais e a intensificação das ações do Programa Terra Legal, visando efetivar a regularização fundiária dos imóveis na Amazônia Legal.

Relacionadas à assistência técnica, capacitação e informação destacam-se as seguintes estratégias:

- Transferência de tecnologia, incluindo formação de capacitadores, capacitação de técnicos e de produtores, estímulo à formação de redes de técnicos, elaboração de planos técnicos e assistência técnica aos produtores, além da realização de dias-de-campo, palestras, seminários, *workshops*, implantação de Unidades de Referência Tecnológica (URTs).
- Produção de material de divulgação e campanhas, inclusive televisivas (TV Banco do Brasil) para mostrar os benefícios econômicos e ambientais das ações previstas nos subprogramas.
- Realização de chamadas públicas para a contratação de serviços de assistência técnica e extensão rural (Ater) para a elaboração e a implementação de projetos para agricultores familiares e assentados da reforma agrária.
- Realização de campanhas dirigidas visando estimular a implementação de iLPFs e Sistemas Agroflorestais (SAFs) em corredores ecológicos e para recomposição nas áreas de proteção permanente (APP) e de reserva legal nas pequenas propriedades.

Com a finalidade de oferecer incentivos econômicos e financiamento aos produtores para implementar as atividades do plano, o Mapa desenvolveu um programa cujo objetivo específico é a promoção da implementação de boas práticas agrícolas. Batizado de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC), este programa visa estabelecer um amplo processo de diálogo entre os atores envolvi-

dos no sistema produtivo nacional, conduzindo um processo de capacitação e de transferência de tecnologia em âmbito nacional, regional e sub-regional.

O Plano Agrícola e Pecuário 2010-2011 incorpora as premissas definidas no programa ABC, ressaltando a intenção do Mapa em fomentar uma linha de crédito específica para financiar a produção rural comprometida com a redução dos gases causadores do efeito estufa.

Em termos práticos, as ações propostas no Plano Agrícola e Pecuário 2010-2011 destacam, no âmbito do programa ABC, a destinação de R\$ 2 bilhões para financiar práticas adequadas, tecnologias adaptadas e sistemas produtivos eficientes que contribuam para a mitigação da emissão dos gases de efeito estufa.

Adicionalmente o Plano Agrícola e Pecuário 2010-2011 aloca ao Programa de Incentivo à Produção Sustentável do Agronegócio (Produsa) R\$ 1 bilhão a fim de estimular a recuperação de áreas destinadas à produção agropecuária que, embora ainda produtivas, oferecem desempenho abaixo da média devido à deterioração física ou à baixa fertilidade do solo. Há ainda outras linhas de crédito rural disponíveis para financiar as atividades previstas no plano setorial da agricultura (Programa de Plantio Comercial e Recuperação de Florestas – PROPFLORA, Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF Floresta, Linha de Crédito para Investimento em Energia Renovável e Sustentabilidade Ambiental – PRONAF Eco).

Em termos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, constata-se que, apesar das tecnologias disponíveis para as ações previstas, será necessário o fomento continuado, ao longo do período do plano, para as ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação, visando a avanços nos arranjos tecnológicos previstos no plano. Entre estas ações, merecem destaque:

- Pesquisa e desenvolvimento de inoculantes para FBN em novas culturas, genética das espécies florestais, adequação de máquinas e implementos, alternativas ao uso de herbicidas e indicadores de qualidade em SPD.
- Elaboração de estudos regionais sobre a sustentabilidade ambiental e a rentabilidade econômica e financeira das tecnologias, em especial iLPF e SPD.
- Elaboração de zoneamento das pastagens, visando identificar áreas prioritárias para a implantação das atividades do plano.
- Mapeamento das aptidões regionais para implantação e adequação de iLPF, com identificação e criação de banco de dados sobre experiências regionais.
- Fortalecimento e/ou ampliação das redes de monitoramento de longo prazo.

- Necessidade de aprimoramento e/ou desenvolvimento dos fatores de emissão e dos indicadores técnicos/científicos para contribuição climática.

As ações descritas no plano setorial da agricultura contemplam os seguintes temas:

- Incentivo a mecanismos de certificação, em especial na pecuária sustentável.
- Identificação de barreiras e de oportunidades de mercado para a comercialização dos produtos oriundos de iLPF, com base para novas ações visando à melhoria e ao acesso aos mercados, à redução de custos de escoamento e à agregação de valor aos produtos.
- Elaboração de estudos técnicos microrregionais para identificar alternativas de acesso aos insumos, considerando o balanço final de emissões de GEE.
- Disponibilidade de insumos básicos e inoculantes para agricultores familiares e de assentados da reforma agrária.
- Fomento a viveiros florestais e redes de coletas de sementes de espécies nativas, implantação de viveiros florestais em assentamentos de reforma agrária e estabelecimento de programa de aquisição e distribuição de mudas de espécies florestais no âmbito do Programa Mais Ambiente.

O monitoramento da aplicação desses investimentos e de sua eficácia em termos de mitigação de emissões de GEE ficará a cargo do MF, que vem trabalhando em grande proximidade com a Embrapa.

Já o monitoramento da eficácia da implementação das ações previstas no plano setorial da agricultura ficarão a cargo da Embrapa, que centralizará a coleta e o processamento de informações. A coordenação deste trabalho será feita por meio de uma nova Unidade Laboratorial Multi-Institucional, envolvendo instituições públicas de pesquisa e ensino, cuja responsabilidade será a análise de imagens de satélite e de documentos referentes ao monitoramento das ações do plano setorial de agricultura.

Ainda neste sentido, a Embrapa está desenvolvendo linhas de pesquisa específicas para o tratamento do tema mudança do clima para o setor da pecuária, de grão e de floresta. Os projetos estão sendo desenhados de modo coordenado de forma a permitirem a discussão de assuntos transversais, por exemplo, a fixação de carbono no solo e a padronização e a comparabilidade metodológica.

Em suma, o Brasil está atuando de maneira integrada, articulando seu posicionamento internacional e, ao mesmo tempo, desenvolvendo políticas, pro-

gramas e práticas locais, visando adequar-se à nova ordem econômica mundial da economia verde e deste modo assegurando a manutenção da competitividade e da eficiência do agronegócio nacional frente aos novos desafios decorrentes das mudanças climáticas globais.

REFERÊNCIAS

AÇÕES DE MITIGAÇÃO NACIONALMENTE APROPRIADAS (NAMAs). **Submissão Brasileira ao Acordo de Copenhague**. Disponível em: <http://unfccc.int/files/meetings/application/pdf/brazilcphaccord2_app2.pdf>. Acesso em: jan. 2010.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Programa de Incentivo à Produção Sustentável do Agronegócio (Produsa)**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/produsa.html>. Acesso em: abr. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2010-2011**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/arquivos_portal/Plano_Internet2010_2011.pdf>. Acesso em: abr. 2011.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (CQNUMC). **O Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**, 1998. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/28739.html>>. Acesso em: 16 fev. 2010.

_____. **Plano de Ação de Bali – Decisão 1/COP 13**, 14 mar. 2008. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf#page=3>>.

_____. **Ad Hoc Working Group on Long-Term Cooperative Action under the Convention**, 22 June 2009a. FCCC/AWGLCA/2009/INF.1. Disponível em: <unfccc.int/resource/docs/2009/awglca6/eng/inf01.pdf>.

_____. **Acordo de Copenhague**, 18 Dec. 2009b. FCCC/CP/2009/L.7. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/l07.pdf>>.

FORESIGHT. **The Future of Food and Farming**, 2011. Disponível em: <<http://www.bis.gov.uk/assets/bispartners/foresight/docs/food-and-farming/11-546-future-of-food-and-farming-report.pdf>>.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Climate Change 2007: mitigation**, 2007. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

TRANSPORTE RODOVIÁRIO E MUDANÇAS DO CLIMA NO BRASIL*

Patrícia Helena Gambogi Boson**

1 INTRODUÇÃO

O tema mudanças do clima suscita ainda muitas controvérsias, especialmente sobre o grau de responsabilidade da ação antrópica no processo de aceleração das alterações dos parâmetros climatológicos de forma global. O assunto carrega em si a vantagem de promover convergências temáticas sobre a necessidade de se desenvolver melhorias na relação homem – natureza. Trata-se de um despertar coletivo para a busca da qualidade de vida, traduzida nas conquistas tecnológicas e na aquisição de bens, que, por meio da aplicação de modelos socioeconômicos adequados e justos, devem proporcionar uma vida mais longa e prazerosa para todos, ou seja, sem causar externalidades socialmente excludentes e ambientalmente degradantes e comprometer a qualidade de vida das gerações futuras.

Uma discussão sobre o transporte rodoviário, no Brasil, apresenta-se como de grande relevância. Seja pelo fato de se postar como o segundo maior contribuinte nas emissões dos gases de efeito estufa (GEE), em torno de 7% a 9% do total (BRASIL, 2010), seja por ser responsável por 90% do óleo diesel consumido no setor de transporte, que é 80% do total consumido no país. Causa, a partir das emissões dos veículos, a perda de qualidade do ar e, conseqüentemente, de qualidade de vida – desconforto e riscos à saúde das populações, destacadamente aquelas concentradas nos grandes centros urbanos.

A relevância do setor para a temática ambiental se revela ainda no fato de que o transporte, especialmente o urbano, é um serviço em constante expansão, pois se trata de uma necessidade humana básica, intrínseca ao processo de desenvolvimento. Segundo Branco *et al.* (2009), a demanda por transporte de passageiros e carga cresce de 1,5 a 2 vezes mais rápido que o produto interno bruto (PIB) em países em desenvolvimento, sendo que o maior crescimento se dá no modal

* Agradecimentos à Confederação Nacional do Transporte (CNT), especialmente sua diretoria e toda sua equipe técnica que atua na área ambiental, pela oportunidade dada de tomar conhecimento desse rico universo que é o setor de transporte e pelas informações preciosas e essenciais para a construção deste capítulo.

** Representante da CNT no Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama).

rodoviário. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU), mais da metade da população mundial vive nas cidades e, até 2050, quase 90% desta, cuja estimativa é de seis bilhões de pessoas, estará habitando o espaço urbano, com clara reprodução na demanda por transporte.

Outro ponto importante a fortalecer a relevância do setor de transporte rodoviário no âmbito das discussões ambientais, com reflexos nas questões sobre mudanças do clima, é a característica da matriz brasileira de transporte. Conforme dados apresentados pela CNT, nossa matriz de transporte de carga é composta em 62% por modal rodoviário. Paralelamente, o país possui 1,6 milhão km de malha rodoviária, dos quais apenas 211 mil km são pavimentados e mais de 53% da frota de caminhões têm tecnologia ambientalmente defasada. Os impactos ambientais negativos são evidentes.

Assim, qualquer que seja o grau de preocupação das lideranças públicas e empresariais, de modo geral, e dos gestores ambientais, em particular, quanto ao esforço global para minimizar as emissões dos GEE e seus efeitos negativos, a verdade é que políticas apropriadas para o transporte, especialmente o rodoviário, são essenciais na busca de melhor qualidade de vida. Para as lideranças não céticas quanto à ação humana e seus reflexos nas mudanças do clima, se o Brasil pretende mesmo se engajar de forma responsável nesse esforço, a questão do transporte rodoviário deve seguir a do desmatamento na liderança do processo de construção de propostas de programas e projetos de mitigação das emissões, a fim de dar-se uma verdadeira e efetiva contribuição.

Acreditando nessa premissa, vários segmentos da sociedade civil, especialmente a CNT, as academias, os centros de estudos e pesquisa e as organizações não governamentais (ONGs) vêm, ao longo dos últimos dois anos, discutindo com afinco a participação do setor de transporte no processo de políticas para as mudanças do clima. Apresentamos, neste texto, uma leitura desses estudos – em especial, o estudo intitulado *Geração e mitigação de gases de efeito estufa pelos transportes no Brasil* (FGV; EPC, 2010) e os resultados da Oficina Nacional Transporte e Mudanças Climáticas, promovida pela CNT, em parceria com o Centro de Transporte Sustentável do Brasil (CNT; CTS-BRASIL, 2009) e com o apoio da Embaixada do Reino Unido.

2 CENÁRIO NACIONAL DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO

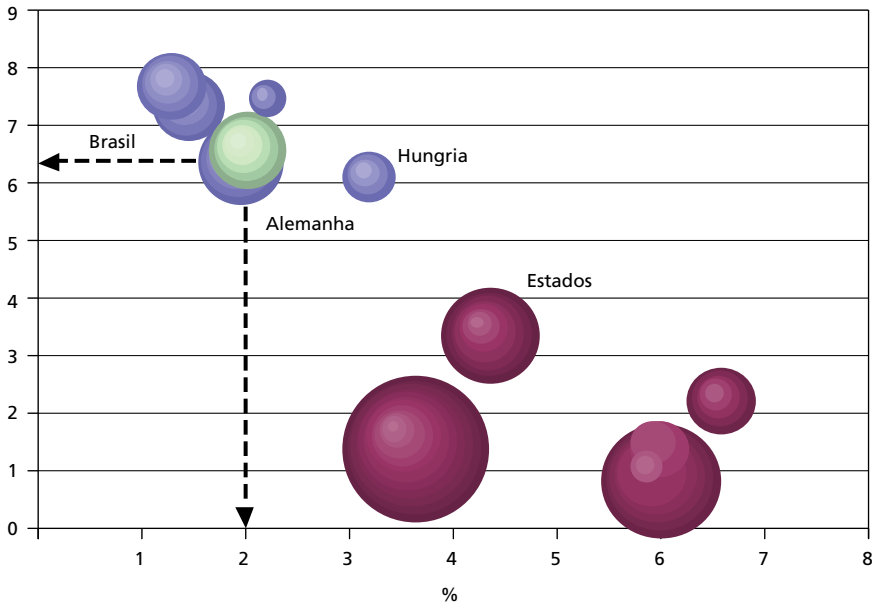
Dados sobre as características do transporte rodoviário no país são importantes para que se possa aferir a real contribuição dessa atividade na emissão de GEE e avaliar as medidas que o Brasil precisa apresentar e implementar para mitigação das emissões desses gases em seu território. Seja para o cumprimento de metas estabelecidas na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), seja pela

execução dos compromissos internacionais assumidos. Isto posto, apresentamos a seguir algumas dessas principais características.

2.1 Transporte rodoviário de carga

Apesar de sua dimensão continental, o Brasil anda sobre rodas, por contingências históricas e continuados e sistêmicos erros na aplicação de políticas públicas. Diferentemente de países com características semelhantes (gráfico 1), o modal rodoviário responde por 62% do transporte de carga, contra apenas 20% do ferroviário, e não mais que 18% do aquaviário. De acordo com dados apresentados em Carvalho (2010), documento lançado pelo governo do estado de São Paulo, com relação à emissão de CO₂, o transporte hidroviário emite 20 kg/1000 KTU, o ferroviário 34 e o rodoviário 116. Essa é uma situação de desvantagem para o país.

GRÁFICO 1
Matriz de transporte em KTU



Fonte: Anuário Estatístico 2001 do Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes (GEIPOT).
Obs.: A área do círculo representa a utilização do modal aquaviário.

As características da frota de caminhões agravam a situação. De fato, segundo dados apresentados pela CNT e CTS-Brasil (2009), tem circulado no país aproximadamente 1,3 milhão de caminhões, dos quais 45% têm mais de 20 anos de uso e cerca de 20% (260 mil) têm mais de 30 anos de uso.

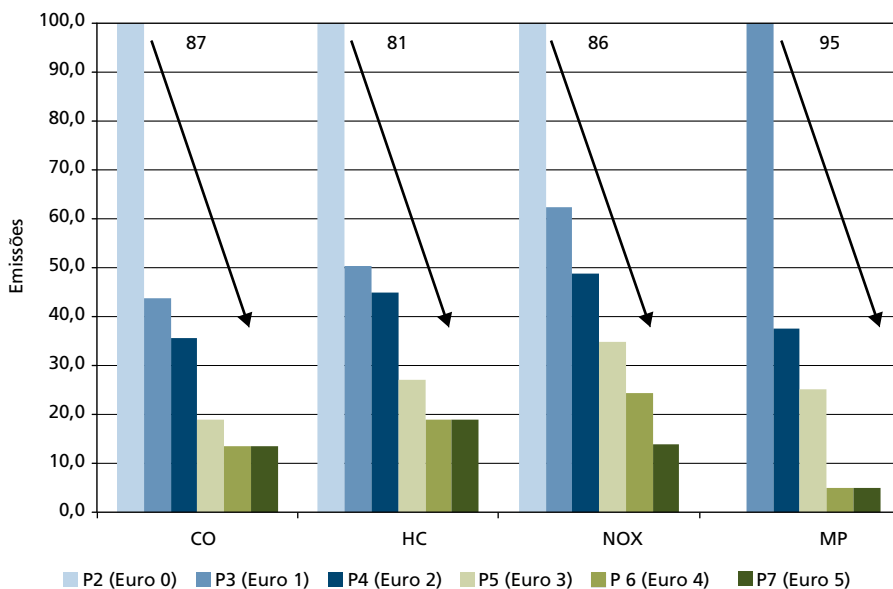
Recentemente, com grande alarde nacional, foi discutida a implantação imediata da regulamentação ambiental que impõe a fabricação de motores Euro 5 – menos

poluentes –, para uso do diesel S10 – de melhor qualidade –, até 2012. Entretanto, como se vê, a realidade do nosso país é que mais de 50% da frota de caminhões circulam com motores anteriores à fase Euro 0.¹ O gráfico 2 demonstra o que isso significa em termos de emissões atmosféricas anuais. Importante destacar que grande parte dessa frota se concentra nas regiões mais populosas do Sul e do Sudeste do país, como fica demonstrado pelo gráfico 3, elaborado pela equipe da CNT, a partir dos dados do Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Carga (RNTRC), da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT).

GRÁFICO 2

Redução das emissões ao longo das fases do Programa de Controle da Qualidade do Ar por Veículos Automotores (Proconve)

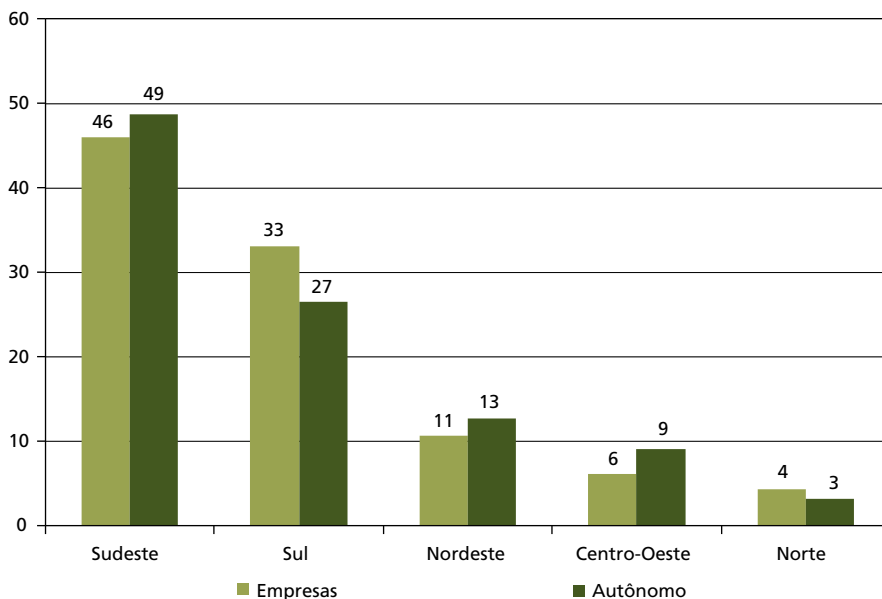
(Em %)



Fonte: CNT.

1. O controle europeu de emissões de poluentes existe desde 1993 iniciou-se com a normativa Euro 0 e atualmente está nas suas versões Euro 5 e 6.

GRÁFICO 3
Distribuição da frota brasileira de caminhões por região
 (Em %)



Fonte: CNT.

O gráfico 3 revela também outro dado importante. A maioria da frota de caminhões está com o proprietário autônomo. A idade média desta frota é de 23 anos, contra 11 anos para a das empresas. Se, por um lado, tal fato representa uma salutar capacidade empreendedora daqueles que atuam nesse setor, por outro, reflete a grande complexidade na implementação de políticas públicas voltadas para a mitigação das emissões, considerando-se, por exemplo, a necessidade de um programa para a renovação da frota *vis-à-vis* a implantação de ações de melhoria e controle de tecnologias veiculares.

Ainda como característica do transporte rodoviário de carga e seus reflexos nas questões ambientais, especialmente para o tema mudanças do clima, importante mencionar a qualidade da nossa malha rodoviária. No que tange à pavimentação, pesquisa realizada pela CNT, em 2010, que avaliou mais de 80 mil km de rodovias, apontou que 58,8% estão em condição regular, ruim ou péssima. Considerando-se o ainda baixo nível de investimento, em que pese aumento significativo em 2010,² se comparado com anos anteriores, as deficiências na malha apontadas podem ser consideradas como preocupantes, pois, além de gerarem aumento de 30% nos custos operacionais do transporte de carga, implicam au-

2. De 2007 a agosto de 2010, foram investidos R\$ 27,71 bilhões em infraestrutura de transportes.

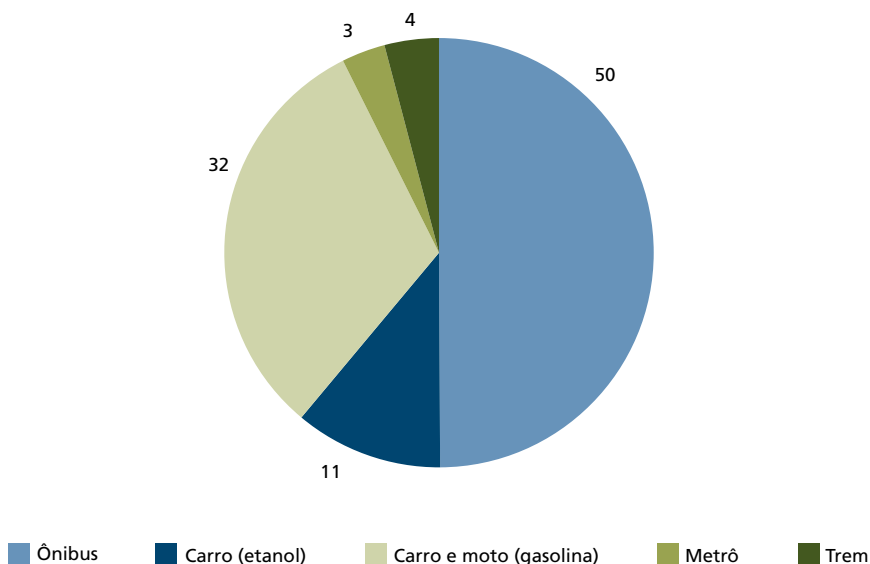
mento do consumo de combustível, das emissões atmosféricas e, portanto, dos impactos ambientais.

Também de importância para o tema, há a questão do combustível. A matriz brasileira para o transporte rodoviário conta principalmente com o óleo diesel, combustível fóssil gerador de maior impacto ambiental. A frota de caminhões pesados, médios e leves responde por 48% do total da frota ciclo diesel no país, segundo dados do *1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários* (BRASIL, 2010). Nesse contexto, foi identificada, na Oficina Nacional Transporte e Mudanças Climáticas, baixa qualidade do diesel, o que exige investimentos na melhoria por meio da adaptação e da expansão da capacidade de refino e abastecimento de diesel mais limpo.

2.2 Transporte urbano de passageiros

Se considerado o número de passageiros por quilômetros percorridos, conforme Gouvello (2010), citado no estudo da Fundação Getúlio Vargas e das Empresas pelo Clima (FGV; EPC, 2010), o transporte urbano de passageiros no Brasil está concentrado no uso de automóvel (43%) e ônibus (50%). O transporte sobre trilhos representa somente 7% do total. A distribuição por tipologia do uso de transporte urbano no Brasil pode ser vista no gráfico 4.

GRÁFICO 4
Uso do transporte urbano de passageiros – 2007
(Em %)

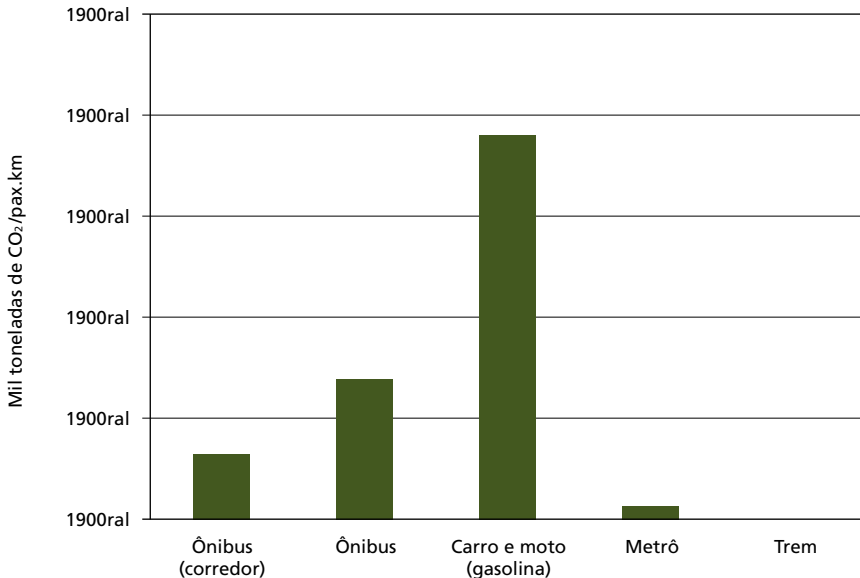


Fonte: FGV e EPC (2010).
Elaboração da autora.

Como decorrência da opção por essa matriz, o controle das emissões de poluentes e GEE, especialmente nas grandes cidades, é tema de grande preocupação de toda a sociedade brasileira. Tal que em torno de 48% do total de emissões contabilizadas para todo o setor de transporte provêm do transporte urbano de passageiros. Ademais, o número excessivo de automóveis, causa de inevitáveis congestionamentos, além de agravar os problemas da poluição atmosférica e do consumo de combustível, com reflexos claros sobre a saúde da população, provoca perdas econômicas mensuráveis. Contribuindo para o cenário desfavorável, diante das deficiências de transporte público e distribuição de renda, as motos tornam-se, cada vez mais, a melhor escolha de transporte para a população.

Analisando as emissões veiculares provenientes da circulação de ônibus, automóveis e motos, tem-se a seguinte relação: um passageiro transportado³ por automóvel emite 7,7 vezes mais gases poluentes⁴ que um transportado por ônibus e, por moto, 16,1 vezes mais.⁵ Em termos de emissão de CO₂, o gráfico 5, do estudo da FGV e das EPC (2010), expressa o impacto provocado pelo uso preferencial dos transportes individuais motorizados.

GRÁFICO 5
Emissão relativa dos modos de transporte urbano



Fonte: FGV e EPC (2010).

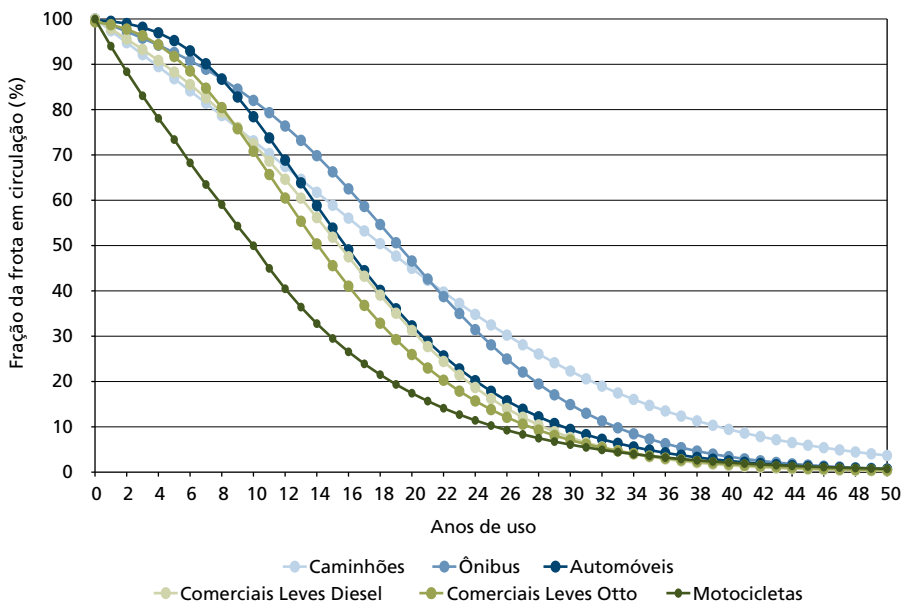
3. Ocupação dos veículos: 25 passageiros para ônibus, 1,5 para automóvel e um para moto.
 4. Monóxido de carbono, nitrato de oxigênio, sulfatos, hidrocarbonetos e material particulado.
 5. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2003), citada por Vasconcelos (2006).

Fica evidente a necessidade de migração do transporte individual motorizado para o coletivo, com o desenvolvimento e a implantação de políticas para o desestímulo do uso do primeiro. Tal atitude se coloca como uma ação efetiva em apoio ao esforço de minimização das emissões atmosféricas advindas do transporte, além de diminuir os impactos ambientais e sociais e conferir, ao setor, ganhos econômicos significativos e eficiência energética.

Um aspecto muito importante, conforme afirmam Branco *et al.* (2009) é que o transporte coletivo possui administração sistêmica e regrada e, ainda, controle preventivo e centralizado de manutenção que, se bem aplicados, lhe confere organização e confiabilidade, ao contrário do transporte individual motorizado. Entretanto, a frota brasileira de ônibus urbanos, constituída de 105 mil veículos, aproximadamente, apresenta uma situação preocupante quanto à idade média, de acordo com a curva de sucateamento (gráfico 6) elaborada para o *1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores* (BRASIL, 2010).

GRÁFICO 6

Curva de sucateamento da frota automotiva brasileira



Fonte: Brasil (2010).

Obs.: Para caminhões, ônibus, automóveis e comerciais leves: curvas de sucateamento adotadas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) na 1ª Comunicação Nacional (BRASIL, 2006). Para automóveis e comerciais leves Otto: curvas de sucateamento utilizadas pelo Serviço de Planejamento da Petróleo Brasileiro S/A (Petrobras), calibrando pelos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 1988. Para as motocicletas: curvas adotadas pelo Sindipeças para motos de até 200 cilindradas (SINDIPEÇAS, 2008).

De fato, considerando os avanços tecnológicos e as exigências ambientais, com veículos adotando motores eletrônicos compatíveis com a nova fase do Proconve, P-7, prevista para 2012, será necessário um esforço para uma renovação contínua da frota, em torno de 15 mil ônibus a cada ano.

3 POLÍTICAS PÚBLICAS E INICIATIVAS EMPRESARIAIS POSSÍVEIS

Diante das principais características apresentadas para o transporte rodoviário de carga e o urbano de passageiros, pode-se verificar a extensão dos problemas a serem abordados para que o setor se alinhe ao processo de colaboração na mitigação das emissões dos GEE. O transporte, como toda atividade que envolve uma extensa e diversificada cadeia social, política e econômica, tem, para cada um dos seus problemas diagnosticados, um complexo conjunto de elos de soluções. De modo que, considerando-se o propósito desta publicação e o espaço dado ao tema, seria impossível descrever tais soluções, mesmo que só as principais, de maneira a considerar todas as relações, agentes, causas e consequências, bom como os valores de investimentos, ou, ainda, fazer uma avaliação criteriosa da eficácia e da factibilidade de execução de cada uma. Assim, optou-se por apresentar, de forma indicativa e descritiva, somente as soluções mais evidentes.

Por se tratar de um serviço público básico e essencial a toda a sociedade, destaca-se que a maioria das soluções necessárias é de responsabilidade pública, a requerer investimento de grande monta. De acordo com o Plano CNT de Transporte e Logística, de 2011, são necessários, no mínimo, R\$ 405 bilhões para a realização de 748 projetos considerados prioritários. Entre estes, há os que resultam no desenvolvimento e na implementação de soluções de transporte multimodais, como forma de incentivar o uso daqueles de menor impacto ambiental, como as ferrovias e as hidrovias. Assim, considerando-se a demanda social de um país em desenvolvimento, que não se atém apenas ao tema transporte, é preciso desenvolver mecanismos, instrumentos e arranjos institucionais econômicos e financeiros que promovam parcerias público-privadas virtuosas e com maior atração de investimentos. Dessa forma, o Brasil poderá dar respostas responsáveis para o controle de suas emissões, no âmbito dos compromissos assumidos nos acordos internacionais para o controle e a mitigação dos GEE em seu território.

Em uma avaliação de oportunidades para a construção de cenários propositivos de investimentos, devem ser consideradas as negociações para a elaboração de acordos multilaterais desenhados nas conferências para temas ambientais da ONU. Especialmente a Conferência da Mudança Climática, na qual centenas de nações, inclusive o Brasil, buscam convergir seus interesses para barrar o aquecimento global.

Nesse contexto, uma oportunidade pode estar no aperfeiçoamento do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), construído no âmbito do Protocolo de Quioto, para facilitar o engajamento do setor de transporte. Outra, no desenho adequado das ações de mitigação nacionalmente apropriadas (Namas), que têm a missão de fortalecer e formalizar compromissos nacionais assumidos voluntariamente. As Namas, ainda em estruturação, permitem uma abordagem programática e/ou setorial em que se encaixa o caso do transporte. Portanto, podem atuar como instrumento para construção de um modelo atraente para a consolidação de parcerias virtuosas entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, no esforço global para mitigação das emissões dos GEE. Nesse processo, poderão ser previstos mecanismos que possibilitem aos países desenvolvidos se comprometerem com a oferta de financiamentos adicionais relacionados a ações de mitigação das emissões de carbono, de forma mensurável, rastreável e verificável. Entre as várias ações nacionais apropriadas para o setor de transporte, considerando-se o que foi relatado nos itens anteriores, tem-se:

- Desenvolvimento e implementação de um programa para a renovação da frota brasileira, com o sucateamento da frota antiga e previsão de uma estrutura adequada de incentivos e tributação.
- Desenvolvimento e implementação de um programa para recuperação da infraestrutura rodoviária, bem como de investimentos na transferência de modal com a diversificação da matriz de transporte, notadamente por meio da ampliação e do fortalecimento de ferrovias e hidrovias.
- Fortalecimento e formalização de compromissos assumidos voluntariamente, especialmente aqueles voltados para a implementação de políticas de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado, melhoria do transporte coletivo e para o planejamento integrado de transporte e uso do solo, no processo de urbanização crescente do país.
- Desenvolvimento de mecanismos para estimular o investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação, especialmente aquelas voltadas para a produção e distribuição, em larga escala, de combustíveis automotores mais limpos e para o aperfeiçoamento de tecnologias e produção de veículos e motores ambientalmente mais eficientes.

Renovar a frota, com o sucateamento dos veículos antigos, talvez seja uma das ações de mitigação nacionalmente mais apropriada e urgente. De acordo com os dados sobre a idade média da frota do transporte de carga, se o Brasil fizer o sucateamento com previsão de retirada de 30 mil veículos por ano, ao longo de dez anos, o problema seria apenas estabilizado. É preciso retirar anualmente 50 mil unidades para que, em 13 anos, seja eliminada a frota de veículos com mais de 30 anos.

Resultados do Seminário Internacional sobre Reciclagem de Veículos e Renovação da Frota (CNT, 2010), no qual técnicos, pesquisadores, gestores e empresários da área de transporte participaram ativamente, comprovam a necessidade urgente e a eficácia da instalação de um modelo para renovação de frota associada à instalação de centros de reciclagem. Todos os depoimentos, especialmente os de países como México, Argentina e Espanha, convergiram para a afirmativa de que se trata de um modelo que traz vantagens não só ambientais, mas também econômicas e sociais em larga escala. No caso do México, foi apresentada a seguinte informação: sucatear 15.100 veículos resulta na redução de 1,1 milhão de toneladas de CO₂ por ano, o que equivale a plantar 33 milhões de árvores.

Esse encontro internacional indicou também que os desafios são grandes e uma ação dessa natureza é muito complexa e precisa do envolvimento de vários setores, especialmente dos governos. Entretanto, tal constatação não desanimou o estado de São Paulo, que, ao lançar seu programa de Economia Verde, estabeleceu como uma de suas recomendações, no capítulo *Transporte sustentável*, um programa de renovação de frotas de caminhões, com garantias de sucateamento dos antigos.

No que concerne, especificamente, às políticas públicas ambientais, há várias ações importantes em curso. Indispensável reconhecer o empenho dos agentes responsáveis, especialmente aqueles voltados para a melhoria da qualidade do ar a partir do controle das emissões por veículos automotores. Políticas públicas fomentadas pelo MMA, no âmbito do Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar e de Controle do Ar por Veículos Automotores (Pronar) e do Proconve, e formuladas pelo Conama, dão importante contribuição ao tema. A Resolução Conama nº 403, de 11 de novembro de 2008, antecipa exigências de melhoria de motores e combustíveis, determinando, para 2012, a fase P-7. De modo que o Pronar e o Proconve, solidificados em normas técnicas consistentes e eficazes, se configuram hoje nas agendas de maior sucesso no âmbito da gestão ambiental. Os ganhos na melhoria dos combustíveis e em tecnologias ambientalmente amigáveis para os motores são, sem sombra de dúvidas, evidentes. No contexto do Proconve, tem-se, também, a recente Resolução Conama nº 418, de 25 de novembro de 2009, que reforça e fomenta a implantação, em todos os estados, dos Planos de Controle de Poluição Veicular (PCPV) e, quando couber, dos Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso (I/M). São medidas que forçosamente irão promover, por exemplo, a renovação de frota, pois os padrões de emissões estabelecidos requerem, muitas vezes, não só a manutenção sistemática dos veículos, mas também a troca por modelos mais modernos e ajustados.

Em 2005, o biodiesel foi inserido na matriz energética do país, com a publicação da Lei nº 11.097, que define, inicialmente, a adição de 2% de biodiesel ao

óleo diesel, com aumento para 5% até 2013. O governo federal antecipou, para 2010, a obrigatoriedade de adição de 5%, significando, atualmente, aumento de mais de 60% na participação do biodiesel na matriz de combustíveis do transporte brasileiro.

Há, ainda, o fomento à utilização do etanol, com aumento médio previsto de 11% nos próximos anos. A utilização do etanol em substituição à gasolina deverá ser responsável por evitar o lançamento de cerca de 508 milhões de toneladas de CO₂ no período 2008-2017, conforme citação do estudo da FGV e das EPC (2010).

A elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, apesar de pouca dedicação ao setor de transporte, e a promulgação da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima, são também passos importantes. Na PNMC, em seu parágrafo único, do Art. 11, define-se a necessidade de se estabelecer planos setoriais como meio para o cumprimento das demais determinações e o alcance das metas voluntárias de redução estabelecidas. Especificamente no caso do transporte, para o desenho de ações de mitigação e adaptação com vista à consolidação de uma economia de baixo carbono no país, o plano setorial deve abordar os seguintes temas: transporte público urbano e sistemas modais de transporte interestadual de cargas e passageiros.

Por outro lado, em que pese o avanço tecnológico para combustíveis e veículos, este traduzido, especialmente, pelos veículos *flexfuel* brasileiros, que são referências mundiais, políticas públicas voltadas para a rota tecnológica ainda são muito incipientes. A elevada penetração do etanol no mercado de combustíveis, por exemplo, que contribui para a mitigação das emissões dos GEE, esbarra na necessidade de desenvolvimento de motores ainda mais eficientes, como forma de favorecer o aumento da utilização desse combustível. É preciso desenvolver mecanismos que fomentem o uso de veículos e motores mais eficientes, incluindo os híbridos, elétricos, entre outros – particularmente, para o transporte urbano de passageiros.

Maior carência, entretanto, é identificada pela ausência de políticas públicas mais robustas para o transporte de passageiros urbanos, de maneira especial para as regiões metropolitanas, traduzidas pela necessidade urgente da melhoria do transporte coletivo e desestímulo ao uso do transporte individual motorizado. Faz-se necessário, por exemplo, elaborar norma regulamentadora que rompa a visão setorializada das cidades e condicione o adensamento ao transporte coletivo nos planos diretores de desenvolvimento urbano, entre outras medidas que promovam o planejamento integrado de transportes e uso do solo.

Embora as ações para mitigação das emissões do setor sejam predominantemente da iniciativa pública, o segmento empresarial do transporte não se furta a

discutir o tema e a dar sua contribuição. Exemplo concreto está na implantação, em 2007, do programa ambiental do transporte, no âmbito da CNT, denominado Despoluir,⁶ cujo objetivo é promover o engajamento de empresários, caminhoneiros autônomos, taxistas, trabalhadores em transporte e sociedade em geral na construção de um desenvolvimento verdadeiramente sustentável. Um de seus carros-chefe é o projeto Redução da Emissão de Poluentes pelos Veículos, que objetiva promover, por meio da aferição veicular, a redução da emissão de poluentes visando à melhoria da qualidade do ar e do uso racional de combustíveis. Participam, sob a coordenação nacional da CNT, 21 federações de transporte de cargas, passageiros e autônomos. A CNT e o Serviço Social do Transporte e o Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (SEST/SENAT) equiparam unidades móveis e instalaram postos fixos de aferição veicular com opacímetros e equipamentos necessários para analisar os pontos críticos que influenciam na emissão de poluentes e no uso racional de combustível nos veículos movidos a diesel. Ainda a contribuir com o tema, tem-se o projeto Incentivo ao Uso de Energia Limpa pelo Setor Transportador, além de dois outros projetos auxiliares: Aprimoramento da Gestão Ambiental nas Empresas, Garagens e Terminais de Transporte e Amigos do Meio Ambiente.

Inúmeras outras iniciativas das federações, associações e empresas podem ser citadas. Atualmente, o setor de transportes corresponde a 7,3% das 547 firmas com certificação ISO 14.001.⁷

A Oficina Nacional Transporte e Mudanças Climáticas (CNT; CTS-BRASIL, 2009) reuniu mais de 50 organizações, com destaque para o Centro de Transporte Sustentável do Brasil, para discutir de forma propositiva os desafios enfrentados pelo transporte nacional para reduzir suas emissões locais e globais. Como resultado, apresentou um conjunto de recomendações concretas de atuação e uma avaliação da eficácia e da factibilidade para cada uma delas, organizadas nos seguintes subtemas: transporte de passageiros, transporte de cargas e tecnologias e combustíveis. A saber, foram definidas medidas e ações para as seguintes atuações:

- desestímulo ao uso do transporte individual motorizado;
- melhoria do transporte coletivo;
- incentivo ao transporte não motorizado (bicicletas e pedestres);
- planejamento integrado de transporte e uso do solo;

6. Disponível em: <<http://www.cntdespoluir.org.br>>.

7. A ISO 14.000 é uma série de normas internacionais de caráter voluntário sobre gestão ambiental. O conjunto de normas desta fornece uma estrutura para as organizações gerenciarem os impactos ambientais.

- transferência de modal para o transporte de cargas;
- melhoria do transporte rodoviário;
- combustíveis mais limpos;
- veículos e motores eficientes; e
- inspeção e manutenção veicular.⁸

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o inventário nacional de emissões, as responsabilidades nacionais de emissão de GEE estão no uso da terra – desmatamento, que representa mais ou menos 70% das emissões, seguido do setor de transporte, entre 7% e 9%. Enquanto o primeiro, por conta de limitação territorial e de políticas públicas de capacitação e controle, tende a diminuir, a emissão advinda do transporte é crescente.

De fato, de acordo com os dados apresentados, a matriz nacional de transporte é predominantemente rodoviária. Mais de 60% do transporte de carga é feito por rodovias. A situação se agrava pelo fato de que cerca de 45% da frota de veículos transportadores tem mais de 20 anos e, desse percentual, 20% com mais de 30 anos. Tudo isso significa veículos com elevado índice de emissões, em razão da inerente dificuldade de manutenção, associada a uma frota de tecnologia ultrapassada. Pensar que a solução estaria na simples retirada desses veículos, por meio de políticas de comando-controle, é desconhecer a realidade brasileira. Mais de 80% desses é de propriedade de autônomos – pessoas físicas com baixo poder aquisitivo para compra de novos veículos. Assim, o impedimento de circulação de tal frota causaria ao país uma enorme crise social e econômica. Para complicar esse cenário, primeiro, em que pese o Brasil ter uma vigorosa planta industrial voltada para a produção de energia renovável, como o etanol e o biodiesel, nossos veículos são, em sua maioria, movidos a combustível fóssil; e, segundo, a condição precária a regular para mais de 50% da malha rodoviária brasileira, que forçosamente potencializa o efeito poluidor dos veículos.

Portanto, ao se conceber posição brasileira que traduza uma efetiva contribuição na redução das emissões dos GEE, é preciso também conceber um programa robusto para a área do transporte. Este deve implementar a renovação da frota brasileira e o consequente sucateamento da frota antiga, apoiado em uma estrutura adequada de incentivos e tributação. O programa deve prever a recuperação da infraestrutura rodoviária e promover investimentos na diversificação

8. Para aprofundamento no tema, recomendamos a leitura do documento da CNT e do CTS-Brasil (2009), disponível no *link* do site da CNT.

da matriz, notadamente por meio da ampliação e do fortalecimento de ferrovias e hidrovias. Deve, também, fortalecer os esforços para implementação de políticas de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado e a melhoria do transporte coletivo e desenvolver mecanismos para estimular o investimento em pesquisa e inovação. Especialmente aquelas voltadas para a produção e a distribuição, em larga escala, de combustíveis automotores mais limpos e para o aperfeiçoamento de tecnologias e produção de veículos e motores ambientalmente mais eficientes.

REFERÊNCIAS

BRANCO, M. G. *et al.* **Perspectivas de alteração da matriz energética do transporte público urbano por ônibus:** questões técnicas, ambientais e mercadológicas. São Paulo: NTU, dez. 2009.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **1º Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.** Sumário Executivo do Relatório de Referência de Emissões de Gases de Efeito Estufa por Fontes Móveis. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários.** Sumário Executivo. Brasília, 2010.

CARVALHO, C. T. R. L. (Coord.). **Economia verde:** desenvolvimento, meio ambiente qualidade de vida no estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental (SMA/CPLA), 2010.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). As experiências internacionais e os desafios brasileiros *In:* SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE RECICLAGEM DE VEÍCULOS E RENOVAÇÃO DE FROTA. Brasília, ago. 2010. Disponível em: <<http://www.cntdespoluir.org.br/Lists/Contedos/DispForm.aspx?ID=2671>>.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT); CENTRO DE TRANSPORTE SUSTENTÁVEL DO BRASIL (CTS-BRASIL). **Oficina Nacional Transporte e Mudanças Climáticas.** CNT, 2009 Disponível em: <<http://www.cntdespoluir.org.br/Lists/Contedos/DispForm.aspx?ID=23>>.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV); EMPRESAS PELO CLIMA (EPC). **Geração e mitigação de gases de efeito estufa pelos transportes no Brasil.** Centro de Estudos em Sustentabilidade da EASP/FGV, Empresas pelo Clima e Centro de Excelência em Logística e Cadeias de Abastecimento da EASP/FVG. Relatório Preliminar. Brasília, 18 ago. 2010.

GALHARDI, E.; PACINI, P.; NEVES, I. V. **Conduzindo o progresso**: a história do transporte e os 20 Anos da NTU. Brasília: NTU, ago. 2007.

GOUVELLO, C. (Coord.). **Estudo de baixo carbono para o Brasil**. Departamento de Desenvolvimento Sustentável, Região da América Latina e Caribe/ Banco Mundial, Brasília, 2010.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES (SINDIPEÇAS). **Estudo da frota circulante brasileira**. São Paulo, 2008. Disponível em: <www.sindipecas.org.br/paginas_NETCDM/modelo_pagina_generico.asp?ID_CANAL=103>. Acesso em: 16 jun. 2008.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte e meio ambiente**: conceitos e informações para análise de impacto. São Paulo: Editora do Autor, 2006.

ENERGIA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: OTIMISMO E AMEAÇAS NO FRONTE BRASILEIRO

Silvia Maria Calou*

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem como objetivo contribuir para a discussão das políticas públicas que estão sendo desenhadas para tratar da questão do aquecimento global pelo país, sob o enfoque energético. Após apresentar as boas notícias sobre a nossa condição privilegiada em termos energéticos e ambientais, ao fim são colocados alguns pontos de preocupação e indicadas algumas ações necessárias para que o setor de energia continue a ser baixo emissor de gases de efeito estufa (GEE). As colocações são frutos de diversas discussões no âmbito da área de atuação da ABCE, da qual sou diretora executiva, discussões que têm lugar em seu comitê de meio ambiente e também no FMASE, que coordenei por três anos e que me designou como representante nas Conferências da Partes (COPs) 15 e 16, tendo coordenado o *position paper* do setor levado a Copenhague, base do documento levado a Cancun. Todas as colocações, entretanto, são de minha autoria e refletem minha visão e responsabilidade sobre o tema, e não das entidades mencionadas anteriormente, exceto no item em que é retratada a posição oficial do setor por meio de seu *position paper*.

Serão apresentadas informações relevantes sobre o setor de energia elétrica, de modo a criar uma base qualificada para a discussão sobre as implicações e os caminhos para as políticas públicas relacionadas ao tema *mudanças climáticas*. Não há neste trabalho a pretensão de esgotar o assunto nem de aprofundamento teórico, mas sim de promover um debate. O foco principal é o setor de energia elétrica, mas serão apresentadas algumas informações básicas do setor energético como um todo. A base fundamental de dados é o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2019 (EPE, 2010), doravante denominado PDE,¹ elaborado pela EPE.

* Economista pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), mestre em Política Energética pela University of Surrey (UK), vice-coordenadora do Fórum de Meio Ambiente do Setor Elétrico (FMASE) e diretora executiva da Associação Brasileira de Companhias de Energia (ABCE).

1. O PDE reflete estudos prospectivos de dez anos e tem caráter indicativo, uma vez que a realização do projeto depende do vencedor do leilão, caso haja este vencedor, mas sofre revisões anuais e é a referência para o planejamento disponível no setor energético brasileiro. O plano é produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e aprovado pelo Ministério de Minas e Energia (MME).

Segundo comunicação do MME,

A publicação exhibe, no horizonte decenal, um cenário de referência para a expansão da oferta de energia, atinente a um crescimento econômico sustentável, atendendo os critérios de garantia de suprimento estabelecidos pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).

O governo, contudo, utilizou dados mais atuais, porém ainda não publicados, para suas estimativas de emissões e valores contidos na regulamentação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).² Apesar disso, os números apresentados no PDE apontam para ordens de grandeza que auxiliam no entendimento das questões.

Este capítulo, inicialmente, apresenta uma visão geral do setor energético brasileiro. Em seguida, faz uma análise detalhada das questões climáticas em relação ao setor elétrico nacional e conclui com recomendações na direção de uma agenda do clima para o setor.

2 O SETOR ENERGÉTICO E AS EMISSÕES DE GEE

A geração e o consumo de energia estão no âmago da questão climática e, de acordo com o World Resources Institute (WRI, 2010), são responsáveis por cerca de 64,4% de todas as emissões mundiais dos GEE, 77,9% das emissões europeias e 87,1% das americanas. Isto porque o mundo ainda baseia grande parte de sua produção e consumo de energia no carvão mineral, no petróleo e nos derivados. O Brasil, entretanto, apresenta uma posição privilegiada, pois, segundo o inventário nacional de emissões de 2009 (BRASIL, 2010a), todo o setor de energia emite 16,48% do total nacional, incluindo as emissões do setor de transportes.³

Como conseguimos isto? Com investimentos pesados em fontes renováveis. Desde o século retrasado o Brasil investe prioritariamente em usinas hidrelétricas, aproveitando o grande potencial do país e, apesar disso, só executou projetos que utilizam cerca de 30% do potencial existente. Além disso, desde a década de 1970, investe no desenvolvimento do etanol como combustível e posteriormente como produtor de energia pela queima do bagaço. Tudo isto leva o país a uma posição de liderança em termos de baixas emissões e também em termos de tecnologia na área de renováveis.

Por outro lado, o país tem de crescer a taxas elevadas para aumentar o nível de renda e, portanto, a qualidade de vida dos brasileiros. A pergunta é: se para atingir o crescimento desejável e previsto do produto interno bruto (PIB), de

2. Aprovada pelo Congresso Nacional, Lei nº 12.187, de dezembro de 2009.

3. Ver nessa publicação o capítulo 4 para uma análise detalhada do perfil das emissões brasileiras.

cerca de 5% ao ano (a.a.) nos próximos dez anos, o país perderá esta condição de baixo emissor no setor de energia?

Tomando-se como base as informações disponíveis no PDE, observa-se na tabela 1, a seguir que a condição de “renovabilidade” da matriz está projetada para ser mantida. Assim, de 51,7% de não renováveis e 48,3% de renováveis na matriz, passaremos, caso os investimentos previstos para a década realmente ocorram, a 52,2% de não renováveis e 47,8% de renováveis. Praticamente a mesma posição de 2010, apesar do grande crescimento da demanda por energia devido ao crescimento econômico.

TABELA 1
Evolução da oferta de energia no horizonte decenal

Discriminação	2010		2014		2019		Variação 2010-2019 ¹ (% a.a.)
	10 ³ tep	%	10 ³ tep	%	10 ³ tep	%	
Energia não renovável	138.213	51,7	183.557	53,4	224.499	52,2	6,1
Petróleo e derivados	93.556	35,0	111.494	32,4	133.397	31,0	4,1
Gás natural	26.149	9,8	43.800	12,7	52.634	12,2	10,3
Carvão mineral e derivados	14.790	5,5	24.440	7,1	32.007	7,4	10,3
Urânio (U308) e derivados	3.718	1,4	3.822	1,1	6.462	1,5	5,9
Energia renovável	129.035	48,3	160.450	46,6	205.391	47,8	5,9
Hidráulica e eletricidade	37.386	14,0	43.529	12,7	54.483	12,7	4,3
Lenha e carvão vegetal	28.922	10,8	34.720	10,1	42.677	9,9	4,5
Derivados da cana-de-açúcar	54.196	20,3	70.715	20,6	92.445	21,5	7,3
Outras renováveis	8.531	3,2	11.486	3,3	15.787	3,7	7,8
Total	267.248	100,0	344.006	100,0	429.891	100,0	6,0

Fonte: EPE/PDE, ver tabela 27.

Nota: ¹ Variação média anual a partir de 2009.

O destaque dessa manutenção de “renovabilidade” é o setor de petróleo; apesar da elevação da oferta a ser proporcionada pelo pré-sal, foram consideradas boas as perspectivas de substituição de gasolina por etanol no setor de transportes e do óleo combustível por outros energéticos menos poluentes. Assim, observa-se que o petróleo passa de 35% na matriz para 31%, enquanto o carvão e o gás natural aumentam sua participação. Com isso, está prevista a manutenção nos próximos dez anos de uma posição invejável diante de outros países, tais como China, Índia e Rússia.

Como amplamente discutido nos capítulos anteriores desta publicação, as maiores emissões de GEE do país são devidas à chamada mudança do uso do solo – principalmente o desmatamento com queimadas –, e este tem sido o foco maior de esforços do país no cumprimento da meta voluntária registrada

em Copenhague.

3 O SETOR ELÉTRICO E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Se o setor energético apresenta uma boa condição em termos de participação de fontes renováveis na matriz, o setor de energia elétrica brasileiro apresenta uma condição excepcional em termos de sua composição. De acordo com o PDE, somadas todas as fontes de geração renováveis (hidráulica, eólica e biomassa) e a nuclear, que não é renovável, mas é não emissora, o país conta com cerca de 80% de sua matriz elétrica na condição de não emissora de GEE.

Mas um fato destacado no PDE é que, apesar de toda a evolução do país em termos econômicos, o PIB *per capita* e o consumo residencial de energia elétrica ainda estão muito baixos, sendo que o consumo de eletricidade está ainda um pouco abaixo da média mundial, com cerca de 2.300 Kw/h anuais, quando a média mundial é cerca de 2.500 Kw/h anuais. Assim, para atingirmos uma condição semelhante à do Chile, por exemplo, teremos de elevar o consumo a níveis próximos de 4 mil Kw/h ano.

Para tanto, os investimentos em energia elétrica são enormes. A capacidade total instalada no sistema elétrico brasileiro em 31 de dezembro de 2009, segundo o banco de informações da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), é de cerca de 112.500 MW, incluindo os sistemas isolados e a autoprodução. Considerando-se apenas o sistema interligado, a capacidade instalada é de 103.598 MW. Para o crescimento previsto de 5% a.a. no consumo, há uma necessidade de adição na capacidade do sistema interligado de 63% no decênio, de acordo com o PDE. Isto significa a impressionante adição de 6.300 MW de capacidade por ano.⁴

Lembrando que partimos de uma condição de “renovabilidade” da matriz elétrica de cerca de 80%, em 2008, verificamos pelos dados a seguir que, caso tudo o que foi planejado ocorra no tempo previsto, a condição favorável da matriz deve se manter. Conforme mostra a tabela 2, em 2009, as fontes hidráulicas, PCH + biomassa + eólica e a nuclear – não emissora – correspondiam a 87,16% do total; em 2019, vão corresponder a 84,7% do total. Esta é uma posição não comparável em termos mundiais.

4. Corresponde a aproximadamente a adição anual de capacidade equivalente das usinas do rio Madeira.

TABELA 2
Evolução da participação das fontes de geração

	2009	2019	Incremento no período decenal	%
Capacidade instalada de geração elétrica no sistema interligado nacional ¹ (GW)	103,6	167,0	63,4	61
Hidráulica ²	81,5	116,7	35,2	43
Nuclear	2,0	3,4	1,4	70
Térmica ³	13,3	25,4	12,1	91 ⁴
PCH+biomassa+eólica	6,8	21,5	14,7	116
Transmissão de energia elétrica				
Linhas de transmissão (km)	95.582	132.379	36.797	38
Subestações (MVA)	206.212	282.351	76.139	37
Transporte de gás natural – km gasodutos	7.857	9.564	1.707	22

Fonte: EPE (2010, p. 303).

Notas: ¹ Não abrange as instalações dos sistemas isolados e a capacidade instalada nos pontos de consumo (autoprodução).

² Inclui as parcelas nacional e importada da geração da usina hidrelétrica de Itaipu.

³ Contempla a geração a gás natural, carvão mineral, óleos combustível e diesel e gás industrial.

⁴ Salienta-se que o incremento de 91% se concentra totalmente no primeiro quinquênio, decorrente da entrada em operação de usinas já autorizadas, entre elas as com contratos assinados nos leilões de energia nova, ou seja, o incremento no segundo quinquênio é nulo.

Obs.: Os valores de 2009 relativos ao consumo final energético e a oferta interna de energia têm como referência dados de Brasil (2010b).

O PDE também indica que a maior expansão se dá na região Norte, que cresce 277%, passando de 10% a uma participação de 24% na matriz elétrica. Isto significa que a maior parte dos investimentos está sendo feita na região amazônica, e as implicações dessa localização são muito grandes em termos de investimentos em transmissão necessários ao transporte de energia aos centros de consumo e dos impactos socioambientais dos empreendimentos.

Tendo em vista a importância crescente da variável socioambiental, a EPE adota uma metodologia de análise que compreende três etapas: *i*) análise de um conjunto de indicadores de desenvolvimento sustentável do projeto, que resulta no Índice de Sustentabilidade (ISU); *ii*) análise processual, que visa identificar potenciais de atrasos significativos no processo, principalmente relativos ao licenciamento ambiental; *iii*) indicação de diretrizes e ações visando aumentar a sustentabilidade dos projetos e do PDE como um todo. Com isso, os projetos podem ser classificados como tendo ISU muito alto, alto, médio e baixo o que, após a avaliação processual, pode gerar revisão do PDE. A seleção do PDE 2019 foi para os projetos de índices, médios, altos e muito altos.

A tabela 3 resume os indicadores das análises socioambientais do PDE.

TABELA 3
Indicadores relativos à geração hidrelétrica

Indicadores ambientais	
Áreas mobilizadas	
Área dos reservatórios	7.687 km ² – 0,09% do território brasileiro
Área alagada por potência instalada	0,18 km ² /MW – UHEs existentes: 0,49 Km ² /MW
Área de floresta – formação primária – afetada	4.892 km ² – 0,06% do território brasileiro
Área de floresta – formação primária – afetada por MW	0,11 Km ² floresta/MW
Número de projetos que interferem diretamente em unidades de conservação (UCs)	15
Número de projetos que interferem indiretamente em UC ¹	3
Recursos da compensação ambiental	
Recursos aplicados na compensação ambiental – 0,5%	R\$ 614 milhões
Indicadores socioeconômicos	
População afetada	
População urbana afetada	29.655 habitantes
População urbana afetada por MW	0,68 habitantes/MW
População rural afetada	78.991 habitantes
População rural afetada por MW	1,82 habitantes/MW
População total afetada	108.646 habitantes
População total afetada por MW	2,51 habitantes/MW
Número de projetos que interferem diretamente em terras indígenas	4
Número de projetos que interferem indiretamente em terras indígenas ²	9
Empregos gerados	
Empregos diretos gerados no pico da obra	166.432 empregos
Relação empregos por MW	3,84 empregos/MW
Recursos totais da compensação financeira no período 2010-2019 ³	
Estados – total aproximado do período	R\$ 1,6 bilhão
Municípios – total aproximado do período	R\$ 1,6 bilhão
Recursos da geração de impostos durante a construção de usinas hidrelétricas	
Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) – total	R\$ 2,3 bilhões
ISS – por município	R\$ 10,7 milhões

Fonte: EPE (2010).

Notas: ¹ O projeto interfere indiretamente quando atinge ou atravessa a zona de amortecimento das UCs.

² O projeto interfere indiretamente quando há terra indígena na área de influência indireta da usina hidrelétrica (UHE) ou quando há interferência em recurso utilizado e/ou em relações com outros grupos indígenas.

³ Estimativa para o conjunto de usinas hidrelétricas do PDE, considerando somente as máquinas que entraram em operação no decênio.

Os pontos a destacar dos indicadores da tabela 3 seriam:

- A área dos reservatórios planejados no PDE 2019 atinge 0,09% do território brasileiro e, em termos de floresta primária, apenas 0,06%. Conclui-se que não é o setor de energia elétrica o responsável pelo desmatamento da região.
- O setor colabora positivamente para a criação de UCs, destinação prevista para a compensação ambiental, prevista em R\$ 614 milhões para o período.
- Os estados e os municípios são beneficiados com o recebimento da compensação financeira pelo uso de recursos hídricos, que somam R\$ 1,6 bilhão para cada uma das duas instâncias.
- Há expressiva geração de impostos durante a construção das usinas que somam R\$ 13 bilhões no período, sendo que os municípios receberão cerca de R\$ 10 bilhões.
- A área alagada por potência instalada caiu drasticamente de 0,49 km²/MW das existentes para 0,18 km²/MW instalado nas novas; embora tenha impactos mais reduzidos nos biomas e nas populações, também implica menor capacidade de regularização do sistema, conforme veremos a seguir.

De acordo com o PDE, em termos de emissões, as de GEE do setor elétrico para a produção de energia iniciam a década com 26 MtCO₂eq e em 2019, passam a emitir 51 MtCO₂eq, correspondendo a 3% dos 1,7 GtCO₂eq, previstos para o fim da década.

Isto ainda com um aumento de 65% nas emissões de GEE, em 2019, em relação ao previsto para 2010, devido à elevação da queima de combustíveis fósseis com fins energéticos tanto no próprio setor elétrico como principalmente nos de transportes, industrial e agropecuário, entre outros.

Por outro lado, considerou também medidas de mitigação, tais como:

- o aumento na participação de biocombustíveis na matriz de transportes;
- eficiência energética; e
- manutenção da participação de fontes renováveis na produção de energia elétrica.

Devido a estas medidas incorporadas na elaboração do PDE, a EPE não o considera o cenário tendencial (*business as usual* – BAU) e, portanto, não foi o cenário utilizado para projetar as emissões para 2020 requerido pela Lei nº 12.187/2009. O cálculo apresentado no Decreto nº 7390, que a regulamenta na seção 2 – Energia,

do Anexo 1 é assim definido:

O cálculo das emissões de GEE decorrentes da produção e do uso da energia para 2020 fez-se por meio da construção de cenários elaborados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) a partir de modelos de previsão de demanda baseados em estimativas populacionais, econômicas e de evolução da intensidade das emissões no setor energético.

TABELA 4
Emissões de GEE em 2020
(Em MtCO₂eq)

	MtCO ₂ eq	%
Cenário PDE	634	73,0
Incremento de emissões – sem as ações de mitigação do PDE	234	27,0
Cenário 2020	868	100,0

Fonte: EPE.

Por sua vez, a oferta de energia para atender essa demanda considerou hipóteses determinísticas para a composição da matriz energética em um cenário no qual a execução das medidas de redução de emissões de GEE contidas no PDE não ocorresse. Tal metodologia mostra-se apropriada, uma vez que este plano pode ser entendido como um cenário de baixo carbono incluindo políticas e iniciativas que objetivam a mitigação de emissões.

Nessa situação, a demanda de energia projetada para 2020 seria atendida por meio de fontes fósseis, que ampliariam as emissões projetadas em 234 MtCO₂eq. Portanto, a projeção das emissões de gases devido à produção e ao uso da energia é de 868 MtCO₂eq em 2020.

O decreto, porém, coloca algumas questões que merecem ser analisadas, quais sejam:

- O PDE é considerado o plano nacional de mitigação e adaptação às mudanças climáticas para o setor de energia.
- As revisões do PNMC precedem as revisões dos planos setoriais.
- O montante previsto de emissões para o setor de energia para 2020 foi de 868 MtCO₂eq e a redução, devido às medidas de mitigação previstas no PDE, soma 234 MtCO₂eq, chegando em 2020 com 634 MtCO₂eq.

De pronto, algumas preocupações se colocam, sem que fosse possível nesse momento uma análise técnico-jurídica detalhada:

- O PDE é um plano indicativo e não determinístico. Com a edição do

decreto, este passa a ser mandatório? Neste caso, por exemplo, como não há previsão de térmicas após 2013, caso haja necessidade destas após este período, isto será possível?

- O PDE é submetido a revisões anuais, justamente por ser indicativo. Como as revisões no PNMC precedem as revisões do PDE, o principal orientador das revisões são as metas de emissões, e não os fatores usualmente colocados para planejamento, por exemplo, a previsão da demanda ou a substituição de uma usina hidráulica por outra fonte devido aos impedimentos ambientais.
- Outra grande preocupação é com a elevação dos custos. Isto porque já houve a intenção de exigir-se das térmicas a compensação pelas emissões. Conforme será analisado, o sistema hidrotérmico brasileiro é comprovadamente otimizador de recursos, pois quando há previsão de secas a operação térmica é acionada para “guardar” energia (água) nos reservatórios. Assim, as térmicas funcionam como um “seguro” do setor, não cabendo a penalização de sua operação, até porque o setor de energia elétrica contribui pouco com as emissões do país e as tarifas para os consumidores já estão muito elevadas se comparadas a outros países.
- A edição da Instrução Normativa (IN) nº 12, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), também preocupa, pois, além das térmicas, requer compensação de emissões das hidrelétricas. A aplicação da IN foi imediata no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da usina de Teles Pires, leiloada em dezembro de 2010. Não existe até o momento metodologia mundialmente aceita para o cálculo de emissões de hidrelétricas, e estudos recentes mostram que, em alguns casos, após alguns anos pode até haver sequestro de carbono pelos reservatórios.
- Nas negociações, tem-se observado muito empenho do Brasil em apresentar seus esforços em reduzir emissões. Por um lado, esta iniciativa tem sido bastante reconhecida em nível internacional, notadamente no que se refere ao desmatamento. Por outro lado, estes registros de compromissos pressupõem a contrapartida de recursos e transferência de tecnologia para os países em desenvolvimento. Este é um ponto muito defendido pelos países em desenvolvimento nas negociações. O Brasil não tem atrelado suas metas a estas contrapartidas. Entende-se que, caso estas ações monitoráveis, reportáveis e verificáveis ensejem a elevação de custos para a população brasileira, estas elevações deveriam ter uma contrapartida, até agora não formalizada.
- Em Cancun, somente algumas diretrizes sobre o Fundo Verde avança-

ram, tendo sido divulgado que a meta é de desembolsos de US\$ 100 bilhões/ano até 2020, porém sem detalhar a origem dos recursos. Já o Fundo Amazônia conta com a destinação de € 21 milhões pelo KfW alemão e € 107 milhões do governo da Noruega, podendo chegar a US\$ 1 bilhão até 2015, cujos desembolsos estão atrelados ao cumprimento de metas de redução de desmatamento. Entretanto, conforme mencionado, as definições de metas físicas pelo país não vinculam o cumprimento destas à efetiva entrada de recursos ou transferência de tecnologia. Tampouco o Brasil tem atrelado o cumprimento de suas metas ao cumprimento das metas pelos outros países. Recente estudo da Confederação Nacional da Indústria (CNI) aponta que

(...) os compromissos nacionais de redução de emissões deveriam ter como contrapartida o efetivo cumprimento dos compromissos dos demais países. Caso contrário, haveria o risco do país ter um aumento nos seus custos de energia devido a políticas visando atender a estes compromissos, enquanto os países não cumpridores mantêm ou melhoram suas posições competitivas (CNI, 2010).

O estudo menciona ainda que, a despeito da questão ética envolvida na decisão de cada um fazer a sua parte para a solução do problema que é global, é importante reconhecer que tal esforço é inútil sem que os demais façam efetivamente sua parte. Apontam para abordagem econômica da questão chamada de “tragédia dos recursos compartilhados”, em que cada agente individualmente busca maximizar o benefício de explorar os recursos ao máximo, o que resulta em uma situação coletiva muito pior, porque leva ao esgotamento do recurso mais rapidamente.

- Em que pese os aspectos positivos das medidas de mitigação, a definição das metas quantitativas, inclusive metas físicas em milhões de toneladas de CO₂, parece precipitado sem estudos mais aprofundados e sem contrapartidas. O PDE que baseou numerosas projeções não foi discutido com o setor, nem com a sociedade, tendo sido apresentado ao público às vésperas da COP 16.

4 POSICIONAMENTO FORMAL DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Desde a COP 15 em Copenhague, o setor vem tratando do tema de forma organizada por meio do FMASE. O fórum é uma iniciativa conjunta de 18 associações setoriais que representam a quase totalidade dos agentes e os grandes consumidores, o Subcomitê de Meio Ambiente do Sistema Eletrobras (SCMA) e o Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (CERPCH).

O *position paper*, do qual é reproduzida parte a seguir, foi fruto de uma consulta geral aos agentes do setor feita pelas associações e consolidado no âmbito do FMASE. São seis os pontos principais que foram levados a Cancun na forma de um *position paper*.⁵

1. Atualmente, a mudança do clima do planeta é considerada um dos maiores desafios das nações por demandar ações conjuntas para seu equacionamento. No que se refere aos seus possíveis efeitos diretos, estão os eventos climáticos extremos, como furacões, tufões, tempestades, desertificação, cheias e estiagens mais severas e elevação do nível dos oceanos. Tais efeitos, quando ocorrem, têm consequências mais drásticas para as populações pobres que tendem a migrar mais intensamente, o que requer medidas bem estruturadas, como: *i*) mitigação das emissões de gases de efeito estufa; e *ii*) adaptação aos impactos econômicos, sociais e ambientais. Neste sentido, o setor está disposto a contribuir com estudos para implementação de medidas sustentáveis, observando sempre a viabilidade técnica, econômica e ambiental.
2. Apoiamos a adoção de ações voluntárias sem abandonar o princípio de responsabilidades comuns, porém diferenciadas, entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento. A contrapartida seria os mecanismos de mitigação (ações de mitigação nacionalmente apropriadas – Namas; mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL; e redução de emissões por desmatamento e degradação – REDD) e outros mecanismos que possam ser criados. Há necessidade de mecanismos diferenciados para os países desenvolvidos, que têm metas obrigatórias, e para os países em desenvolvimento, que poderão assumir compromissos voluntários quantificáveis.
3. O Brasil deve ter reconhecido o seu esforço em ter desenvolvido e mantido uma matriz elétrica baseada em 89% (BRASIL, 2007) de fontes renováveis, enquanto a média mundial é 18% (AIE, 2008). O país tem, portanto, um *crédito ambiental histórico*, em contraste às *responsabilidades históricas* dos países desenvolvidos relativas às grandes emissões passadas. As negociações devem explorar estas vantagens comparativas do Brasil. Neste sentido, propõe-se a criação de um selo de energia elétrica renovável e um selo de energia elétrica sustentável, reconhecidos internacionalmente, que especifiquem o conteúdo energético das fontes utilizadas na produção dos produtos brasileiros. O primeiro certificará os produtos nacionais criados com um percentual expressivo de fontes renováveis. Já o segundo certificará produtos criados com energia fóssil

5. Texto completo disponível em: <www.fmase.com.br>.

gerada com sequestro de carbono. Desta forma, estar-se-à contribuindo para a competitividade da indústria brasileira e, ao mesmo tempo, divulgando nossa condição de matriz predominantemente renovável.

4. A mudança do clima do planeta poderá afetar negativamente a agricultura, a pecuária e os serviços públicos, notadamente aqueles associados à operação do sistema elétrico de distribuição, transmissão e geração. As instalações, em geral, podem ser comprometidas pelos impactos de eventos climáticos extremos, os quais, associados às possíveis variações significativas dos fluxos hídricos, representam grande preocupação quanto à segurança energética do país. Assim, há a necessidade de que a EPE, o operador nacional do sistema (ONS) e a Aneel, sob a coordenação do MME e com participação dos agentes do setor elétrico, formalizem uma instância de tratamento deste tema, que aprofunde os estudos dos efeitos climáticos no setor de energia elétrica e que proponha as ações apropriadas.
5. Apoiamos o objetivo contido no PNMC de manter a alta participação de fontes renováveis na matriz elétrica. Para tanto, consideramos que, caso algumas medidas não sejam tomadas, dificilmente conseguiremos atingir este objetivo. Sugerimos ao governo, nas suas diversas e apropriadas instâncias, as seguintes medidas, no campo interno:
 - Ampliar, apoiar e manter eficazes as redes de monitoramento de variáveis hidrológicas, meteorológicas e climáticas para possibilitar o aprofundamento de estudos prospectivos, considerando tais variáveis de forma sistematizada, incluindo estudos de vulnerabilidade da matriz elétrica.
 - Promover um melhor entendimento e comunicação à sociedade, sobre os benefícios das usinas hidráulicas, que hoje representam a base do setor elétrico brasileiro, e de outras fontes renováveis, como as eólicas e as de biomassa.
 - Dar esclarecimentos, à sociedade sobre a fonte termonuclear que, embora não seja renovável, não emite GEE.
 - Rever a prioridade atual de implantação de usinas a fio d'água, reconhecendo que os reservatórios de acumulação desempenham papel fundamental: *i*) no equilíbrio e na segurança eletroenergética do setor; *ii*) na potencialização da participação das usinas de fontes renováveis, em especial as eólicas e as de biomassa, uma vez que potencializam e otimizam a complementariedade existente entre essas fontes; e *iii*) na redução de possíveis impactos das mudanças climáticas no comportamento hídrico, por meio do controle de cheias e secas, que podem se aprofundar com o aquecimento global.

- Promover o aproveitamento sustentável dos potenciais hídricos não explorados (mais de 100GW), concentrados na Amazônia.
- Trazer para o arcabouço legal interno regulamentações que preencham lacunas legais, acerca de temas relacionados às mudanças climáticas, tais como governança, competências normativas e administrativas, metas voluntárias e compulsórias e instrumentos econômicos.

E no campo externo:

- Defender a agilização da implantação de mecanismos de mitigação do tipo Namas: permitam que os objetivos de redução de emissões propostos pelo país tenham como uma das contrapartidas o efetivo acesso aos recursos que serão disponibilizados para a implementação de todas as fontes renováveis e não emissoras de GEE. Além disso, a outra contrapartida prevista nas discussões das Namas é a transferência de tecnologia; assim, as negociações devem buscar também créditos externos e outros arranjos que viabilizem a transferência de tecnologias limpas para as demais fontes térmicas, incluindo a captura e o uso ou estocagem do CO₂ (Carbon Capture Usage or Storage – CCUS), com objetivo de torná-las não emissoras.
 - Tratar as termelétricas e suas emissões no contexto de sua condição complementar na matriz elétrica brasileira e indispensável à segurança energética do sistema, considerando incentivos à transferência de tecnologias limpas, em vez de penalizações, no conceito de *crédito ambiental histórico*, uma vez que o planejamento do setor já contempla minimizar os períodos de operação das termelétricas.
 - Toda a negociação deve evitar o estabelecimento de compromissos que resultem em elevação das tarifas de energia elétrica aos consumidores brasileiros. Estes devem se beneficiar do fato de o país ter feito um enorme esforço de investimento em fontes renováveis e, por isso, ter uma matriz limpa. O acesso ao serviço de energia elétrica deve ser garantido a todos e ter preços módicos, uma vez que isto garante a inclusão social e a competitividade dos produtos criados no país.
 - É de interesse do setor elétrico simplificar, aperfeiçoar e dar continuidade aos mecanismos adicionais de implementação, especialmente o MDL.
6. O setor elétrico, consciente de seu papel na expansão sustentável da infraestrutura necessária ao desenvolvimento do país, apresenta as seguintes ações a serem implementadas com referência às mudanças climáticas:
- Elaboração periódica e divulgação de inventários de emissões, se possível, incluindo uma abordagem abrangente da cadeia de valor.

- Ampliação dos programas de conservação e uso eficiente da energia.
- Fomento à pesquisa científica e à educação pelos órgãos públicos e privados.
- Estudos de prospecção do potencial dos reservatórios de acumulação na mitigação ou adaptação aos efeitos das mudanças climáticas.
- Desenvolvimento de estudos sobre as emissões antrópicas de GEE por intermédio dos reservatórios de hidrelétricas: avaliação das emissões brutas e líquidas desses gases de tais reservatórios, visando à redução das incertezas que envolvem o balanço de GEE nos reservatórios de hidrelétricas.
- Investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) para estudos relacionados aos efeitos e à adaptação às mudanças climáticas.

5 RECOMENDAÇÕES PARA UMA AGENDA CLIMÁTICA NO SETOR ELÉTRICO

O aprofundamento dos estudos climáticos é fundamental para o país, principalmente quanto aos seus efeitos na agricultura e no setor de energia elétrica, pois o suprimento de energia depende dos níveis dos reservatórios. Sabe-se que o ONS utiliza modelos climáticos para suas previsões, porém a preocupação com o médio e o longo prazos tem suscitado a elaboração de outros estudos com fins diversos. É o caso do estudo de Margulis, Dubeux e Marcovitch (2010), em que é apontada a possibilidade de reduções significativas nas vazões de várias bacias, chegando estas reduções a alcançar 20%. Alterações na variabilidade das afluições também podem acarretar problemas sérios para a segurança na operação do sistema de geração nacional. Tendo em vista ainda que os reservatórios possam ser instrumentos de adaptação às mudanças climáticas, esta necessidade se faz ainda maior.

Ainda no tema *reservatórios*, o setor sugeriu uma reavaliação da decisão governamental de eliminar os grandes reservatórios da expansão do sistema, passando-se a construir no país somente – ou quase – as chamadas usinas a fio d'água. Tal decisão não se baseia em motivação técnica, mas é resultado da percepção governamental de que os reservatórios não são política nem ambientalmente aceitos pela sociedade brasileira, ou parte organizada dela. Essa decisão tende a reduzir a capacidade do país em desenvolver as fontes complementares, como a eólica e a cogeração a bagaço de cana, que “casam” perfeitamente com a base hidráulica. Isto porque, como fontes intermitentes e sem armazenamento, estas complementares requerem uma base firme de geração, que pode armazenar energia quando sopram os ventos ou quando é época de colheita da cana, otimizando o conjunto de recursos energéticos.

Além disso, e talvez, ainda mais preocupante é a perda da capacidade de regularização dos reservatórios. Estes conferiam no passado alto grau de segurança à operação do sistema elétrico, podendo haver grandes períodos de secas com garantia de abastecimento. Atualmente, conforme previsões do ONS, a capacidade de regularização estará reduzida em 2013 em 24% em relação a 2001 (CISNEIROS, 2010). Assim, em períodos secos, o operador passa a despachar térmicas com mais frequência, elevando consideravelmente o custo de geração e, portanto, as tarifas e as emissões. Os números são bastante expressivos; para um acréscimo previsto de 61% na capacidade instalada nos próximos dez anos, a elevação da capacidade de armazenamento é de apenas 11%. No que se refere ao sistema Sudeste – Centro-Oeste, que representa 70% da capacidade de armazenamento de todo o Sistema Interligado, o crescimento é de 5% ou 9 GWmed.

Sob enfoque internacional e guardadas as devidas proporções, o potencial hidráulico brasileiro poderia ser a solução para todos os problemas de emissões na produção de energia elétrica de qualquer país. Exatamente o que os países comprometidos com a questão climática têm buscado é desenvolver fontes alternativas competitivas ao petróleo e ao carvão para a produção de energia. O Brasil tem este grande potencial hidroelétrico, que, apesar da elevação dos custos socioambientais, ainda apresenta custos competitivos e é atualmente a opção mais barata para o país.

No que se refere aos impactos socioambientais, o setor detém conhecimento, tecnologia e experiência suficiente para minimizar/mitigar/compensar os impactos dos projetos. A atual política de expansão do sistema de geração brasileiro parece precisar de ajustes, pois, ao mesmo tempo que procura “proteger” o meio ambiente, está causando outros danos ambientais pelo aumento de emissões. Isto, associado à diminuição da segurança do sistema, já mencionada acima, provoca o encarecimento da energia para a população. Do ponto de vista da opinião pública, observa a demonização de uma fonte renovável que tem visíveis benefícios ambientais e econômicos. Sugere-se, portanto, que o governo inicie um debate qualificado junto à sociedade brasileira sobre esta e outras decisões de política energética que afetam a todos, mas que têm sido guiadas por manifestações de apenas uma pequena parcela da sociedade. Para isto, sugere-se que o governo disponibilize informações e meios que permitam uma efetiva participação de parcelas significativas de todo o espectro social brasileiro.

Outro ponto já mencionado é a elevação de custos causada pelas questões climáticas. Além dos impactos mencionados no item anterior, chama atenção medidas de compensação de emissões tanto no licenciamento de usinas térmicas como de hidráulicas que tendem a elevar o custo de geração e tarifas. Tais compensações foram estabelecidas por meio da IN nº 12 do Ibama e já está sendo

aplicada. Causa espécie que tal medida tenha sido tomada, uma vez que notadamente, com relação às emissões de metano dos reservatórios das hidráulicas, há uma grande polêmica internacional, sendo que até o momento não há metodologia globalmente aceita. Está em curso um programa de medições promovido pelo MME com apoio do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) para aprofundamento sobre o tema, e outros estudos divulgados pela mídia apontam para a possibilidade de sequestro de carbono e não emissões pelos reservatórios, após um período grande de operação. Enfim, o assunto está em aberto e, por isso, não deveriam ser colocados custos adicionais em função de hipóteses.

Quanto às termelétricas, em 2010, houve a tentativa de taxar as emissões das térmicas a carvão e a óleo combustível, mas isentaram-se as usinas a gás. A compensação foi estabelecida por meio de obrigações em investimentos em reflorestamento. À época, o Ministério de Meio Ambiente (MMA) teria alegado que o setor de energia elétrica deveria contribuir com os compromissos de reduzir o desmatamento. Após muita discussão, interações entre o MMA e o MME, a IN nº 7 foi suspensa. Entretanto, percebe-se que o conceito de compensação permanece e ressurgiu na IN nº 12. A visão do setor continua sendo a de que as tarifas de energia já estão muito elevadas e que não se devem imputar maiores custos aos consumidores brasileiros devido às questões climáticas.

Por último, a indicação nas negociações climáticas de que o Brasil continuará a dar ênfase às fontes renováveis é a base para a manutenção do baixo nível de emissões pelo setor energético brasileiro. Entretanto, há de se remover algumas dificuldades regulatórias, tais como:

- O licenciamento ambiental tem sido apontado como um ponto de estrangulamento para o desenvolvimento de fontes renováveis, principalmente as hidráulicas. Os órgãos ambientais alegam que os estudos são mal feitos, a EPE tem enorme dificuldade em obter as licenças prévias para os empreendimentos que vão a leilão, os empreendedores após o leilão ficam por sua conta e risco buscando obter as decisões dos órgãos ambientais, sujeitos a demandas após o preço já ter sido estabelecido no leilão, o que causa grande incerteza quanto aos resultados projetados. Muitas vezes, as dificuldades se colocam não só nas questões da mitigação dos efeitos do projeto nos biomas, mas sim no deslocamento das populações e mitigação/compensação dos impactos da obra quanto à infraestrutura local necessária para receber a obra em si e os trabalhadores. Assim, surgem demandas diversas das prefeituras e dos demais órgãos da administração e muitas vezes até do Ministério Público. O processo de licenciamento é complexo, requer a interação de diversos órgãos e instâncias do Executivo e cada vez mais se discutem

instrumentos mais modernos de avaliação, como a Avaliação Ambiental Integrada (AAI), em que se olha a bacia como um todo, e também a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), em que a análise é mais abrangente do ponto de vista econômico e social. De qualquer forma, há um entendimento de que quanto antes os projetos forem discutidos, mais previsível será o resultado anteriormente ao início do processo de leilão do empreendimento. Acima de tudo, a expansão da oferta de energia para atender à elevação do consumo do país deveria ser um programa de governo a ser implementado por todas as pastas, e não ser um plano do MME. Sugere-se que, após todas as avaliações técnicas, o governo discuta com a sociedade as alternativas para atendimento ao consumo, apresentando os respectivos custos e benefícios das opções selecionadas para escolha pública. Assim, o PDE debatido e selecionado seria um plano de governo em que haveria esforço de todos para que ele se efetivasse por meio não só do investimento público, mas também do privado, conforme previsto no atual modelo.

- Algumas questões regulatórias e legais precisam de decisão urgente, tais como a regulamentação da exploração de projetos em áreas indígenas; a definição das competências para licenciar ainda em aberto no Congresso Nacional; e o código florestal. Sem estas definições, há espaço para interpretações que não estão embasadas na letra da lei e que geram disputas e atrasos.

Em suma, a questão climática está relacionada aos diversos aspectos da produção e do consumo de energia. O país coloca-se em nível mundial como um exemplo a ser seguido no campo energético. Neste estudo foram colocadas diversas condicionantes para que a meta de manutenção de forte base renovável seja atingida e com os menores custos para os consumidores. Espera-se que um setor essencial e que tem apresentado excelente desempenho em termos ambientais não seja penalizado por políticas não suficientemente discutidas e avaliadas. Tal penalização pode significar impacto negativo nos investimentos necessários para o atendimento do mercado e/ou a elevação de custos desnecessariamente para a sociedade brasileira.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). **Energy Balance of Non-OECD Countries 2005-2006**. Paris: OECD, 2008.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Plano Nacional de Energia 2030**. Rio de Janeiro, 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa**. Brasília, 2010a.

_____. Ministério de Minas e Energia (MME). **Balço Energético Nacional (BEN)**. Brasília, 2010b.

CISNEIROS, S. Smart Grid: gerenciamento de demanda, apresentação. *In*: SIMPÓSIO JURÍDICO DA ABCE 2010, 16., 5-6 out. 2010, Rio de Janeiro, RJ.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Energia e competitividade na era do baixo carbono**: uma agenda para o Brasil. SPR/CNI, jul. 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia**: PDE 2019. Rio de Janeiro, 2010.

MARGULIS, S.; DUBEUX, C.; MARCOVITCH, J. **Economia da mudança climática no Brasil**: custos e oportunidades. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). **Climate Analysis Indicators**. Tool (CAIT) Version 7.0. Washington, DC: World Resources Institute, 2010.

DO MDL ÀS NAMAS: PERSPECTIVAS PARA O FINANCIAMENTO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL BRASILEIRO

Maria Bernadete Sarmiento Gutierrez*

1 INTRODUÇÃO

Os dois trilhos em que o regime internacional sobre mudança do clima vem sendo negociado, criado na Conferência das Partes (COP 13), em 2007, e enquadrado no chamado Mapa do Caminho de Bali, resultaram em dois grupos de trabalho: o Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Compromissos Adicionais para as Partes do Anexo 1 no Âmbito do Protocolo de Quioto (*Ad Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol – AWG-KP*) e o Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Ações de Cooperação de Longo Prazo no Âmbito da Convenção (*Ad Hoc Working Group on Long Term Cooperative Action – AWG-LCA*). Enquanto o primeiro se ocupa, entre outros, das questões envolvendo o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) em todos os seus aspectos, o segundo tem como foco ações de cooperação de longo prazo a serem seguidas pelos diferentes países, com destaque para a criação das ações de mitigação nacionalmente apropriadas (*nationally appropriate mitigation actions – Namas*), pelas quais os países em desenvolvimento apresentariam ações de mitigação de caráter voluntário no contexto de seu desenvolvimento sustentável.

Como em capítulo de Miguez¹ nesta publicação, pode-se resumir a inter-relação entre estes dois grupos de trabalho da seguinte forma: o AWG-KP constitui o trilho dos futuros períodos de compromisso dos países pertencentes ao Anexo I, no âmbito do Protocolo de Quioto, enquanto o AWG-LCA foi estabelecido como o trilho para implementação adicional da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC).² Entretanto, como bem enfatiza Americano (2010), para muitos países, a criação destes dois grupos poderia significar a criação de um protocolo adicional ou substituto ao Protocolo de Quioto, o que seria um enorme retrocesso na perspectiva dos países em desenvolvimento que têm se beneficiado de projetos potencialmente financiáveis pela geração de

* Pesquisadora sênior da Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea.

1. Ver capítulo 20 desta publicação.

2. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

créditos de carbono por meio do MDL. Ainda que a Conferência de Cancun (2010) tenha reafirmado a importância da continuação deste mecanismo após 2012, é evento certo a perda de sua importância relativa no caso de que as negociações caminhem para um acordo substitutivo do Protocolo de Quioto.

O MDL tem tido papel importante no financiamento de projetos que contribuem ao desenvolvimento sustentável de países em desenvolvimento. Porém, a utilização deste mecanismo tem sido limitada pelos elevados custos de transação, o que se reflete em um mercado de créditos de carbono gerados por projetos de MDL abaixo de seu potencial. Este reconhecimento tem originado negociações internacionais entre países no âmbito do AWG-KP para reformar o MDL, tornando-o mais eficaz e eficiente no alcance de seu objetivo principal de promover o desenvolvimento sustentável de países beneficiários deste.

No contexto delineado anteriormente, o conceito de *MDL* evoluiu para Programa de Atividades (PoA), visando potencializar a contribuição do MDL para a mitigação da mudança global do clima e para o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento, conforme dispõe o § 20 da Decisão 7/CMP 1.³ Além dos ganhos de escala, claramente o PoA reduz os custos de transação. Indo mais além, o conceito de *MDL setorial* – mais abrangente que o PoA, mas ainda não aprovado – busca ampliar as possibilidades de financiamento de projetos e políticas capazes de promover o desenvolvimento sustentável, ao mesmo tempo reduzindo a emissão de gases efeito estufa (GEE) para aumentar o engajamento dos países em desenvolvimento no esforço de mitigação.

O Acordo de Copenhague estabelecido na Conferência das Partes (COP 15) em Copenhague, em dezembro de 2009, reconhece as *Namas* como forma de aumentar a participação dos países em desenvolvimento no esforço de redução das emissões de GEE. Na COP 16, este acordo adquiriu eficácia jurídica, por meio da aprovação dos Acordos de Cancun, aprovado de forma consensual, mas não unânime, já que a Bolívia rejeitou seu endosso. Entretanto, ficou como atividade pendente para as negociações futuras a questão dos mecanismos de financiamento das *Namas* para sua implementação, assim como também as negociações para o segundo período do Protocolo de Quioto e, em particular, a renovação do MDL após 2012.

Nesse contexto, este artigo procura enfatizar que, apesar de a urgência de se alcançar a estabilização de GEE impor maior participação dos países em desenvolvimento como o Brasil por meio das *Namas*, é importante a manutenção do MDL, assim como sua ampliação por intermédio de um marco setorial, como forma de garantir o financiamento do desenvolvimento sustentável brasileiro e de outros países com níveis de desenvolvimento similares. Argumenta-se que o

3. Conferência das Partes, na qualidade de reunião das partes do protocolo (CMP 1), realizada em Montreal, Canadá.

MDL e as Namas deveriam ter caráter complementar, e não substituto, já que atendem a necessidades diferentes dos países em desenvolvimento. No Brasil, por exemplo, cabe destacar a importância do MDL no apoio aos projetos de energias renováveis, como será mais bem abordado ao longo do texto.

A Conferência de Cancun (2010), entretanto, sinaliza que esse cenário favorável em que o MDL e as Namas tenham papel complementar, e não substituto, encontra-se no momento cercado de incertezas que podem comprometer o financiamento do desenvolvimento sustentável dos países não Anexo I, no âmbito do Protocolo de Quioto, destacando-se o Brasil. Dessa forma, este artigo procura enfatizar a necessidade de ampliar o MDL por meio da redução dos custos de transação, assim como que sejam garantidas as condições pelas quais mecanismos de financiamento sejam criados para o financiamento das Namas. O princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, tem sido fator fundamental para viabilizar as negociações entre países desenvolvidos e em desenvolvimento: o MDL é a expressão concreta deste reconhecimento, e reitera-se o enorme retrocesso que significaria sua cessação para o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento.

2 O PROTOCOLO DE QUIOTO E O MDL

A entrada em vigor do Protocolo de Quioto em 2005 lançou as bases para um mercado global de carbono, constituído por diferentes mercados regionais ou nacionais, assim como mecanismos de projetos redutores de emissões do tipo MDL ou implementação conjunta (IC). Os diferentes mercados divergem em vários aspectos, destacando-se tamanho, características de concepção, abrangências setoriais e geográficas, e natureza, podendo ser voluntários ou não. Alguns destes mercados foram criados com o objetivo de atender compromissos de redução de emissões negociados no Protocolo de Quioto, em que se insere o MDL, enquanto outros são de natureza voluntária, como o Chicago Climate Exchange (CCX). A proliferação recente de iniciativas nacionais ou regionais para criação de mercados de carbono atesta a elevada prioridade política dada a este instrumento, como reconhecimento de suas vantagens de eficiência econômica e de instrumento indutor à inovação tecnológica.

Por um lado, mercado de carbono negocia dois tipos de ativos: *i*) licenças de emissão alocadas em um regime de metas e negociação (*cap and trade*) do Protocolo de Quioto; e *ii*) reduções de emissões baseadas em projetos que incluem o MDL e a IC. Por outro lado, de forma sintética, pode-se dizer que o mercado de carbono se encontra dividido em dois segmentos: *i*) Quioto, liderado pela União Europeia (UE); e *ii*) não Quioto, com a liderança dos Estados Unidos.

Apesar de algumas iniciativas já existentes, como o CCX, pode-se dizer que o mercado de carbono foi estabelecido de forma consolidada com o surgimento dos mecanismos de flexibilização do Protocolo de Quioto. Surgem dois segmen-

tos no mercado de carbono: o comércio de licenças de emissão e o comércio de créditos de reduções, gerados por projetos redutores. O primeiro, como vimos, ocorre quando países Anexo I ultrapassam sua meta e comercializam este excesso como licenças de emissão para outros países Anexo I. A “moeda” utilizada para tal é a *assigned amount unit* (AAU). O segundo segmento origina-se do MDL e da IC. As respectivas moedas são a redução certificada de emissão (RCE)⁴ e a unidade de redução de emissão (URE).⁵ Note-se que, neste último caso, enquanto não ocorrer a certificação final da redução gerada por projetos pela Organização das Nações Unidas (ONU), o conceito relevante é o ERU.

3 MDL E ASPECTOS INSTITUCIONAIS: ELEVADOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO

Os custos de transação no contexto do Protocolo de Quioto definem-se como todos aqueles incorridos para completar a emissão dos RCEs. Basicamente, três são as fontes geradoras dos custos de transação: *i*) preparação de documentos; *ii*) validação e certificação pelas entidades operacionais designadas (EOD), incluindo custos de monitoramento; e *iii*) custos cobrados pelo Conselho Executivo do MDL e do país anfitrião.

Nesse estágio, os custos de transação específicos ao MDL para projetos que não se enquadram na categoria de pequena escala já são elevados, tanto nas fases iniciais e quanto nas de implementação. Estimativas do Banco Mundial (CEPAL, 2004) indicam valor médio de US\$ 270 mil referentes aos custos de um projeto somente para cumprir os requerimentos técnico-burocráticos do MDL, constituindo-se em uma verdadeira barreira financeira para muitos projetos, principalmente em um contexto de inexistência de fontes específicas de financiamento de capital ou que não estão sendo apoiados por um fundo de carbono. Para os projetos de pequena escala, sujeitos a uma análise simplificada, estimativas similares do Banco Mundial apontam um valor de US\$ 110 mil, contribuindo para reduzir a rentabilidade econômica/financeira dos projetos de MDL⁶ (OCDE, 2004), também se constituindo em uma barreira importante.

De Gouvello e Coto (2003) avaliaram os efeitos dos custos de transação nos projetos de pequena escala e que estão sujeitos às regras simplificadas pertinentes. Sua conclusão principal é que estes custos podem variar de US\$ 23 mil a US\$ 78 mil, constituindo-se em uma verdadeira barreira para à implementação de alguns projetos em países em desenvolvimento.

4. *Certified emission reduction* (CER).

5. *Emission reduction unit* (ERU).

6. A COP 8 definiu modalidades e procedimentos simplificados para projetos de MDL classificados de pequena escala: *i*) energia renovável com capacidade máxima de 15 MW; *ii*) eficiência energética até o equivalente a 15 GWh; e *iii*) outros projetos redutores de emissões de GEE até 15 KtCO₂eq.

Outro estudo estima valor médio de US\$ 200 mil para os custos de transação para amostra de 30 projetos de MDL, estando o Banco Mundial na qualidade de gestor do fundo de carbono Prototype Carbon Fund (PCF) (CEPAL, 2004). Estes custos incluem também alguns itens que são próprios do Banco Mundial, como: *i*) Nota Conceito do Projeto, documento do PCF, que é um Project Information Note (PIN) mais detalhado e documentado; *ii*) atendimento a aspectos legais próprios do banco; e *iii*) verificações dos estudos de impactos ambiental, financeiro e técnico compatíveis com os critérios estritos adotados pelo Banco Mundial. A tabela 1 mostra os custos de transação detalhados dos projetos de MDL incluídos nesta amostra.

TABELA 1

O ciclo de projetos de MDL financiados pelo PCF e os custos de transação
(Em US\$)

Etapas do ciclo MDL	Custos
Preparação e revisão do projeto	27.216
Estudo de linha de base e monitoramento/verificação	61.412
Processo de validação	33.415
Negociação de acordos de compra	89.990
Total dos custos de transação	212.033

Fonte: PCF/Banco Mundial (CEPAL, 2004).

Outros custos adicionais incluem o valor de 2% sobre as RCEs destinadas a um fundo de adaptação gerido pela ONU, o registro do projeto junto ao Conselho Executivo do MDL (US\$ 10 mil), as comissões e os honorários de empresas consultoras e intermediárias destinados à comercialização das RCEs (5% a 20% das RCEs) e ainda os custos de verificação periódica por uma entidade operativa antes da emissão das RCEs (US\$ 3 mil a US\$ 15 mil para cada período de verificação).

Muitas vezes, os fundos de carbono e outros intermediários assumem os custos de transação para depois recuperá-los com a venda das RCEs. A expectativa inicial de que os custos de transação se reduzissem com maior número de projetos de MDL viu-se parcialmente não atendida, visto o grau de rejeição pelo Conselho Executivo do MDL de muitas metodologias de linhas de base e processos de monitoramento, que já tinham sido aprovadas por entidades operacionais designadas. O efeito dos custos de transação é o de aumentar significativamente os custos de um projeto MDL potencial, assim como de reduzir a oferta, considerando que muitos projetos não saem do papel pelos custos de transação.

O efeito mais negativo da presença de custos de transação é o de privilegiar projetos de grande envergadura capazes de potencialmente gerar volume elevado de RCEs, que são capazes de manter rentabilidade econômico-financeira líquida

destes custos. Em particular, projetos relacionados a geração elétrica e captura de metano, destruição de HFC, entre outros, são tipos de projetos que tendem a manter rentabilidade econômica no contexto das regras do MDL. Os projetos mais penalizados pelos custos de transação, sem dúvida, são os de pequena escala, que muitas vezes não poderão gerar RCEs suficientes para cobri-los.

Deve-se acrescentar que os custos de transação se somam ao grau de risco de que as reduções de emissões não sejam certificadas. A comercialização de grande parte das reduções, isto é, UREs e não RCEs, ocorre em um contexto de incerteza quanto à certificação final dessas reduções de emissões; portanto, afetando diretamente o lado da receita esperada dos projetos, tanto pelo lado do volume como pelo do preço dos créditos de carbono. Outros riscos não menos importantes incluem os tradicionais associados à implementação do projeto e a seu êxito – tecnológicos, econômicos e políticos. Além dos custos de transação já mencionados, a presença do risco em todos estes níveis tende a ser fonte de custos adicionais, reduzindo a rentabilidade potencial do MDL (JANSSEN, 2001). Destaca-se, inclusive, o possível resultado do projeto não ser realizado, o que, entretanto, não eliminaria estes custos mencionados.

4 PANORAMA DO MDL NO BRASIL

A expectativa original, expressa em documento da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal) (2004), era a de que a América Latina ocuparia papel de liderança absoluta no mercado de MDL devido a um conjunto de fatores, incluindo instituições adequadas à aprovação de projetos e ao apoio governamental, além de oferta potencial de projetos bastante variada, com destaque a projetos hidroelétricos, eólicos, de eficiência energética, de gestão de resíduos, entre outros. De acordo com informação do PCF e do Certified Emission Reduction Unit Procurement Tender (CERUPT), que se constituíam como informação pública mais precisa sobre este mercado, os projetos latino-americanos representavam 31% e 48%, respectivamente, dos montantes globais de suas carteiras mundiais; portanto, configurando-se potencialmente a América Latina como a região mais promissora em termos de projetos de MDL em 2003.⁷

Essa expectativa rapidamente se revelou não sendo verdadeira. Enquanto em 2002-2003 a América Latina apresentou participação de 40% na oferta total de carbono gerada por projetos, e a Ásia de 21%, no período seguinte, 2003-2004, esta posição de liderança já tinha se invertido. Neste último período, a Ásia respondeu por 51% da oferta total de carbono via projetos, superando a América Latina com 27% desta oferta (BANCO MUNDIAL, 2005).

7. Seroa da Motta *et al.* (2000) acertadamente não compartilhavam esta expectativa e previram uma pequena participação para o Brasil devido a seu menor número de opções de redução de baixo custo.

Essa perda de liderança é parcialmente explicada pelo tipo de projeto. Diferentemente do período 2002-2003, quando os projetos mais negociados foram os de captura e destruição de metano de aterros sanitários, no período 2003-2004, o maior volume negociado refere-se aos projetos de destruição de HFC-23, frequentes na China, e que respondem por 35% do volume total ofertado.⁸

Tal posição de liderança asiática desde então se consolidou, em que a China e a Índia aparecem como os países responsáveis por mais de 50% de projetos de MDL. Em 2006, 61% dos volumes de crédito transacionados provinham do mercado chinês, um pouco abaixo da mesma participação de 73% em 2005. Segue-se a Índia em segundo lugar, com participações de 3% e de 12% em 2005 e 2006, respectivamente. A América Latina apresentou participação de 10% no mercado de MDL em 2006, correspondendo ao Brasil 4% (BANCO MUNDIAL, 2010).

As estatísticas mais recentes (BRASIL, 2011) apontam que, no caso do Brasil, o maior número de projetos se concentram na área de geração elétrica e suinocultura, que respondem por 67% do total de projetos. Os escopos que mais reduzirão emissões de GEE são os de energia renovável, aterro sanitário e redução de N₂O, atividades estas responsáveis por 70% da redução das emissões no primeiro período de obtenção de créditos. A tabela 2 mostra a distribuição das atividades de projeto no Brasil por tipo de projeto.

TABELA 2
Distribuição das atividades de projeto no Brasil por tipo de projeto

Projetos em validação/ aprovação	Número de projetos	Número de projetos (%)	Redução anual de emissão (%)	Redução de emissão no primeiro período de obtenção de crédito (%)
Energia renovável	245	51,4	39,8	37,6
Aterro sanitário	36	7,5	22,7	21,3
Redução de N ₂ O	5	1,0	12,6	11,2
Suinocultura	76	15,9	8,4	9,8
Troca de combustível fóssil	46	9,6	6,6	7,0
Eficiência energética	30	6,3	4,3	5,2
Reflorestamento	2	0,4	0,9	3,3
Processos industriais	14	2,9	2,0	1,9
Resíduos	19	4,0	1,4	1,4
Emissões fugitivas	4	0,8	1,4	1,4

Fonte: Brasil (2011).

8. Projetos de aterros sanitários, ao deixar de emitir metano, cujo poder de aquecimento global é 21 vezes maior que o CO₂, e geração de energia a partir do biogás têm potencial elevado de geração de RCEs.

Outra informação importante diz respeito ao tamanho do projeto. As atividades de projeto de MDL podem ser de pequena ou larga escala e esta divisão é feita por meio da verificação de alguns fatores, conforme definido pelo Acordo de Marrakesh. Para efeitos dos procedimentos necessários à aprovação dos projetos, há regras simplificadas para os de pequena escala, tal e qual definido pelo Acordo de Marrakesh. No Brasil, aproximadamente 57% são considerados de larga escala. Este resultado parece sugerir que, apesar das regras simplificadas, os custos de transação podem estar impedindo maior utilização deste mecanismo nos projetos de pequena escala (BRASIL, 2011).

O Brasil, de acordo com as estatísticas mais recentes, continua a ocupar o terceiro lugar em número de projetos registrados no Conselho Executivo do MDL (183), com a China em primeiro lugar (1.167), seguida da Índia (605) (BRASIL, 2011).

5 UMA VISÃO SETORIAL DO MDL: DO INDIVIDUAL AO COLETIVO

Existe amplo consenso sobre a necessidade de tornar o MDL um mecanismo mais eficaz no alcance de seus objetivos originais: reduzir a emissão de gases efeito estufa e promover o desenvolvimento sustentável nos países não Anexo I. Com este objetivo, na COP/CMP 1, em dezembro de 2005, em Montreal, tomou-se a decisão de estabelecer diretrizes adicionais relacionadas ao MDL para melhorar a efetividade deste instrumento no alcance de seus objetivos originais, tornando-o mais ágil e reduzindo os custos de transação associados. Como vimos, os elevados custos de transação existentes no MDL atuam para limitar significativamente os lados da oferta e da demanda de créditos de carbono gerados a partir do MDL. Mecanismos ampliados de créditos de carbono em nível setorial se baseiam na mesma ideia do MDL, estendido a um setor. As linhas de base seriam setoriais. O papel do governo seria fundamental para prover um marco regulatório capaz de induzir os agentes a implementar ações que visem à mitigação de GEE.

Na COP/CMP 1,⁹ foi aprovado o MDL programático, permitindo que programas ou projetos pertencentes a políticas nacionais ou regionais possam ser agregados para gerar créditos de carbono. Dessa forma, políticas nacionais que gerem desenvolvimento, ao mesmo tempo que reduzam emissões, podem ser receptoras de crédito ampliados, com menores custos de transação. Incluem-se um conjunto de projetos de pequena escala em um programa, por exemplo, pequenas empresas, setor residencial em uma localidade, programas de eletrificação rural, transporte, entre outros. O tratamento destes setores em uma base individual no MDL seria inviabilizado pelos elevados custos de transação do MDL, o que não ocorre de forma coletiva. De maneira ainda mais promissora, a inclusão

9. Trata-se da primeira conferência no âmbito da CQNUMC, depois da aprovação do Protocolo de Quioto.

de políticas setoriais no MDL abrirá novas perspectivas de financiamento para o desenvolvimento sustentável, o que será tratado mais adiante. Como ilustração do MDL programático, destaca-se projeto da Sadia S/A para captura e combustão do gás metano, em seu Programa Suinocultura Sustentável, criado em 2005.

Outra ampliação do MDL promissora para os países em desenvolvimento refere-se à possibilidade de implementar políticas promotoras de desenvolvimento sustentável e também redutoras de emissões. Na COP/MOP1, esta proposta não foi aprovada no âmbito da CQNUMC. Entretanto, esta tem ganhado força e muito provavelmente as negociações futuras serão baseadas em um marco setorial incluindo políticas. Nesse sentido, algumas iniciativas já foram lançadas e o país que esperar a aprovação formal estará perdendo oportunidades de parcialmente financiar seu desenvolvimento sustentável com créditos de carbono.

Refletindo um esforço de se adaptar às mudanças para um MDL setorial mais amplo, a China, por exemplo, lançou um programa para reduzir o uso de energia pelas 100 maiores empresas por meio do aumento da eficiência energética no setor industrial, com uma meta de redução de 20% no consumo de energia por unidade do produto no período 2006-2010.¹⁰ Outras iniciativas incluem o trabalho conjunto entre a Agência Internacional de Energia (AIE)¹¹ e o Banco Mundial, com o objetivo de estabelecer indicadores do tipo *benchmark* para a eficiência energética para Brasil, China, Índia, México e África do Sul (BANCO MUNDIAL, 2006). Estas iniciativas se constituem em passo inicial para a implementação de um MDL setorial amplo. Há de ser destacado que um marco setorial não é incompatível com um MDL baseado em projetos como unidade de análise ou um grupo de projetos similares. Para o MDL se tornar um instrumento de maior relevância tanto para os países em desenvolvimento como também para o próprio combate eficaz ao efeito estufa, esta ampliação se torna necessária.

Esta perspectiva de um MDL setorial é compatível com múltiplos objetivos com o propósito final de tornar as ações de combate ao efeito estufa mais efetivas e eficazes. Em uma segunda instância, torna-se crucial criar as bases para um MDL mais abrangente e que possa ir ao encontro dos objetivos de desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento, além de promover bases para a transferência de tecnologia efetiva. Um marco setorial permitiria identificar metas de redução na emissão de GEE compatíveis com objetivos de desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento. A adoção de políticas de desenvolvimento com objetivos também ambientais poderia ser instrumento importante para engajar os países em desenvolvimento no esforço de mitigação nas emissões,

10. Este papel proativo do governo chinês, antecipando-se aos fatos, sem dúvida, é um fator para explicar a posição de liderança da China no MDL.

11. International Energy Agency (IEA).

ao mesmo tempo contribuindo com seu desenvolvimento sustentável financiado por potenciais créditos de carbono. Deve ser enfatizado que, nas negociações climáticas após 2012, as pressões serão elevadas para que países como Brasil, China e Índia participem do esforço de redução de emissões. Um MDL setorial amplo poderia ser instrumento importante para que os objetivos de desenvolvimento sustentável sejam alcançados com a simultânea redução na emissão de GEE.

Um MDL setorial estendido à inclusão de políticas setoriais ampliaria enormemente a possibilidade de gerar créditos de carbono setoriais, o que beneficiaria países em desenvolvimento, em particular o Brasil. Isto significa que o mecanismo de gerar créditos de carbono ocorreria para várias fontes de emissão pertencentes a um setor econômico. Todas as estatísticas relevantes para a geração de créditos de carbono passam a ter agregação setorial. Em um segundo passo, a questão de como distribuir os créditos gerados setorialmente para fontes individuais se colocaria. Os créditos de carbono poderiam ser gerados a partir de políticas, mudanças em indicadores ambientais ou sistema de mercado do tipo *cap and trade* (OCDE, 2006). Estas três opções são apresentadas a seguir:

1. Créditos gerados a partir de políticas: os créditos a serem obtidos seriam medidos com base nas reduções de emissões resultantes de políticas determinadas. Requer-se, neste caso, avaliação cuidadosa da contribuição da política em questão à efetiva redução de emissões. Uma enorme vantagem nesta opção é permitir que projetos e setores que não teriam acesso ao financiamento de carbono por motivos diversos, por exemplo, elevados custos de transação, possam ter este acesso.
2. Créditos gerados a partir de indicadores: o indicador linha de base seria definido como emissões divididas por uma unidade métrica estabelecida, refletindo em nível de atividade do setor (*e.g.* toneladas de aço ou alumínio, consumo de energia etc.). Um setor teria créditos de carbono se conseguisse alcançar indicador de emissões a uma taxa abaixo daquela determinada pela linha de base.
3. Créditos gerados a partir de meta de redução fixa – ou *cap and trade*: um setor se tornaria potencial receptor de créditos se suas emissões alcançassem volume menor da meta estabelecida.

Essas três opções anteriores compartilham aspectos comuns. O primeiro aspecto importante diz respeito ao estabelecimento de uma linha de base, referência sobre a qual as reduções serão medidas. Outra questão importante se refere à própria definição do setor. Igualmente relevantes são os aspectos referentes aos mecanismos de monitoramento e verificação. Pode-se afirmar que estes aspectos comuns às três opções de créditos setoriais deverão receber o tratamento adequado. Vimos os elevados custos de transação no caso de projetos do MDL;

a comunidade internacional deve trabalhar para que as lições aprendidas com a operação do MDL se reflitam na criação de um sistema de créditos setoriais eficaz e eficiente.

De acordo com a perspectiva brasileira de que – por questões de equidade o Brasil não deve ter metas de redução de GEE que possam comprometer seu processo de desenvolvimento – a geração de créditos de carbono setoriais deve ocorrer desde que haja compatibilidade entre seu crescimento/desenvolvimento e as metas de reduções setoriais de GEE.

A expansão do MDL de projeto para um setor pode ocorrer pela implementação de uma ou mais Políticas e Medidas de Desenvolvimento Sustentável (PMDS), setores econômicos em nível nacional ou regiões determinadas (SARAMIEGO; FIGUERES, 2002; SCHMIDT *et al.*, 2004). Dessa forma, cria-se forte incentivo para implementar mudanças para políticas que promovam desenvolvimento sustentável com claros benefícios ambientais. Por outro lado, ocorreria a redução dos custos de transação, que no momento atua como fator impeditivo para muitos projetos e/ou empresas.

Em um esforço conjunto do Banco Mundial, da BM&F Bovespa e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) (2010), foram mapeadas as oportunidades de ampliar a utilização do MDL no Brasil. Este trabalho mostra que, apesar de a participação brasileira no mercado mundial do MDL ser bastante expressiva, ocupando como dito o terceiro lugar em número de projetos, ainda há elevado potencial para o desenvolvimento de outras atividades de projetos, que poderiam ser enquadrados em um marco individual ou programático. Este estudo contemplou inventário das oportunidades de projetos mitigadores de reduções de GEE nos seguintes setores:

- eletricidade – geração, distribuição e consumo;
- combustível fóssil para a indústria – produção, distribuição e consumo;
- outros insumos para a indústria – produção e tratamento de subproduto;
- transportes/combustíveis para veículos – produção, distribuição e consumo; e
- gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos – geração, tratamento e disposição.

Este estudo aponta que no Brasil as possibilidades de ampliação de MDL são muito elevadas, uma vez que sejam criadas as condições propícias para estes projetos. Este elevado potencial na utilização de MDL pelas empresas brasileiras deveria nortear a posição brasileira em suas negociações. Brevemente, será publicado estudo com a quantificação deste potencial.

6 DO MDL SETORIAL ÀS NAMAS

O Plano de Ação de Bali introduzido na COP de 2007 estabeleceu o conceito de *Namas*, conforme já mencionado, que se traduz nas ações de mitigação dos países em desenvolvimento que ocorreriam de forma monitoramento, relatório e verificação (MRV)¹² e que poderiam, mas não necessariamente, ser objeto de financiamento pelos países Anexo I. A concepção das *Namas* tem como uma de suas origens o reconhecimento de que países em desenvolvimento devem participar no esforço de redução nas emissões de GEE, o que, não ocorrendo, poderia colocar em risco qualquer acordo de redução de emissões.

As *Namas* deveriam ter as seguintes características:

1. Apresentarem como resultado a redução nas emissões de um país a médio e longo prazos adicional à situação do que teria ocorrido por meio do mercado de carbono.
2. Serem consistentes com as prioridades com os objetivos de desenvolvimento sustentável de um país.

Idealmente, portanto, as *Namas* identificam-se com as estratégias nacionais concebidas com o objetivo principal de alcançar elevadas reduções nas emissões de gases efeito estufa e que teriam como consequência a redução da intensidade de carbono da economia a médio e longo prazos. Cabe ressaltar que a definição das *Namas* é ampla o suficiente para também abarcar ações que ocorreriam por motivações de outra natureza, mas que resultam em reduções de emissões de forma importante.

Finalmente, as *Namas* deveriam incluir políticas e medidas em todos os setores de elevado potencial de mitigação. Também podem ocorrer em diferentes níveis e escalas de ação: nível de projeto, setor ou ainda programático ou nacional, constituindo-se em marco para integrar ações visando à redução do carbono em uma economia.

Apesar de que exista grau elevado de concordância sobre a conceituação das *Namas*, ainda não foi alcançado o estágio de sua definição precisa.¹³ Existe consenso razoável sobre algumas de suas características. Ser voluntária e escolhida pelo país em desenvolvimento, por exemplo, é um ponto de consenso. Como Americano (2010) aponta, os pontos que originam maior controvérsia são aqueles referentes à natureza das ações domésticas, ao apoio financeiro, de tecnologia e capacitações aos procedimentos de MRV. Com relação às *Namas* que não buscam apoio externo, permanecem importantes indefinições não só sobre sua própria definição, assim como também sobre quais seriam os procedimentos específicos adequados.

12. *Measurable, reportable, verifiable* (MRV).

13. Há de se destacar que, no caso das *Namas* que recebam financiamento externo, o crédito de carbono gerado vai entrar na contabilização da redução do país financiador, e não do país que vai implementá-la.

Em janeiro de 2010, o Brasil encaminhou suas Namas para o secretariado da convenção do clima, além de se associar formalmente ao Acordo de Copenhague (AMERICANO, 2010). As seguintes ações de mitigação foram propostas, totalizando redução de crescimento das emissões brasileiras estimadas até 2020 da ordem de 36,1% a 38,9% com relação a um cenário *business as usual* (BAU):

- redução de 80% do desmatamento na Amazônia – redução estimada de 564 milhões de toneladas de CO₂ até 2020;
- redução de 40% do desmatamento no Cerrado – redução estimada de 104 milhões de toneladas de CO₂ até 2020;
- recuperação de pastos – amplitude de redução estimada de 83 milhões de toneladas a 104 milhões de toneladas de CO₂ até 2020;
- integração lavoura/pecuária – amplitude de redução estimada de 18 milhões de toneladas a 22 milhões de toneladas de CO₂ até 2020;
- plantio direto – amplitude de redução estimada de 16 milhões de toneladas a 20 milhões de toneladas de CO₂ até 2020;
- eficiência energética – amplitude de redução estimada de 12 milhões de toneladas a 15 milhões de toneladas de CO₂ até 2020;
- expansão da oferta de energia por hidrelétricas – amplitude de redução estimada de 79 milhões de toneladas a 99 milhões de toneladas de CO₂ até 2020;
- fontes alternativas: pequenas centrais hidrelétricas, bioeletricidade, eólica – amplitude de redução estimada de 26 milhões de toneladas a 33 milhões de toneladas de CO₂ até 2020; e
- siderurgia: substituição do carvão de desmatamento por carvão de floresta plantada – amplitude de redução estimada de 8 milhões de toneladas a 10 milhões de toneladas de CO₂ até 2020.

As metas anteriormente descritas adquiriram *status* legal, por meio da Lei nº 12.187/2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). O estudo de Seroa da Motta¹⁴ discute os aspectos regulatórios e de governança necessários para a implementação da PNMC. Há de se destacar que a possibilidade de financiamento por meio do MDL é explicitada na referida lei, o que sinaliza de forma inequívoca a importância deste mecanismo para o financiamento do desenvolvimento sustentável brasileiro.

14. Ver capítulo 1 desta publicação.

7 AS NAMAS E A QUESTÃO DE SEU FINANCIAMENTO

Um acordo pós-2012 bem-sucedido implica o equacionamento apropriado da questão do financiamento das Namas que conduza à sua efetiva implementação. Central nesta discussão é a questão de como promover o equilíbrio entre as necessidades de financiamento das Namas e a disponibilidade de fundos. Vale lembrar que, de acordo com o § 1º, inciso *ii*, alínea *b*, do Plano de Ação de Bali, temos:

As ações de mitigação apropriadas nacionalmente pelos países em desenvolvimento no contexto do desenvolvimento sustentável apoiadas e capacitadas por tecnologia, financiamento e fortalecimento institucional de uma forma mensurável, reportável e verificável.¹⁵

Os Acordos de Cancun, de acordo com o capítulo de Wehbe¹⁶ nesta publicação, significaram algumas conquistas importantes para os países em desenvolvimento no que diz respeito ao financiamento. Destacam-se o estabelecimento do Fundo Verde para o Clima, um comitê permanente para assistir o mecanismo financeiro e a alocação de recursos, além do reconhecimento dos compromissos coletivos de financiamento de curto e longo prazos. A escala de recursos a ser disponibilizada é de US\$ 30 bilhões no curto prazo até 2012 e US\$ 100 bilhões anuais até 2020. Entretanto, ainda que estes valores pareçam expressivos em termos absolutos, revela-se insuficiente diante de estimativas do financiamento necessário para o esforço de mitigação nos países em desenvolvimento.

Alguns estudos têm analisado os níveis de investimento necessário para a implementação de ações de mitigação nos países em desenvolvimento. Por exemplo, o relatório da CQNUMC (2007) mostra que a hipótese de redução de 25% nos níveis das emissões de 2000 a 2030 implica um custo de US\$ 200 a 210 bilhões anualmente (CQNUMC, 2009), dos quais US\$ 130 bilhões serão necessários nos países em desenvolvimento. Considerando que o MDL mobilizou US\$ 3 bilhões em 2009, as seguintes observações são pertinentes:

- Os níveis atuais de financiamento para planos de mitigação terão de ser incrementados significativamente em um regime pós-2012.
- A mobilização de recursos do setor privado será crucial para prover os necessários recursos para o financiamento das Namas.
- A demanda por financiamento muito provavelmente excederá a oferta de recursos.

15. *Nationally appropriate mitigation actions by developing country parties in the context of sustainable development, supported and enabled by technology, financing and capacity building, in a measurable, reportable and verifiable manner.*

16. Ver capítulo 22 desta publicação.

A experiência do MDL é bastante ilustrativa a este respeito. O MDL tem sido importante catalisador de investimentos de baixo carbono, facilitando e alavancando recursos de valores muito superiores aos de seu próprio mercado. De acordo com o Banco Mundial (2010), no período 2002-2008, o MDL gerou US\$ 23 bilhões em créditos de carbono, cujos projetos geradores destes envolveram recursos totalizando US\$ 106 bilhões, principalmente em energia renovável. Para efeitos de comparação, o investimento em energia renovável em países em desenvolvimento totalizou US\$ 80 a 90 bilhões no mesmo período. Estes resultados indicam o potencial do MDL como mecanismo para aumentar a mobilização de recursos. Uma das razões seria, sem dúvida, a maior eficiência necessária na gestão e na operação dos projetos de MDL, dado que estes são condições necessárias à própria obtenção dos créditos de carbono. Neste contexto assim delineado, a eficiência em um mecanismo de alocação de recursos capaz também de mobilizar recursos do setor privado adquire importância crucial, de forma que as lacunas de financiamento sejam minimizadas.

Esse mecanismo de equilibrar as demandas de financiamento com a oferta de fundos deveria ter algumas características. O primeiro aspecto que emerge neste contexto é que o financiamento externo das Namas deveria ser suplementar ao financiamento governamental, e não deveria substituir financiamentos já existentes. Outro aspecto importante diz respeito ao critério de privilegiar ações de mitigação que não seriam facilmente financiáveis pelo mercado de carbono ou por outros canais de investimento privado.

Outro importante elemento no referido mecanismo seria direcionar o financiamento para Namas em setores em que o MDL não tem operado. Para ilustrar o argumento, poderia ser o caso de setores em que a tecnologia tem demonstrado elevado potencial, mas que ainda não alcançou o estágio de comercialização, como o setor de captura e armazenamento de carbono (*carbon capture and storage*). Poderiam também ser pensados setores em que existem barreiras de mercado à implementação de projetos, tais como aumento de eficiência energética pelo lado da demanda, assim como setores não incluídos no MDL, como energia nuclear, caso estes setores não sejam incluídos no regime pós-2012. De qualquer forma, pode-se esperar falta de consenso entre os países quanto à inclusão destas atividades como passíveis de financiamento.

Considerando ainda que o próprio conceito de Namas necessita de mais definições, um mecanismo de financiamento apropriado deveria priorizar as ações para as quais há escassez de recursos para sua implementação. Um primeiro passo importante é sem dúvida a elaboração das Namas pelos países não Anexo I, o que já é feito por alguns países, incluindo o Brasil, conforme mencionado, acompanhada da clara indicação de quais ações serão implementadas com recursos domésticos e de quais buscam financiamento externo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um primeiro plano, pode-se concluir que é possível melhorar o desempenho do mercado de MDL, simplificando os procedimentos de registro para reduzir seu alto custo e flexibilizando o critério de adicionalidade legal, financeira e de agregação de cobenefícios. Poderia ser pensada também a inclusão das atividades Land Use Landuse Change and Forestry (LULUCF) no que se refere à ampliação e à inclusão das atividades de florestamento e reflorestamento.

Em um segundo nível, mostrou-se que as Namas convergem em muitos aspectos com as características do MDL setorial, que visavam originalmente ampliar os benefícios deste último com a redução dos custos de transação. Entretanto, há importante diferença no que diz respeito ao financiamento: as Namas podem ou não ser financiadas pelos países Anexo I, enquanto o MDL tem como foco o financiamento por países Anexo I.

Na COP 16, não se avançou no campo nem da renovação do MDL pós-2012 nem em sua expansão por meio de um marco setorial. Trata-se de oportunidade perdida, já que o MDL tem tido papel importante no financiamento de projetos inovadores e emblemáticos. Por outro lado, não se logrou definir em que circunstâncias as Namas poderiam ser objeto de financiamento por parte dos países Anexo I. Idealmente, sob o ponto de vista dos países em desenvolvimento, as negociações deveriam caminhar para a renovação e a ampliação do MDL, assim como para a definição das condições sob as quais haverá financiamento para as Namas, sem que elevados custos de transação estejam presentes.

Nesse estágio atual, importantes incertezas permanecem quanto se as próximas negociações conduzirão a um maior volume de recursos para financiar crescimento de baixo carbono nos países em desenvolvimento. Não sabemos, o que é grave sob o ponto de vista dos países não Anexo I, de que forma os recursos disponíveis para o MDL se combinarão – ou não – com recursos disponíveis para as Namas. Considerando que há importantes impasses sobre o futuro do Protocolo de Quioto e que, por outro lado, ainda não há consenso nem sobre as Namas nem sobre seu financiamento, não podemos descartar o pior cenário de ausência total de financiamento. Inconcebível seria que as negociações futuras não lograssem nenhum dos dois objetivos. Os dois trilhos de negociação paralelos, AWG-KP e AWG-LCA, concebidos para se chegar a um acordo mais abrangente do clima, estão sendo utilizados de forma estratégica pelos países Anexo I e condicionalidades não explicitadas estão sendo introduzidas de forma que interesses nacionais se sobreponham ao interesse global de se alcançar um verdadeiro acordo mundial capaz de levar à estabilização de GEE.

O princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, tem sido elemento importante para garantir a equidade nas negociações entre países desen-

volvidos e em desenvolvimento e a própria concepção da CQNUMC foi moldada para atender a este critério, que deveria se apresentar como inegociável.

O Brasil, por um lado, apresenta elevado potencial de ampliar sua utilização do MDL nos mais diferentes setores. Por outro lado, o país, por meio de suas ações de mitigação contidas em sua PNMC, apresenta metas de redução em suas emissões ambiciosas, em que se prevê inclusive financiamento via MDL. Seria muito importante que as negociações futuras caminhassem para a continuação do Protocolo de Quioto e que o financiamento a ser disponibilizado para as Namas sejam recursos adicionais. Estes fatores são requisitos para haver um acordo global sobre o futuro do regime internacional sobre mudança do clima.

REFERÊNCIAS

AMERICANO, B. O estágio atual das negociações sobre Namas: implicações para o Brasil e para o futuro das negociações sobre mudanças climáticas. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, Ipea, jul. 2010.

BANCO MUNDIAL. **State and Trends of the Carbon Marker 2005**. Washington, DC: The World Bank, 2005.

_____. **State and Trends of the Carbon Marker 2006**. Washington, DC: The World Bank, 2006.

_____. **State and Trends of the Carbon Marker 2007**. Washington, DC: The World Bank, 2007.

_____. **State and Trends of the Carbon Marker 2010**. Washington, DC: The World Bank, 2010.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Status atual das atividades de projeto no âmbito do MDL no Brasil e no mundo**. Brasília, 2011.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE (CEPAL). **El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas**. Santiago de Chile, 2004.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (CQNUMC). **An Assessment of the funding necessary to assist developing countries in meeting their commitments relating to the GEF replenishment cycle**. BONN, 2007.

_____. **Investment and Financial Flows to address Climate Change: An Update**. BONN, 2009.

DE GOUELLO, C.; COTO, O. Transaction Costs and Carbon Finance Impact on Small-Scale CDM Projects. **PCFPPlus Report 14**. Washington, DC, 2003.

JANSSEN, J. **Risk Management of Investments in JI and CDM Projects.** St Gallen, 2001.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Taking Stock of Progress under the CDM.** Paris, 2004.

_____. **Sectoral Crediting Mechanisms for Greenhouse Gas Mitigation: Institutional and Operational Issues.** Paris, 2006.

SARAMIEGO, J.; FIGUERES, C. A Sector-Based Clean Development Mechanism. *In*: BAUMERT, K. *et al.* (Ed.). **Building on the Kyoto Protocol: Options for Protecting the Climate.** Washington, DC: World Resources Institute, 2002.

SCHIMIDT, J. *et al.* **Sector-Based Greenhouse Gas Emissions Reduction Approach for Developing Countries: Some Options.** Washington, DC: Center for Clean Air Policy, 2004 (Working Paper).

SEROA DA MOTTA, R. Aspectos regulatórios das mudanças climáticas no Brasil. **Boletim Dirur**, Brasília, Ipea, 2010.

SEROA DA MOTTA, R. *et al.* **O MDL e o financiamento do desenvolvimento sustentável no Brasil.** Rio de Janeiro: Ipea, set. 2000 (Texto para Discussão, n. 761).

VALENTE, A. W. *et al.* **Projeto de infraestrutura e fortalecimento das instituições do mercado de carbono: levantamento de oportunidades concretas de projetos MDL no Brasil.** Brasília: Banco Mundial, BM&F Bovespa, FINEP, 2011.

OPORTUNIDADES E DESAFIOS RELATIVOS À IMPLEMENTAÇÃO DE MECANISMOS DE REDD

Sofia Shellard*
Gustavo Barbosa Mozzer**

1 INTRODUÇÃO

No âmbito do Tratado Internacional sobre o Clima, o processo de negociação entre as várias partes signatárias tem buscado obter um nível de compromisso dos países em relação à mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) que seja compatível com a urgente necessidade de estabilização do aumento da temperatura nas próximas décadas.

O Acordo de Copenhague (acordo não vinculante obtido ao fim da 15^a Conferência das Partes (COP 15) à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), realizada na Dinamarca no fim de 2009) foi o primeiro passo no estabelecimento de um consenso sobre um valor limite, ao reconhecer a percepção científica de um teto máximo de aquecimento aceitável da ordem de 2°C (CQNUMC, 2009b).

Por sua vez, o texto do Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Ações de Cooperação de Longo Prazo no Âmbito da Convenção (AWG-LCA), acordado em Cancun, México, ao fim da COP 16, em dezembro de 2010, reconheceu que, para que o nível de estabilização desejado seja alcançado, serão necessários esforços gerais em uma escala maior e, mais importante, que uma mudança de paradigma para uma sociedade menos carbono-intensiva será crucial para que a mudança climática e seus efeitos adversos sejam combatidos (CQNUMC 2010).

Há um consenso de que medidas enérgicas e de curto prazo devem ser adotadas pelas principais economias do planeta a fim de reduzir drasticamente seus níveis de emissões de GEE, em especial o dióxido de carbono (CO₂), decorrente majoritariamente do consumo de combustíveis fósseis. Para que esses objetivos sejam alcançados, negociadores e especialistas no tema têm ressaltado a necessidade

* Mestre em Gestão Ambiental pela Universidade de Oxford.

** Pesquisador em Mudanças do Clima da Coordenadoria de Intercâmbio do Conhecimento, na Secretaria de Relações Internacionais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

de operacionalizar mecanismos e processos que viabilizem e estimulem reduções de emissões de GEE em todos os setores relevantes.

Um dos setores que mais têm sido discutidos nos últimos anos em relação ao potencial de mitigação das mudanças climáticas é o de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas. A questão da conservação florestal como estratégia de mitigação não é nova, mas sua viabilidade como um mecanismo específico no âmbito do Tratado Internacional do Clima começou a tomar forma em 2005, a partir de uma proposta que ganhou a denominação de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal em Países em Desenvolvimento (REDD, do inglês *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries*).

Este capítulo pretende rever o histórico e a evolução das discussões sobre REDD no âmbito do Tratado Internacional do Clima, ressaltando sua importância em relação aos benefícios climáticos e ambientais que podem ser obtidos por meio de tal mecanismo e, por fim, levantar alguns dos desafios e das questões inerentes ao mecanismo que devem ser abordados de modo a garantir o sucesso dos objetivos e da implementação de estratégias de REDD no mundo. O tema negociações no âmbito na UNFCCC sobre REDD será complementarmente analisado no capítulo 21 desta publicação.

2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS: O TRATADO INTERNACIONAL DO CLIMA

Os diálogos internacionais sobre mudança do clima produziram avanços significativos ao longo dos últimos 15 anos com o estabelecimento da CQNUMC e, posteriormente, com o conturbado processo de ratificação e entrada em vigor do Protocolo de Quioto. Entretanto, os desafios enfrentados pela comunidade internacional até o presente momento parecem pequenos quando comparados às necessidades futuras que vêm sendo sinalizadas por especialistas e modelos de previsão dos efeitos da mudança do clima.

Considerando-se a experiência adquirida ao longo do árduo processo de negociação internacional, muitos especialistas posicionam-se de maneira extremamente cética acerca da eficácia do processo em curso. Não foram raras as demonstrações de desconfiança quanto à viabilidade de se lograr um posicionamento consensual construtivo no fim de 2009 em Copenhague. Entretanto, a visibilidade que o tema tem ganhado na mídia – e consequentemente na opinião pública – tem, em certa monta, atuado como modulador do processo de tomada de decisão política, tanto em países industrializados (conhecidos no âmbito do tratado do clima como partes do Anexo I) quanto em países em desenvolvimento.

O próprio Protocolo de Quioto, experimento cujo objetivo incluía um compromisso de redução de 5,2% das emissões de GEE por parte dos países

Anexo I em relação ao ano-base de 1990, tem demonstrado a complexidade e a dificuldade que significa uma alteração marginal no modelo global de consumo de combustíveis fósseis, considerando-se alterações nos processos produtivos, no modelo energético e, fundamentalmente, nos hábitos e nas demandas das sociedades modernas.

Vale salientar que a construção do entendimento acerca do Protocolo de Quioto focou na viabilidade da implementação da meta estabelecida por meio da inovação tecnológica, da eficiência energética e da racionalização do consumo (ou seja, o aumento da eficiência dos processos produtivos), da modificação na demanda global por combustíveis fósseis – em especial, aqueles com baixa eficiência de queima, como o carvão mineral – e, ainda, da conscientização da sociedade acerca da necessidade de alterar hábitos e demandas de consumo que resultem em elevados níveis de emissões de GEE.

Passada mais de uma década desde o início do processo de implementação desse acordo, é possível avaliar o quão difícil, do ponto de vista técnico e político, tem sido o cumprimento da modesta meta de redução de 5,2% das emissões de GEE em relação aos níveis de 1990. Ao longo desse período, discrepâncias entre as percepções de governantes e sociedade civil acerca da relevância do tema e em especial acerca do custo-benefício da adoção de medidas severas para modificação de paradigmas comportamentais em termos do consumo de combustíveis fósseis retardaram sobremaneira a efetiva implementação do protocolo, o que comprometeu de modo inequívoco sua eficácia.

Os diálogos para um segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto iniciaram-se, oficialmente, durante a COP 13, no fim de 2007. Neste momento, o mundo passava por um importante processo de transição política com o fim da gestão do presidente George W. Bush nos Estados Unidos e o aumento da visibilidade do tema junto à imprensa e à opinião pública em função do aumento da frequência de eventos climáticos cada vez mais intensos, como grandes períodos de estiagem seguidos por inundações, furacões e ondas de frio e calor assolando os mais variados cantos do planeta. Soma-se a esse fato a publicação nesse ano do *4º Relatório de Avaliação*, do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) – 4AR, que apontou para a certeza científica quanto à responsabilidade das atividades humanas pelas mudanças climáticas.

Em função de toda essa conjuntura, a COP 13, realizada em Bali, na Indonésia, conseguiu um importante avanço político, com uma sinalização efetiva na escolha do formato de diálogo multilateral adotado no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU) para o enfrentamento do problema do aquecimento global. Neste sentido, apesar do ceticismo, Bali conseguiu estabelecer os parâmetros sobre os quais seriam traçadas as discussões para o

segundo período de compromisso do protocolo, tendo estabelecido o prazo para o término destas discussões em 2009.

Objetivando o êxito do segundo período de compromisso, o Acordo de Bali – também chamado Caminho de Bali – já dava claras indicações da necessidade de implementação de instrumentos muito mais abrangentes do que aqueles inicialmente previstos para o Protocolo de Quioto.

O entendimento da comunidade científica já sinalizava que reduções de emissões de GEE muito mais drásticas e severas do que as anteriormente propostas deveriam ser negociadas a fim de conter a constante e intensa escalada do aumento da concentração de GEE na atmosfera e a conseqüente elevação das temperaturas médias globais.

O Acordo de Bali abriu caminho para a discussão e a negociação de modelos alternativos, adicionais àqueles inicialmente propostos em Quioto, e que pudessem resultar em novos instrumentos de mitigação de emissões de GEE – entre os quais, o mecanismo que viria a ser conhecido como REDD.

3 CONSTRUÇÃO DO CONSENSO SOBRE A NECESSIDADE DE UM MECANISMO QUE PROPORCIONASSE INCENTIVOS POSITIVOS À CONSERVAÇÃO FLORESTAL

A percepção de que o setor florestal mereceria um tratamento diferenciado para o segundo período de compromisso foi formalmente internalizada nas discussões após a apresentação da proposta da Papua Nova Guiné (PNG) e da Costa Rica durante a COP 11, realizada em Montreal, Canadá, em 2005. O documento foi apoiado por outras oito partes, não incluindo o Brasil (CQNUMC, 2005).

Segundo essa proposta, a redução do desmatamento é, em virtude da magnitude de emissões de GEE envolvidas (de 10% a 25% das emissões antrópicas anuais de GEE), condição necessária para se alcançar a estabilização da concentração de GEE na atmosfera conforme o objetivo final da CQNUMC. Adicionalmente, a proposta salientava que o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL),¹ conforme concebido, não permitia a remuneração, ou a compensação financeira, em países em desenvolvimento, pela regeneração de áreas desflorestadas posteriormente a dezembro de 1989 e/ou pela redução de suas taxas desmatamento.

A proposta de compensação por desmatamento evitado em países em desenvolvimento não era nova na convenção – ela já havia sido discutida quando da elaboração dos mecanismos adicionais dentro do Protocolo de Quioto. Devido à falta de consenso sobre aspectos políticos e metodológicos relativos

1. O MDL é um dos três mecanismos adicionais de mitigação do protocolo, por meio do qual créditos advindos de projetos de redução de emissões de GEE em países em desenvolvimento podem ser utilizados para o abatimento das metas dos países Anexo I.

a essa proposta, e aos problemas específicos apresentados em relação ao assunto, conforme será discutido a seguir, optou-se por só incluir a possibilidade de projetos de florestamento e reflorestamento no MDL – e não de conservação florestal – e, ainda assim, com critérios específicos para a elegibilidade das terras, como criticado pela proposta da PNG e da Costa Rica.

Logo em seguida à divulgação dessa proposta, o tema ganhou força tanto no âmbito da convenção quanto fora deste, especialmente depois que o *Relatório Stern* de 2006 observou que diminuir as taxas de desmatamento proporcionaria uma oportunidade de ótimo custo-benefício para a redução das emissões de GEE (STERN, 2006). Para os ambientalistas envolvidos com a conservação de florestas, a possibilidade de uma visibilidade maior sobre o tema no âmbito da Convenção do Clima também se tornou extremamente atraente.

Segundo dados publicados em 2006 pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO – em inglês, Food and Agriculture Organization of the United Nations), uma área de floresta de aproximadamente 13 milhões de hectares tem sido anualmente convertida para outros usos em todo o planeta (FAO, 2006a). Ainda segundo a FAO (2006b), um aumento significativo da conversão de florestas nativas para pastagens e áreas agrícolas tem ocorrido na América Latina e no Caribe, resultando em uma elevação expressiva de emissões de GEE – em especial CO₂ e óxido nitroso (N₂O) – decorrente do crescente uso de fertilizantes nitrogenados.

Seria, portanto, necessário pensar e discutir um mecanismo que verdadeiramente permitisse alcançar a capilaridade e a escala necessária para englobar todos os países detentores de importantes áreas ainda preservadas de florestas, promovendo os incentivos necessários para competir com outras atividades econômicas que resultam em desflorestamento.

A proposta apresentada pela PNG e pela Costa Rica recebeu amplo apoio das partes e a COP 11 deliberou pelo estabelecimento de um grupo de contato que iniciou um processo de dois anos de coleta e discussão de propostas para o REDD. O Brasil encaminhou uma proposta em fevereiro de 2007, sugerindo um fundo para o qual nações desenvolvidas poderiam voluntariamente aportar recursos a serem utilizados em ações governamentais de combate ao desflorestamento. Segundo essa proposta, os recursos seriam disponibilizados *ex post* para países que conseguissem demonstrar de forma transparente reduções efetivas no desflorestamento.

Assim como a proposta brasileira, outras 32 propostas de países e representantes da sociedade civil organizada foram apresentadas ao Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico (SBSTA). Uma compilação das propostas submetidas ao SBSTA elaborada pelo Global Canopy Programme (GCP, 2009),

identifica quatro fatores-chave que diferenciam ou assemelham as propostas apresentadas, sendo eles:

1. Escopo do mecanismo

RED:	redução de emissões por desmatamento
REDD:	redução de emissões por desmatamento e degradação
REDD+:	redução de emissões por desmatamento e degradação, conservação e aumento de estoques de carbono florestal e manejo florestal sustentável

2. Nível de referência: escala²

Global
Nacional
Subnacional

3. Mecanismos de distribuição dos benefícios

Redistribuição:	inclui a redistribuição para países com alta cobertura florestal e baixo nível de desmatamento
Mecanismo adicional:	inclui um fundo de estabilização para viabilizar atividades de conservação

4. Mecanismo de financiamento

Fundos voluntários:	fundos multinacionais que não permitem a geração de créditos de carbono ou o abatimento nas metas nacionais de reduções de emissões via mercado
Diretamente associado ao mercado:	acoplado a/ou similar aos mecanismos de mercado existentes, como o MDL
Vinculado ao mercado:	Mecanismos de mercado, porém distintos do MDL; inclui a possibilidade de leilões de créditos de carbono e um mecanismo de duplo mercado. Este modelo poderia permitir o abatimento nas metas nacionais de redução de emissão, ou exigir que os créditos sejam adicionais às metas.

No entanto, existem algumas questões específicas que se apresentam à implementação de um mecanismo bem-sucedido de REDD e para as quais é necessário encontrar soluções lógicas e viáveis, de modo a garantir sua eficácia. Embora essas questões se apresentem em qualquer formato que este mecanismo venha a ter, a utilização de créditos de carbono para o abatimento de metas obrigatórias por parte de países Anexo I, como é possível no caso de mecanismos de mercado, implica maior risco de um impacto adverso no sistema climático, já que há maior probabilidade de erro na mensuração da redução efetiva das emissões de GEE. Se os créditos de carbono advindos de projetos de conservação florestal não corresponderem a reduções “reais, mensuráveis e de longo prazo” (CQNUMC, 1998),

2. O nível de referência também diferencia o período de referência das propostas entre histórico, histórico ajustado e projetado.

conforme especificado para projetos no âmbito do MDL, eles podem gerar “créditos fantasmas” – ou seja, podem resultar em uma redução bem menor do que a esperada, ou até mesmo contabilizada, no âmbito global.

4 DESAFIOS E QUESTÕES ASSOCIADAS A PROJETOS DE CONSERVAÇÃO FLORESTAL DENTRO DO TRATADO DO CLIMA

Segundo Fonseca *et al.* (2007), o modelo de REDD adotado pelo Tratado Internacional do Clima beneficiará países de modo diferenciado em função do estado de conservação de suas florestas e de sua área florestada, conforme pode ser observado no quadro 1, a seguir.

QUADRO 1

Matriz para classificar os países segundo sua cobertura florestal e os índices históricos de desmatamento

	Baixa cobertura florestal (<50%)	Alta cobertura florestal (>50%)
Alto índice de desmatamento (> 0,22% /ano)	Quadrante I Guatemala, Tailândia e Madagascar Número de países: 44 Área florestal: 28% Total de carbono florestal: 22% Desmatamento anual: 48%	Quadrante III Papua, Nova Guiné, Brasil e Congo Número de países: 10 Área florestal: 39% Total de carbono florestal: 48% Desmatamento anual: 47%
Baixo índice de desmatamento (< 0,22%)	Quadrante II República Dominicana, Angola e Vietnã Número de países: 15 Área florestal: 20% Total de carbono florestal: 12% Desmatamento anual: 1%	Quadrante IV Suriname, Belize e Gabão Número de países: 11 Área florestal: 13% Total de carbono florestal: 18% Desmatamento anual: 3%

Fonte: Fonseca *et al.* (2007).

Desse modo, dependendo da escolha do escopo, do nível de referência, da distribuição e, até certo ponto, do mecanismo de financiamento de determinada proposta, alguns países poderão beneficiar-se mais do que outros do REDD.

Seguindo a análise apresentada por Fonseca *et al.* (2007), países cujos perfis se aproximem ao apresentado nos Quadrantes I e III, historicamente com altas taxas de desmatamento, tenderão a ganhar mais com as propostas que utilizam uma linha de base histórica em vez de uma linha de base fixada em porcentagem de redução de taxa de desmatamento. Países nos Quadrantes III e IV, com grande cobertura florestal, também irão beneficiar-se mais das propostas que tenham um mecanismo de distribuição explícito, baseado em estoques de carbono. No entanto, países no Quadrante II, com baixa cobertura florestal e baixas taxas de desmatamento, somente se beneficiarão do REDD por meio de atividades de aumento dos estoques de carbono, que são permitidas pela decisão de Cancun sobre o assunto (CQNUMC, 2010).

Outra questão que deve ser levada em consideração nas discussões sobre a implementação de projetos ou programas no âmbito do REDD diz respeito às comunidades diretamente afetadas. Há um consenso de que tal mecanismo deve necessariamente envolver e contar com a participação das comunidades tradicionais que vivem e dependem da floresta, incluindo em especial as comunidades indígenas, para garantir sua efetiva implementação.

Várias organizações alertam que as populações que vivem da floresta devem ser ativamente envolvidas no processo de construção deste modelo, uma vez que o tratamento dado pela comunidade internacional afetará necessariamente o ecossistema em que vivem. Em âmbito nacional, tais comunidades tradicionais devem ser trazidas a participar ativamente do diálogo e da formulação de soluções em escala nacional para medidas de adaptação e mitigação da mudança do clima.

Além disso, outras três questões específicas à questão florestal no âmbito do tratado do clima são constantemente levantadas. Conforme mencionado anteriormente, a possibilidade de inclusão de projetos de conservação florestal já havia sido aventada durante o processo de construção do Protocolo de Quioto. O texto dos Acordos de Marrakesh, que definiram as regras para os projetos de MDL, já mencionava uma preocupação com as questões relacionadas à não permanência, à adicionalidade e às fugas inerentes aos projetos florestais (CQNUMC, 2001). A proposta da PNG e da Costa Rica também reconhecia que essas três questões em particular, além da questão do monitoramento, haviam impedido a inclusão das reduções de emissões por desmatamento no tratado do clima (CQNUMC, 2005) e, em reconhecimento a elas, o texto de negociação do AWG-LCA, em sua sexta sessão, em junho de 2009, estabelece que essas questões devem ser levadas em consideração para que as ações no âmbito do REDD sejam adequadamente abordadas (CQNUMC, 2009a).

A *não permanência* refere-se a uma possível “reversibilidade da remoção de carbono à atmosfera” (IPCC, 2007) e é especificamente complexa no setor florestal, já que este é mais suscetível a perturbações de origem natural ou humana, como queimadas e pragas (GREENPEACE, 2008). Esta questão é um dos motivos pelos quais se decidiu que os créditos de carbono advindos de projetos florestais no âmbito do MDL deveriam ser temporários, ou seja, trocados por créditos de outros tipos de projeto ao fim de determinado período – o que os torna menos atraentes do que os créditos de atividades de projetos tradicionais.

A *adicionalidade* é um critério importante para qualquer mecanismo de mitigação, já que, sem ela, não há prova de efetividade – ou seja, reduções reais de emissões. O conceito de adicionalidade está definido no Art. 12 do Protocolo de Quioto, que estabelece que as reduções de emissões de projetos no âmbito do MDL devem ser adicionais às que ocorreriam na sua ausência (CQNUMC,

1998). Essa medida visava assegurar que nenhum crédito de carbono fosse emitido – e posteriormente comercializado – para atividades que ocorreriam de qualquer forma, sem o incentivo específico do mecanismo. A adicionalidade de um projeto está ligada à linha de base, que é a referência em relação à qual as reduções de emissões serão calculadas. Embora seja relativamente simples calcular a linha de base e as reduções de emissões em um projeto de substituição de combustíveis, por exemplo, o mesmo não pode ser dito sobre projetos de conservação florestal, devido à dificuldade de se mensurar os estoques de carbono – o que é necessário para estabelecer uma linha de base precisa e monitorar as alterações – e avaliar de forma acurada o peso das circunstâncias propulsoras do desmatamento.

A Organização Internacional de Madeiras Tropicais (ITTO – em inglês, International Tropical Timber Organization) observou que há uma grande variabilidade na capacidade dos países em monitorar seus estoques de carbono em florestas (ITTO, 2008), ao passo que Mollicone *et al.* (2007) relatam uma escassez de dados confiáveis sobre estoques de carbono em vários países em desenvolvimento, o que se traduz em um desafio para as propostas calçadas em linhas de base históricas. Quanto ao monitoramento de alterações nos estoques de carbono para estimar a redução nas taxas de desmatamento, deve-se lembrar que as tecnologias mais avançadas – e mais precisas – também têm um custo mais dispendioso, não sendo necessariamente as mais indicadas para grande parte dos países em desenvolvimento. O sensoriamento remoto é apontado como a opção com o melhor custo-benefício, embora seja reconhecido que ele também oferece alguns desafios (HEROLD; JOHNS, 2007; GIBBS *et al.*, 2007). Porrúa, Corbera e Brown (2007) observam que a falta de precisão resultante do uso de imagens de menor resolução para reduzir os custos de monitoramento de grandes áreas florestadas pode ter implicações importantes no caso de um mecanismo de mercado.

Também é necessário esclarecer como outros fatores, como uma mudança nas circunstâncias propulsoras do desmatamento, seriam levados em consideração na estimativa das reduções de emissões, já que, como observado por Kanninen *et al.* (2007), é “impossível prever todos os fatores macroeconômicos” que afetam as florestas. Uma redução no desmatamento resultante da queda do preço de *commodities* agrícolas, por exemplo, deve ser diferenciada daquela obtida pela implementação de um programa de incentivos à redução de emissões por desmatamento, já que tal redução não pode ser atribuída a este.

As *fugas* – também conhecidas como vazamentos – referem-se a um aumento das emissões de GEE em outra localidade em decorrência de um projeto/programa de redução de emissões, ou seja, todas as atividades de desmatamento deslocadas para outras áreas devido às medidas de conservação implementadas em determinada localidade. Porrúa, Corbera e Brown (2007) argumentam que,

em comparação com projetos de redução de emissões no setor energético, não há “nenhuma evidência concreta de que qualquer tipo de projeto florestal seja mais ou menos suscetível às fugas”. Kindermann *et al.* (2008), no entanto, estimam que as fugas em projetos florestais variam de 10% a mais de 90%. Também se deve observar que, em um projeto de redução de emissões implementado no setor energético, a demanda por energia continua a ser atendida, só que de uma maneira menos intensiva em carbono, ao passo que, em um projeto de conservação florestal, as atividades são transferidas para outra área florestal de modo a suprir a demanda. No caso de *commodities* agrícolas e madeira, por exemplo, é previsto um aumento da demanda (ELIASCH, 2008), o que aumentará a pressão sobre áreas florestais. A ITTO também prevê um aumento considerável de queima de madeira para a produção de biocombustíveis (ITTO, 2008).

Embora haja várias propostas para lidar com as fugas em nível regional ou nacional (EBELING; YASUÉ, 2008; ELIASCH, 2008; STERN, 2008), elas também reconhecem que o problema de fugas em âmbito internacional é mais difícil de ser resolvido. Para que as atividades de desmatamento não sejam simplesmente transferidas para países com uma legislação ambiental mais fraca, ou com menor capacidade institucional, há o consenso de que qualquer mecanismo de REDD adotado internacionalmente deve necessariamente ter a participação de todos os países com áreas florestais. Fry (2008), por outro lado, sugere que a única maneira eficaz de lidar com a questão de fugas em âmbito internacional seria implementar medidas para coibir a demanda global por produtos florestais advindos de atividades de desmatamento, mas reconhece a dificuldade de tal proposta.

As questões relativas a não permanência, adicionalidade e fugas no setor florestal não são novas nas discussões para a implementação de um mecanismo voltado à promoção de incentivos à conservação florestal no âmbito do Tratado do Clima, e tampouco são irrelevantes. Entretanto, é necessário lembrar também que as causas do desmatamento em países em desenvolvimento com áreas florestais variam consideravelmente e é preciso considerar as implicações específicas dessas questões em diferentes circunstâncias nacionais. Um mecanismo de REDD bem-sucedido deve encontrar um bom equilíbrio entre a seriedade com a qual abordará as reduções de emissões e a flexibilidade de aplicação a todos os países interessados.

Por último, é necessário que outro temor levantado por algumas organizações e partes também seja levado em consideração: o de que um investimento maciço em atividades de redução de desmatamento impacte negativamente os investimentos em tecnologias mais limpas tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, já que estas são mais dispendiosas e implicam um maior tempo de desenvolvimento e menor aceitabilidade por parte dos consumidores. É necessário,

portanto, que os investimentos em atividades de redução de emissões por desmatamento sejam adicionais àquelas direcionadas a uma diminuição da dependência de combustíveis fósseis e à transição para uma sociedade de baixo carbono.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não há dúvidas do interesse da comunidade internacional em implementar um mecanismo de incentivos positivos à redução de emissões por desmatamento, seja em função da necessidade de cumprir as metas de redução de emissão de GEE que vêm sendo discutidas para um possível segundo período de compromisso, seja para estabelecer um mecanismo que contemple os vários componentes destas reduções de emissões por desflorestamento, degradação e até mesmo a proteção florestal.

Outro motivo para o estabelecimento de tal mecanismo refere-se ainda à necessidade de preservar os serviços ambientais prestados pelas florestas, como manutenção da biodiversidade e do equilíbrio climático em escala local, regional e global, e de abrigar e dar condições de subsistência a uma significativa parcela da população planetária, na qual se inclui uma ampla gama de multiplicidade cultural, regional e étnica. Desse modo, esse mecanismo pode e deve ser incorporado e incentivado como importante instrumento para a consecução de objetivos de redução do desflorestamento, da degradação florestal e da proteção de relevantes sítios florestais.

No entanto, é necessário lembrar que, no âmbito da CQNUMC, o REDD se concentrará primordialmente na redução das emissões causadas pelo desmatamento. Embora seja reconhecido que a complexa dinâmica florestal é responsável por uma enorme gama de serviços ambientais, a convenção é um fórum internacional especificamente estabelecido para lidar com a questão da mudança climática e suas consequências. Assim, dentro do escopo do Tratado Internacional do Clima, todos os outros benefícios ambientais proporcionados pelas florestas, como conservação da biodiversidade e proteção de bacias hidrográficas, serão considerados secundários ao objetivo principal de redução de emissões de GEE.

O texto do AWG-LCA acordado em Cancun, que deverá servir de base para o tão almejado acordo vinculante para um segundo período de compromisso do protocolo que se espera obter em Durban, na África do Sul, ao fim da COP 17, em dezembro de 2011, já estabelece que um mecanismo de REDD no âmbito da convenção deve ser implementado em fases, com a mais ampla participação possível dos países com áreas florestais. O texto define cinco escopos elegíveis para atividades de REDD: redução de emissões por desmatamento; redução de emissões por degradação florestal; conservação dos estoques de carbono em florestas; manejo florestal sustentável; e aumento de estoques de carbono em florestas.

O documento também solicita aos países que desenvolvam um “sistema de monitoramento florestal nacional transparente e robusto” e abordem em seus planos de ação ou estratégias nacionais de REDD as circunstâncias propulsoras do desmatamento e questões relativas à posse da terra e à governança florestal, assim como assegurem a participação total e efetiva de atores relevantes, como as populações indígenas e comunidades locais. Embora não referencie especificamente as questões de não permanência e fugas, o § 2º do seu Anexo I, que orienta quanto às salvaguardas a serem adotadas pelos países interessados em desenvolver estratégias de REDD, solicita que os países elaborem ações para abordar os riscos de reversão e reduzir o deslocamento das emissões (CQNUMC, 2010).

A adoção de tal texto, que explicita o escopo, os requisitos e a necessidade de ampla participação dos atores envolvidos, além da necessidade de salvaguardas para evitar o uso indevido do REDD, como a conversão de florestas naturais, é um grande avanço em direção à implementação de um mecanismo que possa ser utilizado na mitigação de GEE e conservação dos recursos naturais das florestas.

No entanto, para que o objetivo final da implementação do mecanismo de REDD no âmbito do Tratado Internacional de Clima seja alcançado com sucesso, é necessário levar seriamente em consideração as questões delineadas anteriormente, que são intrínsecas ao setor florestal. Além dos itens já estabelecidos no texto de negociação, algumas considerações adicionais podem ajudar no desenvolvimento de um mecanismo de REDD eficiente em nível nacional e global, por exemplo: *i)* integrar os dados em escala nacional dos inventários nacionais de GEE do setor florestal e de mudança do uso da terra ao modelo de zoneamento a ser implementado no país; *ii)* trabalhar para que dados de alta qualidade sobre o uso da terra, mudanças no uso da terra e o setor florestal, que sejam consistentes e comparáveis entre países em desenvolvimento, sejam disponibilizados; e *iii)* desenvolver uma articulação nacional com os demais países detentores de áreas florestadas, no sentido de buscar estabelecer um protocolo internacional de coleta e armazenamento de dados sobre o uso da terra, mudanças no uso da terra e florestas.

A adoção de um mecanismo abrangente, rigoroso e focado na integridade ambiental da convenção e do seu objetivo final viabilizará a implementação de estratégias robustas e eficazes de mitigação de GEE no setor florestal. Isso possibilitará aos países em desenvolvimento com áreas florestais contribuir para os esforços de estabilização do aumento da temperatura em níveis aceitáveis, de modo a interromper o processo de interferência antropogênica nociva ao sistema climático, como estabelecido pelo objetivo final da CQNUMC.

REFERÊNCIAS

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (CQNUMC). **O Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Bonn, Alemanha, 1998. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/28739.html>>. Acesso em: 16 fev. 2010.

_____. **The Marrakesh accords and the Marrakesh declaration**. Bonn, Alemanha, 2001. Disponível em: <http://unfccc.int/cop7/documents/accords_draft.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2010.

_____. **Reducing emissions from deforestation in developing countries: approaches to stimulate action – Submissions from Parties**. Bonn, Alemanha: FCCC/CP/2005/MISC.1, 2005. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2005/cop11/eng/misc01.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2010.

_____. **Revised negotiating text**. Ad Hoc Working Group on Long-Term Cooperative Action under the Convention. Bonn, Alemanha: FCCC/AWGLCA/2009/INF.1, 2009a. Disponível em: <unfccc.int/resource/docs/2009/awglca6/eng/inf01.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2010.

_____. **Copenhagen Accord**. Bonn, Alemanha: FCCC/CP/2009/11/Add.1, 2009b. Disponível em: <http://maindb.unfccc.int/library/view_pdf.pl?url=http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2011.

_____. **Decision 1/CP 16**. Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action under the Convention, 2010. FCCC/CP/2010/7/Add.1. Disponível em: <<http://unfccc.int/documentation/decisions/items/3597.php?such=j&volltext=/CP.16#beg>>. Acesso em: 10 maio 2011.

FONSECA, G. A. B. *et al.* No forest left behind. **PLoS Biology**, v. 5, p. 1645-1646, 2007.

EBELING, J.; YASUÉ, M. Generating carbon finance through avoided deforestation and its potential to create climatic, conservation, and human development benefits. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 363, p. 1917-1924, 2008.

ELIASCH, J. Climate change: financing global forests. *In*: _____. **The Eliasch Review**. United Kingdom Office of Climate Change (OCC), Nov. 2008. Disponível em: <<http://www.official-documents.gov.uk/document/other/9780108507632/9780108507632.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2011.

FRY, I. Reducing emissions from deforestation and forest degradation: opportunities and pitfalls in developing a new legal regime. **Review of European Community and International Environmental Law (Reciel)**, v. 17, n. 2, p. 166-182, 2008.

GIBBS, H. K. *et al.* Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. **Environmental Research Letters**, n. 2, 045023, 2007. Disponível em: <http://www.iop.org/EJ/article/1748-9326/2/4/045023/erl7_4_045023.pdf?request-id=c113d7fb-3466-445ca342-5dcff03a0367>. Acesso em: 16 fev. 2010.

GLOBAL CANOPY PROGRAMME (GCP). **O pequeno livro vermelho do REDD+**. Wytham, Oxford, 2009. Disponível em: <www.idecri.org.br/pgcbr/novopgc/biblioteca/REDDPort.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2010.

GREENPEACE. **Forests for climate**: developing a hybrid approach for REDD. Amsterdã, 2008. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/forestsforclimate2008.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2010.

HEROLD, M.; JOHNS, T. Linking requirements with capabilities for deforestation monitoring in the context of the UNFCCC-REDD process. **Environmental Research Letters**, n. 2, 045025, 2007. Disponível em: <http://www.iop.org/EJ/article/1748-9326/2/4/045025/erl7_4_045025.pdf?request-id=68a36159-cda5-442b-bb6a-54d614baab5d>. Acesso em: 16 fev. 2010.

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION (ITTO). **Tropical forests and climate change**: report of the international expert meeting on addressing climate change through sustainable management of tropical forests. Yokohama, Sept. 2008 (Technical Series, n. 30).

KANNINEN, M. *et al.* **Do trees grow on money?** the implications of deforestation research for policies to promote REDD. Infobrief. Indonesia: Center for International Forestry Research (Cifor), 2007. Disponível em: <http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/Infobrief/014-infobrief.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2010.

KINDERMANN, G. *et al.* Global cost estimates of reducing carbon emissions through avoided deforestation. **PNAS**, n. 105, p. 10302-10307, 2008.

MOLLICONE, D. *et al.* Elements for the expected mechanisms on “reduced emissions from deforestation and degradation, REDD” under UNFCCC. **Environmental Research Letters**, n. 2, 045024, 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). **Global forest resources assessment 2005**: progress towards sustainable forest management, 2006a. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/A0400E/A0400E00.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2010.

_____. FAOSTAT. 2006b. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 16 fev. 2010.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). Climate Change 2007: mitigation. *In*: METZ, B. *et al.* (Ed.). **Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva, 2007. chapter 9.

PORRÚRA, M.; CORBERA, E.; BROWN, K. **Reducing greenhouse gas emissions from deforestation in developing countries: revisiting the assumptions**. Tyndall Centre for Climate Change Research, 2007 (Working Paper, n. 115).

STERN, N. The economics of climate change. *In*: _____. **The Stern Review**. London: HM Treasury, 2006. Disponível em: <http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm>. Acesso em: 16 fev. 2010.

_____. **Key elements of a global deal on climate change**. London: London School of Economics and Political Science, 2008 (Discussion Paper).

DESENVOLVIMENTO, COOPERAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS DE BAIXA EMISSÃO

Gilberto de Martino Jannuzzi*
Marcelo Khaled Poppe**

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo visa indicar, de maneira resumida, o estágio de desenvolvimento de diversas tecnologias energéticas de baixa emissão de gases de efeito estufa (GEE) e explorar o interesse de cooperação atinente a estas tecnologias entre o Brasil e outros países, industrializados e em desenvolvimento. Ele também pode contribuir para negociações internacionais relativas à transferência de tecnologias de energia potencialmente atrativas para o esforço global de mitigação das emissões de GEE provenientes da produção e do uso de energia.

Sua elaboração se apoiou em estudos realizados pelo CGEE em parceria com a IEI, que contaram com a participação ativa de partes interessadas públicas, com destaque para os Ministérios de Ciência e Tecnologia (MCT), do Meio Ambiente (MMA) e Relações Exteriores (MRE), e privadas, representadas pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), em oficinas de trabalho realizadas no CGEE, além de entrevistas com especialistas. É importante salientar que o material deste capítulo representa a situação analisada durante o período 2008-2009 e deve ser lembrada a natureza bastante dinâmica do desenvolvimento tecnológico.

Na seção 2 descrevemos sucintamente o estágio de desenvolvimento das tecnologias empregadas para geração de eletricidade, seguidas daquelas utilizadas para produção de combustíveis e finalmente tecnologias de “interface”. Na seção 3 concluímos apresentando tabela das oportunidades de intercâmbio tecnológico e quadro dos estágios de desenvolvimento das tecnologias energéticas com mais potencial de mitigação das emissões globais de GEE.

* Diretor executivo do International Energy Initiative (IEI) e coordenador do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da Universidade Estadual de Campinas (Nipe/UNICAMP).

** Assessor no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

2 TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS DE BAIXA EMISSÃO DE GEE

A seleção das tecnologias energéticas de baixa emissão a serem examinadas teve como critério o seu potencial de interesse para a mitigação global de emissões de GEE e para atender ao mercado brasileiro de energia, com base em metodologia desenvolvida nos estudos referidos na introdução. Elas são listadas a seguir, acompanhadas de uma descrição sucinta do seu estágio de desenvolvimento, dos principais agentes e países envolvidos, assim como do potencial interesse de desenvolvimento e de transferência entre as partes.

Tecnologias para geração de eletricidade a partir de gás natural e carvão: o Brasil tem interesse em receber tecnologias modernas baseadas nesses combustíveis, inclusive de países do sul, como África do Sul, China, Índia. Possuímos conhecimento tecnológico na área de carvão pulverizado, contando inclusive com instalações industriais deste tipo em operação; contudo, ainda não há iniciativas nem pesquisas sobre sistemas ultrassupercríticos usando carvão. No caso de turbinas a gás de grande porte, trata-se de tecnologia já dominada, em escala comercial, por número limitado de grandes empresas multinacionais. Já as turbinas a gás de pequeno porte começaram recentemente a despertar interesse no Brasil, já existindo grupos de pesquisa e empresas desenvolvendo produtos, o que aumenta o espaço para colaboração internacional em pesquisa aplicada, desenvolvimento e fabricação.

Tecnologias para geração de eletricidade a partir da energia nuclear: o Brasil possui conhecimento na área de produção do combustível, em particular na etapa de enriquecimento. Pode-se pensar na possibilidade de exportação de *know-how* para enriquecimento de urânio com centrífugas desenvolvidas no país, de acordo com as políticas de segurança e os acordos que envolvem essa área. Tecnologias avançadas de reatores nucleares (geração III+ e IV) não são dominadas no Brasil, mas existe algum conhecimento sobre a geração II. Estas são áreas onde existe interesse para futuramente se realizar intervenções de manutenção e participar do desenvolvimento de projetos.

Energia solar fotovoltaica e térmica de altas temperaturas: existe grande interesse em desenvolver e buscar tecnologias mais avançadas nestas áreas, e promover acordos de cooperação com centros de excelência de classe mundial, com o objetivo de ampliar a capacitação de recursos humanos, possibilitar a troca de informações (como experiências, normatizações, medições e suporte) e promover o desenvolvimento de produtos e a execução de projetos em cooperação. Em relação ao solar fotovoltaico, o Brasil possui um grande parque industrial que extrai e beneficia o quartzo, transformando-o em silício grau metalúrgico, mas, apesar de atividades de pesquisa e desenvolvimento nesse sentido, ainda não possui empresas que transformem silício grau metalúrgico em grau solar, assim

como de fabricação de células e de sistemas. A geração de eletricidade por meio de processos de energia solar de altas temperaturas é uma área de pouco domínio no país. Há pesquisa incipiente no tema e poucos pesquisadores envolvidos. No entanto, a nível internacional a situação das tecnologias envolvidas na área de Concentrated Solar Power (CSP) está avançando para estágios de demonstração e de mercado, que podem ser atrativas para o país.

Energia eólica: é uma das fontes que mais crescem no mundo e cujos avanços tecnológicos estão rapidamente entrando no mercado. O Brasil tem todo interesse em acompanhar mais ativamente estes avanços. Existe necessidade de desenvolvimento e adaptações de *softwares*, e de tecnologias de materiais mais apropriados às condições brasileiras. Há bastante espaço para incrementar a pesquisa e desenvolvimento (P&D), a inovação e a nacionalização de componentes. Já existem algumas indústrias instaladas no país, em particular de pás, inclusive com acordos de transferência de tecnologia. O Brasil conta também com uma estrutura industrial capaz de potencialmente atender à demanda interna por novos aerogeradores e seus componentes, assim como de competir no mercado internacional. Os principais países detentores de tecnologia de ponta são Alemanha, Dinamarca, Estados Unidos e Espanha. Entre os países em desenvolvimento, China e Índia já possuem expressivos programas de fabricação e instalação de aerogeradores.

Combustão e gaseificação da biomassa: a tecnologia de gaseificação ainda se encontra em desenvolvimento internacionalmente, mas o Brasil tem particular interesse em participar desse desenvolvimento e da sua aplicação. O Plano de Energia 2030 já contempla a entrada de sistemas utilizando gaseificação e ciclo combinado no setor sucroalcooleiro. Também, já existem grupos de pesquisa, de desenvolvimento e de inovação trabalhando com esse tema em universidades, centros de pesquisa públicos e, mais recentemente, iniciativas do setor industrial (Centro de Tecnologia Canavieira – CTC e Vale Soluções em Energia – VSE), inclusive no desenvolvimento de protótipos. É uma área particularmente estratégica que pode se beneficiar de mais cooperação internacional com centros de pesquisa dos Estados Unidos e da Europa. O conhecimento acadêmico e industrial que o país possui em sistemas avançados de cogeração com biomassa permite que o Brasil seja um ator importante na cooperação tecnológica e industrial, detendo conhecimentos que podem dar lugar a transferências tanto para países do sul como do norte.

Hidroeletricidade: a energia hidrelétrica de médio e grande porte é uma tecnologia madura no Brasil e no mundo. Já as pequenas centrais hidrelétricas (PCH) apresentam um grande potencial de desenvolvimento tecnológico no país e no mundo, em particular nos países em desenvolvimento, apesar de já se encontrarem em fase de comercialização. Existe conhecimento no Brasil ao longo de

toda a cadeia produtiva, inclusive nas áreas de otimização de projetos de turbinas hidráulicas e engenharia civil, sendo que atualmente a maior parte destas atividades é realizada por empresas privadas. O parque tecnológico e industrial brasileiro é capaz de fornecer equipamentos competitivos de até 10 MW. Em termos de transferência de tecnologia, essa é uma área em que o país pode exportar conhecimento, produtos e serviços tanto para países do sul como do norte.

Hidrogênio: a produção de hidrogênio já é realizada no país, mas sua utilização em maior escala, com fins energéticos, necessita de progressos para redução de custos. Isso é válido não apenas para o caso brasileiro e existem possibilidades de desenvolvimentos conjuntos entre o Brasil e diversos países do norte, e alguns do sul, como têm sido explorados no âmbito do International Partnership for a Hydrogen Economy. O Brasil detém conhecimento em algumas áreas de tecnologias de produção de hidrogênio (eletrólise da água, reforma de etanol e de gás natural) e de alguns tipos de células a combustível (Polymer Electrolyte Membrane – PEM para aplicações estacionárias e de porte reduzido), com centros e grupos de pesquisa atuando na área. Também já existem pequenas empresas desenvolvendo e fabricando produtos, capazes de participar de intercâmbio tecnológico internacional.

Gás natural (gás natural liquefeito – GNL e gas to liquids – GTL): embora a tecnologia de GNL já seja utilizada em escala comercial no mundo, o Brasil ainda possui conhecimento limitado nesta área. Atualmente os maiores esforços são no sentido de aquisição de tecnologia de liquefação e regaseificação do gás natural. Existe um centro de pesquisa, em particular, o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello da Petróleo Brasileiro S/A (Cenpes/Petrobras), que tem desenvolvido aquisição de conhecimento e levantamento do estado da arte de tecnologias de GNL, mas ainda não existe capacitação industrial nesta área. No caso da tecnologia GTL e mesmo *coal to liquids* (CTL), existe um conhecimento relativamente restrito no país, também concentrado no Cenpes, muito embora algumas universidades e outros centros de pesquisa também possuam programas de pesquisa e desenvolvimento nestes temas. Ainda não há capacitação industrial no Brasil.

Etanol de primeira geração: é completamente dominado no Brasil e é uma tecnologia que o país poderá transferir para outros países (do norte e do sul), inclusive o *know-how* para sua integração ao sistema de distribuição de derivados de petróleo. Da mesma forma, a utilização do bagaço para geração de eletricidade e a integração desta geração ao sistema elétrico nacional está em franca progressão, representando um atrativo suplementar para difusão internacional. Já o caso do *etanol de segunda geração* apresenta-se em estágios de P&D e início de demonstração, necessitando ainda também de pesquisa fundamental. O Brasil conta com

diversos pesquisadores e centros onde se localizam a maior parte do conhecimento, incluindo também algumas indústrias do setor sucroalcooleiro. Recentemente foi criado o Centro de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE). É possível dizer que o país tem possibilidades de transferir conhecimento para países do sul e se beneficiar com pesquisas colaborativas tanto com países do norte como do sul.

Solar térmica de baixa temperatura: o Brasil domina a tecnologia de coletores planos convencionais. Seria importante desenvolver outras tecnologias mais sofisticadas, assim como outras aplicações: refrigeração, ar-condicionado, superfícies seletivas, tubos a vácuo e processos de fabricação automatizados. Embora exista capacitação nas universidades, ainda não se observam esforços coordenados e mais interação com empresas. É necessário também promover modernização da indústria nacional, com mais controle de qualidade, certificação de produtos e assistência técnica. O Brasil se beneficiará de mais cooperação com países do norte e também do sul (China e Israel, por exemplo).

Carvão vegetal: o Brasil é atualmente o maior produtor mundial de carvão vegetal e possui posição de destaque no domínio tecnológico muito embora necessite incorporar avanços – especialmente para aumentar a eficiência do processo de carbonização. Possui, portanto, oportunidade para transferir tecnologia para outros países, principalmente nas regiões da América Latina, da África e da Ásia, que consomem muito carvão vegetal. Existem empresas no país, de capital nacional e internacional, dedicadas à produção de carvão vegetal para a siderurgia.

Biodiesel: de um modo geral pode-se dizer que o biodiesel é um produto comercial, mas que precisa de subsídios para sua produção. Seu custo ainda não é competitivo com o diesel convencional, mas há contínuo avanço das tecnologias. O Brasil possui grupos de pesquisa atuantes em toda a cadeia produtiva do biodiesel. E existem oportunidades de transferência de tecnologia nacional para o exterior, bem como mais intercâmbio e cooperação com outros grandes produtores mundiais (Alemanha, por exemplo). O país possui também um setor industrial capacitado para a produção de equipamentos e de biodiesel, com empresas de capital nacional.

Tecnologias de sequestro e armazenamento de carbono: muito embora em nível internacional estas tecnologias ainda se encontrem em fases iniciais de P&D, já existe no país forte interesse nelas, em particular por parte da Petrobrás. Em 2006 a Petrobrás criou uma Rede Temática de Sequestro de Carbono e Mudanças Climáticas e estabeleceu um Centro de Pesquisas sobre Armazenamento do Carbono (CEPAC). Todas as tecnologias que compõem o Carbon Capture and Storage (CCS) – captura, transporte, armazenamento e monitoramento – necessitam de atenção e cooperação com outros países (do norte). Existe também a expectativa do desenvolvimento no país de sequestro e armazenamento de carbono a

partir de fontes renováveis (Renewable Carbon Capture and Storage – RCCS) com o objetivo, por exemplo, de sequestrar e armazenar o CO₂ proveniente de tanques de fermentação para produção de etanol.

Tecnologias relacionadas com smart grids (redes inteligentes): estas estão em desenvolvimento no mundo. Austrália, Estados Unidos e União Europeia estão investindo em projetos pilotos, incluindo não só aspectos tecnológicos como também reformas regulatórias que propiciarão o desenvolvimento do mercado para estas tecnologias. Aspectos como interconexão para geração distribuída, sistemas de armazenagem, sistemas de gerenciamento de cargas em tempo real, automação, entre outras, são áreas de atenção para o desenvolvimento destas tecnologias. O Brasil já possui certo conhecimento com boa capacitação nas universidades, Cenes e Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da Centrais Elétricas Brasileiras (Cepel/Eletrobras). Além disso, será fundamental para alavancar mais penetração de fontes, como solar fotovoltaica, eólica e hidrogênio, e também para a incorporação destas tecnologias a edifícios. É uma área em que ainda temos grande interesse em receber tecnologia avançada e conhecimento de países do norte, e integrá-los à estratégia brasileira de difusão das energias renováveis em outros países em desenvolvimento.

Recente interesse crescente em *baterias de lítio* para fins automotivos: as vantagens dessa tecnologia facilitarão a maior difusão de veículos elétricos. É uma tecnologia em fase de demonstração e fortemente dominada por empresas multinacionais relacionadas com a indústria automotiva. No Brasil existe capacitação e empresas que fabricam diversos tipos de baterias.

Tecnologias sociais: o Brasil tem investido, ao longo de muitos anos, em algumas tecnologias que foram capazes de transformar o mercado de energia com impactos sociais importantes. O caso da introdução do gás liquefeito de petróleo (GLP) em substituição à lenha é um exemplo disso (assim como o etanol). Houve uma preocupação em transformar o mercado existente criando fornecedores, empresas distribuidoras e pontos de vendas para os novos fogões e posteriormente uma consolidação desse mercado. No mundo existe cerca de 2 bilhões de pessoas que ainda utilizam lenha para cocção, a maior parte delas na África e na Ásia. É uma oportunidade para levar esse *know-how* para estes países e ainda possibilidade de outros combustíveis mais limpos para esse fim, como é o caso do etanol que poderia ser também produzido em pequenas destilarias (outra tecnologia dominada pelo país). O Brasil tem investido cerca de R\$ 100 milhões anualmente em programas de eficiência energética para população de baixa renda. Estes programas têm sido conduzidos pelas concessionárias de eletricidade e têm contribuído para fomentar o mercado interno de fornecedores de equipamentos mais eficientes, como lâmpadas, refrigeradores e aquecedores solares para uso residencial. Outras iniciativas vêm

sendo desenvolvidos para a população urbana e periurbana em situações de muita dificuldade logística e conflitos. Existe, portanto, um *know-how* para implementação de programas deste tipo em larga escala e que pode ser colocado como item a ser transferido para outros países em desenvolvimento.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta análise concisa está sintetizada na tabela 1 e no quadro 1 (anexo). A tabela resume a situação das tecnologias examinadas com relação a oportunidades de transferência de tecnologias do Brasil e para este, tanto em relação a países em desenvolvimento quanto a países industrializados. O quadro 1 detalha as informações sobre o estágio de desenvolvimento dessas tecnologias no Brasil e a capacidade interna de transferir ou receber tecnologias, considerando a competência dos grupos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I) em atuação no país, assim como as empresas (de produtos, equipamentos e serviços) instaladas no mercado brasileiro. Por fim, há uma legenda que esclarece as informações empregadas no quadro 1.

Como pode ser observado na tabela 1, o país está bem posicionado para oferecer tecnologias e serviços em diversas áreas para outros países do sul. Os grupos de tecnologias identificados neste caso vão desde as chamadas tecnologias sociais,¹ mas também biocombustíveis de primeira geração, gaseificação de biomassa, sistemas de cogeração, até a produção de hidrogênio e sistemas de células a combustível de pequeno porte. Processos de cultivo de biomassa e tecnologias para sua conversão em carvão vegetal são áreas em que o país possui domínio e que podem ser transferidas para diversos outros países em desenvolvimento que usam esse energético, tanto no setor residencial como no setor industrial.

Já para os países industrializados a pauta de exportação de equipamentos e serviços tecnológicos é menor, mas ainda importante. O país tem amplo domínio em toda a cadeia de produção de biocombustíveis de primeira geração (etanol) e apresenta alguns avanços nas tecnologias de segunda geração, em que mais cooperação poderá ser fundamental para o país mais rapidamente dominar esse conhecimento. Na área de processos de conversão de biomassa para carvão vegetal, sistemas avançados de cogeração a partir de biomassa, o país também possui *expertise* para exportar para países industrializados.

O quadro 1 apresenta um mapeamento dos estágios dos diversos grupos de tecnologias tanto no mundo como no país. Foram observadas as etapas clássicas da cadeia de inovação² e foi analisada a situação no país do conhecimento e da

1. Aqui entendidas não só as tecnologias envolvidas, mas também os programas de disseminação de sistemas de aquecimento solar para consumidores de baixa renda, GLP e programas de eletrificação rural.

2. P&D básica, demonstração, entrada no mercado (*deployment*) e comercialização (GRUBB, 2004).

atuação dos centros de pesquisa, do setor industrial, do mercado atual, bem como foi realizada uma avaliação sobre o grau de domínio geral da tecnologia no Brasil. Foram também inseridas algumas observações específicas para o Brasil sobre cada grupo de tecnologias. A legenda utilizada no quadro 1 mostra os quatro níveis de classificação utilizados para cada critério analisado. As informações do quadro 1 subsidiaram a tabela-resumo apresentada na tabela 1.

Em suma, o Brasil possui domínio em áreas como hidroeletricidade e biomassa (etanol e carvão vegetal). Para algumas tecnologias mais limpas e eficientes para combustão de carvão mineral, utilização de gás natural, sistemas de captura de carbono (CCS) e energia solar em alta temperatura, ainda é alto o *gap* tecnológico do país. Algumas destas tecnologias já estão disponíveis comercialmente no mercado internacional, como é o caso de gás natural (grandes turbinas) e de carvão pulverizado, e, portanto, requerem um esforço muito diferente de outras, em diferentes estágios de desenvolvimento.

De um modo geral o Brasil possui em seus centros de pesquisas um bom conhecimento científico e tecnológico de praticamente todos os grupos de tecnologias de energia analisados, mas já a capacitação industrial não acompanha o mesmo estágio. Esse é o caso de tecnologias mais avançadas de combustão e gaseificação, processos envolvendo a conversão de combustíveis sólidos e gasosos em combustíveis líquidos (Fischer-Tropsch) e em energia solar fotovoltaica e térmica de baixa temperatura.

Por fim, vale ressaltar que novas tecnologias de energia exigem via de regra desenvolvimentos bastante intensivos em capital e infraestrutura industrial de porte. A existência de mercados, internos e externos, para sua disseminação se torna então essencial.

O sucesso de políticas públicas para acelerar a introdução de modernas tecnologias energéticas de baixa emissão de GEE dependerá, então, de uma coordenação mais ampla e transparente entre áreas de caráter estratégico, a saber: clima, energia, indústria e ciência e tecnologia.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). **Energy Technology Perspectives 2006: Scenarios & Strategies to 2050**. Paris: OECD, AIE, 2006.

_____. **IEA Energy Technology Essentials: Nuclear Power**. Paris: OECD, AIE, 2007.

_____. **Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios & Strategies to 2050**. Paris: OECD, AIE, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília, 2009.

BELLOTE, A. F.; SILVA, H. D. **Florestas energéticas na matriz de agroenergia brasileira**, 2007. Apresentação Embrapa Florestas Energéticas.

BEZZON, G.; ROCHA, J. D. Pirólise: em uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira. *In*: ROSILLO-CALLE, F.; BAJAY, S. V. (Ed.). Campinas: Editora da UNICAMP, 2005. p. 397-411.

BRAKMANN, G. *et al.* **Concentrated Solar Thermal Power: Now!** Greenpeace International, European Solar Thermal Industry Association, IEA SolarPACES, 2005. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/international/press/reports/Concentrated-Solar-Thermal-Power>>. Acesso: 18 mar. 2008.

BRIEU, T. P. **Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel**: um balanço da primeira fase até 2008. 160 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Energia (PPGE), São Paulo, 2009.

BRITISH PETROLEUM (BP). **BP Annual Review 2007**, 2007.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Estudos temáticos e de futuro**. Brasília, 2007.

_____. **Energias do futuro**. Brasília, jun. 2008. 131 p.

_____. **Integração de agenda**: mudanças climáticas – energia e desenvolvimento. Brasília, jun. 2009a. 118 p.

_____. **Oportunidades para a difusão de tecnologias de energia limpas**: subsídios para a participação nacional na Conferência de Mudança do Clima. Brasília, dez. 2009b. 82 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS (CNI). **O mercado de Biodiesel no Brasil**. Brasília, fev. 2007.

DOE, U. S. **Coal and Power Systems**: innovations for existing plants. Washington, EUA: Department of Energy, 2006.

_____. **A Plan for the Integrated Research, Development, and Market Transformation of Solar Energy Technologies**. Department of Energy, 2007. Disponível em: <http://www1.eere.energy.gov/solar/solar_america/pdfs/sai_draft_plan_Feb5_07.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2008.

DUTRA, R. M. **Propostas de políticas específicas para energia eólica no Brasil após a primeira fase do PROINFA**. 415 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Rio de Janeiro, 2007.

ELETROBRÁS TERMONUCLEAR S/A (ELETRONUCLEAR). **Panorama da energia nuclear no mundo**, jun. 2009. Relatório técnico.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia – PNE 2030**. Rio de Janeiro, 2007a. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PNE/Forms/Empreendimento.aspx>>.

_____. **Balanco energético nacional**. Rio de Janeiro, 2007b.

EUROPEAN ENERGY DELPHI (EuRenDel). **Technology and Social Visions for Europe's Energy Future: a Europe-wide Delphi Study**, Nov. 2004. Disponível em: <www.izt.de/pdfs/eurendel/results/eurendel_final.pdf>. Acesso: 6 maio 2011.

Energy related Delphi statements in comparison: expert responses from earlier foresight surveys sorted by relevant problem fields, 2004.

GOEKING, W. Um mercado em busca de seu lugar ao sol. **Revista GTD**, fev. 2008.

GRUBB, M. Technology Innovation and Climate Change Policy: an overview of issues and options. **Keio economic studies**, v. 41, n. 2, p. 103-132, 2004.

GUERREIRO, A. Diversificação e Aposta Nacional nas Energias Renováveis. *In*: SEMINÁRIO FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA: PLANEJAMENTO, DIVERSIFICAÇÃO E OPORTUNIDADES DE NEGÓCIOS A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. São Paulo: EPE, 2008.

KHALIL, C. N. As tecnologias de produção de biodiesel. *In*: RINCON, J.; CRISTO, C. M. P. N. (Ed.). **O futuro da indústria: biodiesel**. Brasília: MDIC-STI/IEL, 2006. p. 83-90. (Série Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, n. 14). Coletânea de artigos. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/ofuuturodaindustria%20-%20Biodiesel.pdf>>.

LIPMAN, T. E.; EDWARDS, J. L.; KAMMEN, D. M. Fuel cell system economics: comparing the costs of generating power with stationary and motor vehicle PEM fuel cell systems. **Energy Policy**, v. 32, n. 1, p. 101-125, 2004.

MACEDO, I. C. **Estado da arte e tendências das tecnologias para energia**. Brasília: CGEE, 2003.

MACEDO, I. C.; NOGUEIRA, L. A. H. **Biocombustíveis**. Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República/Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, 2005 (Cadernos Nae, n. 4). Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/Cadernos_NAE_v.2.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2008.

MARQUES, S. As reais possibilidades de utilização da energia eólica no Brasil. *In*: SEMINÁRIO FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA: PLANEJAMENTO, DIVERSIFICAÇÃO E OPORTUNIDADES DE NEGÓCIOS A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. São Paulo: EPE, 2008.

MENDES, C. **Mapeamento tecnológico do biodiesel e tecnologias correlatas sob o enfoque dos pedidos de patentes**. Rio de Janeiro: INPI, 2008. v. I, II e III.

OLIVÉRIO, J. L. O programa brasileiro de biodiesel na visão da indústria de equipamentos. *In*: RINCON, J.; CRISTO, C. M. P. N. (Ed.). **O futuro da indústria: biodiesel**. Brasília: MDIC-STI/IEL, 2006. p. 105-125 (Série Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, n. 14). Coletânea de artigos. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/ofuuturodaindustria%20-%20Biodiesel.pdf>>.

PETRÓLEO BRASILEIRO S/A (PETROBRAS). Questionário sobre transferência de tecnologia respondido pelo Centro de Pesquisa da Petrobras, 2009.

PV TECHNOLOGY PLATFORM. **A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology**. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities, 2007.

REZENDE, M. E. Carvão vegetal: biocombustível sólido. *In*: ENCONTRO PROSUL 2007 BIOENERGIA, 8-9 maio 2007. São Paulo, 2007.

SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL. **Abastecendo com hidrogênio**. Scientific American Brasil, May 2007. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/abastecendo_com_hidrogenio.html>. Acesso em: 21 mar. 2008.

SILVA, E. P. **Hidrogênio e etanol**, 2007. Entrevista concedida a Liliana Sobieray. Disponível em: <<http://www.portalh2.com.br/prtlh2/entrevista.asp?id=12>>. Acesso em: 24 mar. 2008.

SUN & WIND ENERGY. Review. **Sun & Wind Energy**, Bielefeld, Germany, issue 1, p. 6, 2008.

VARELLA, F. K. O.; GOMES, R. D. M. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil: panorama da atual legislação**. Campinas: IEI, 2009.

WORLD ENERGY COUNCIL (WEC). **Energy Policy Scenarios to 2050: Technological options for Electricity Generation**. Índia, 2006.

ZERVOS, A. Status and perspectives of wind energy. *In*: PROCEEDINGS OF THE IPCC SCOPE MEETING ON RENEWABLE ENERGY SOURCES. Lübeck, Germany, 20-25 Jan. 2008. p. 103-125. Disponível em: <www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/proc-renewables-lubeck.pdf>.

ZILLES, R. Geração distribuída com sistemas fotovoltaicos em edificações e centrais fotovoltaicas conectadas à rede. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL: SEMI-ÁRIDO, ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2008, Fortaleza. Nipe/UNICAMP, 2008.

ANEXO

TABELA 1

Tabela sumário de oportunidades de transferência de tecnologia

	Transferência de tecnologia do Brasil		Transferência de tecnologia para o Brasil	
	Sul-sul	Sul-norte	Sul-sul	Norte-sul
Tecnologias para geração de eletricidade				
Gás natural				
Turbinas (grande porte)	Não	Não	Não	Sim
Microturbinas	Não	Não	Não	Sim
Carvão mineral				
Pulverizado (crítico, supercrítico e ultracriticado)	Não	Não	Sim	Sim
Gaseificação (Integrated Gasification Combined Cycle – IGCC)	Não	Não	Não	Sim
Leito fluidizado atmosférico circulante	Não	Não	Sim	Sim
Fissão nuclear (gerações III e IV)				
Produção de combustível	Sim	Sim	Não	Sim
Reatores	Não	Não	Não	Sim
Solar				
Energia solar fotovoltaica (Silício)	Não	Não	Sim	Sim
Energia solar térmica de alta temperatura	Não	Não	Não	Sim
Energia eólica	Sim	Não	Não	Sim
Biomassa				
Gaseificação da biomassa	Sim Δ	Não	Não	Sim
Sistema avançado de cogeração da biomassa	Sim	Sim	Não	Sim
Hidroeletricidade				
PCH	Sim	Não	Não	Sim
Médio e grande porte	Sim	Não	Não	Sim
Hidrogênio				
Célula a combustível	Sim	Sim	Sim	Sim
Produção e armazenamento	Sim	Sim	Sim	Sim

(Continua)

(Continuação)

	Transferência de tecnologia do Brasil		Transferência de tecnologia para o Brasil	
	Sul-sul	Sul-norte	Sul-sul	Norte-sul
Combustíveis e calor				
Gás natural				
<i>GNL</i> (liquefação e regasificação)	Não	Não	Não	Sim
GTL	Não	Não	Sim	Sim
Carvão mineral				
CTL	Não	Não	Sim	Sim
Etanol				
Primeira geração	Sim	Sim	Não	Não
Segunda geração	Sim	Sim	Não	Sim
Energia solar	Sim	Não	Sim	Sim
Carvão vegetal	Sim	Sim	Não	Sim
Biodiesel	Sim	Não	Não	Sim
Tecnologias de interface				
CCS	Sim Δ	Não	Não	Sim
<i>Smart Grid</i>	Sim Δ	Não	Não	Sim
Armazenamento (baterias)	Sim Δ	Não	Não	Sim
Tecnologias sociais				
Fogões, combustíveis limpos - GLP/etanol cocção	Sim	Não	Sim	Sim
Eletricidade rural e eficiência energética para baixa renda	Sim	Não	Sim	Sim
Solar térmico para baixa renda	Sim	Não	Sim	Sim

Fonte: CGEE (2009b).

Obs.: Δ = oportunidade de transferência de tecnologia do Brasil para país do Sul com participação de país do Norte.

QUADRO 1
Detalhamento da situação das tecnologias selecionadas no Brasil e no mundo

	Mundo			Brasil			
	Estágio de desenvolvimento no mundo	Expectativa de implementação comercial	Grau de domínio nacional	Centros de excelência	Capacitação Industrial	Mercado	É interessante para o país dominar a tecnologia?
Geração de eletricidade							
Tecnologia de geração de eletricidade via gás natural (grandes turbinas)	Comercialização	nd	1	1	0	3	Tecnologia já dominada e pesquisada por empresas privadas
Tecnologia de geração de eletricidade via gás natural (microturbinas)	Demonstração	2020	1	1	n/a	2	Brasil está atrasado com relação ao mundo, área para cooperação internacional em P&D aplicado
Canhão pulverizado	Comercialização	nd	1	1	2	2	Tecnologia já dominada e pesquisada por empresas privadas
Gaseificação integrada em ciclo combinado de canhão (IGCC)	Demonstração	2030	1	3	nd	1	Tendência mundial, apenas do baixo potencial devido à baixa qualidade do canhão nacional. Interessante deter conhecimento
Canhão em Leito Fluidizado Atmosférico Circulante (CFBC)	Demonstração	2020	1	3	2	2	Devido ao tipo de canhão nacional, esta tecnologia possui bom potencial futuro para o país
Fissão Nuclear (gerações III e IV)	Implementação comercial	nd	2	3	3	3	Não há construção de reatores no país
Hydroeletricidade	Comercialização	nd	3	3	3	3	Possui parque industrial e de serviços instalado com tecnologia nacional com capacidade de produção de equipamentos hidromecânicos para empreendimentos de até 10 MW (PCHs)
Energia solar fotovoltaica (Si)	Comercialização	>2050	2	3	0	2	Indústria de silício e de energia solar fotovoltaica; produção de energia renovável e ambientalmente limpa, visto o elevado potencial solar existente

(Continua)

(Continuação)

	Mundo		Brasil				
	Estágio de desenvolvimento no mundo	Expectativa de implementação comercial	Grau de domínio nacional	Centros de excelência	Capacitação Industrial	Mercado	É interessante para o país dominar a tecnologia?
Energia eólica	Comercialização	2050 (é comercial, competitiva, <i>onshore</i>)	1	3	2	3	O país possui importante potencial complementariedade das fontes (hidráulica-eólica), as indústrias de componentes eólicos instaladas no Brasil tem como principal mercado o externo
Energia solar térmica de alta temperatura	Comercialização	>2050	0	0	0	0	O país possui potencial em algumas regiões e pode inserir-se no grande mercado internacional futuro que se vislumbra na produção de bens com maior valor agregado
Gaseificação da biomassa	Demonstração	Após 2050 (de grande porte)	2	3	nd	2	Tecnologia de fácil construção. Possibilidade de <i>co-firing</i>
Hidrogênio: células a combustível	P&D	>2050	1	2	2	2	Aumento da eficiência na produção de eletricidade e calor. Potencial e oportunidade do país se tornar produtor de componentes de alto valor agregado
Combustíveis							
Etanol (1ª geração)	Comercialização		3	3	3	3	Brasil foi pioneiro no mundo. Possui parque industrial sólido e pode transferir tecnologia
Novas tecnologias para produção de etanol (2ª geração)	Implementação comercial	2015	3	3	3	3	Brasil está na vanguarda (hidrólise ácida e enzimática)
Energia solar térmica de baixa temperatura	Comercialização	2045-2050	2	2	3	3	O país possui parque industrial nacional importante e consolidado no país. Mas em termos de maior grau tecnológico agregado (solda a ultrassom, a laser e tubos evacuados, por exemplo), ainda há um caminho importante
GNL	Comercialização	nd	0	0	0	2	O Cempes da Petrobras está em fase de exportar o estado da arte da tecnologia
CTL e GTL: processo fischer-tropsch	Implementação comercial	2020	1	3	0	2	Produção de hidrogênio a partir da reforma do etanol como aproveitamento das vantagens comparativas brasileiras e por ser uma fonte renovável de energia

(Continua)

(Continuação)	Mundo		Brasil				
	Estágio de desenvolvimento no mundo	Expectativa de implementação comercial	Grau de domínio nacional	Centros de excelência	Capacitação Industrial	Mercado	É interessante para o país dominar a tecnologia?
Hidrogênio: produção e armazenamento	P&D		1	2	0	2	Produção de hidrogênio a partir da reforma do etanol como aproveitamento das vantagens comparativas brasileiras e por ser uma fonte renovável de energia
T,D e uso final							
<i>Smart Grids</i>	Demonstração		1	3	0	2	Tecnologia de interface. Importante ser desenvolvida com tecnologias descentralizadas (eólica, fotovoltaica etc.)
Carros elétricos	Demonstração	2015	1	3	0	2	Espera-se que esta tecnologia revolucione a indústria automobilística, principalmente a movida a baterias a lítio
CCS	P&D	Após 2050	1	3	nd	2	USA: 2012 primeira planta piloto em escala

Fonte: CGEE (2009b).

Obs. 1: nd = não disponível.

Obs. 2: Grau de Domínio Nacional

- 0) país não possui conhecimento na área
- 1) país possui certo conhecimento
- 2) país possui conhecimento na área
- 3) país está na vanguarda do conhecimento

Obs. 3: Centros de Excelência

- 0) país não possui nenhum centro de pesquisa na área
- 1) país possui algumas iniciativas (grupos de pesquisa)
- 2) país possui núcleos de pesquisa
- 3) país possui centros de pesquisa

Obs. 4: Capacitação Industrial

- 0) não há indústrias no país que fabricam o equipamento
- 1) há indústrias multinacionais
- 2) há poucas indústrias nacionais
- 3) país possui expertise industrial

Obs. 5: Mercado

- 0) não há mercado nem perspectivas futuras
- 1) há baixo mercado existente e potencial
- 2) há mercado mas baixo potencial futuro. Ou não há mercado mas há potencial futuro
- 3) há mercado e potencial futuro

Obs. 6: Estágio de Desenvolvimento

- P&D
- Demonstração
- Mercado (deployment)
- Comercialização (diffusion)

BARREIRAS COMERCIAIS NAS POLÍTICAS DE REGULAÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Ronaldo Seroa da Motta*

1 INTRODUÇÃO¹

Os atuais níveis de concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera já são preocupantes, estudos postulam que são economicamente justificáveis os gastos com mitigação dessas emissões para que a temperatura média do planeta não suba mais que 2°C (STERN, 2007). Tal meta fez parte do Acordo de Copenhague assinado na Conferência das Partes (COP 15), em Copenhague, e foi posteriormente incorporada ao texto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC)² ou apenas convenção, como doravante se denominará neste texto, na COP 16, em Cancun, no México.

Por um lado, o Acordo de Copenhague é apenas uma resolução da COP 15, e não um tratado; portanto, os compromissos nacionais notificados neste para a consecução dessa trajetória de 2°C, mesmo que fossem suficientes, não serão obrigatórios ou vinculantes à convenção. Por outro, a decisão da COP 16, embora com *status* legal superior, não explicita como esse objetivo será alcançado. Em suma, não há um novo acordo global no qual os esforços nacionais de mitigação sejam reconhecidos pela convenção do clima e apontem para uma efetiva redução das emissões em linha com o que a ciência recomenda como necessário.³

As metas brasileiras para controle de emissões de GEE definidas na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) – redução entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020 –, que foram notificadas ao Acordo de Copenhague, demonstram a disposição do país em contribuir com o esforço global de forma voluntária.

* Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

1. A resenha da literatura dos modelos de impactos sobre o comércio exterior brasileiro foi originalmente apresentada em Seroa da Motta (2010).

2. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

3. Ver capítulo 18 desta publicação para uma análise das metas de Copenhague e Cancun.

Em que pese esse vácuo regulatório mundial, tal como o Brasil, outros países estão adotando ações unilaterais. Nesse contexto, o confronto concorrencial das lideranças econômicas mundiais poderá exigir que, para que tais metas nacionais sejam cumpridas, haja necessidade de imposição de sanções às importações dos parceiros comerciais que não realizem esforços de mitigação similares, por exemplo, nas propostas de regulações recentes na Comunidade Europeia (CE) e nos Estados Unidos.

Essa possibilidade cria oportunidades para práticas comerciais discriminatórias que, além de não alcançarem os objetivos ambientais que as justificam, ainda reduzem tanto o bem-estar da nação que as impõe as como daquelas que são sancionadas. Embora esse jogo de soma zero do protecionismo comercial seja amplamente reconhecido por especialistas, tal como tem acontecido em outras circunstâncias e contextos, isto não impede que tais ações sejam implementadas.

Este capítulo resenha a literatura empírica recente que analisa os efeitos das barreiras comerciais de cunho climático. Para tal, sumariza inicialmente as negociações internacionais sobre mudança do clima para, a seguir, analisar os contextos de aplicação dessas barreiras. Em seguida, resume os estudos que estimam os efeitos econômicos, comerciais e ambientais de casos que simulam essas barreiras comerciais. Nessa parte, dá ênfase aos impactos na economia brasileira em termos absolutos e em relação aos principais parceiros comerciais do país. Nas considerações finais apresenta um resumo de tudo que foi abordado.

2 AS NEGOCIAÇÕES NA CONVENÇÃO DO CLIMA

Os esforços coordenados entre as nações para combate ao aquecimento global são abrigados na CQNUMC, da Organização das Nações Unidas (ONU). Como a concentração atual dos GEE acima dos níveis naturais é resultado de atividades econômicas passadas, adotou-se na convenção o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas.

Esse princípio reconhece: *i*) que a responsabilidade de cada país é diferenciada, em virtude da contribuição das suas emissões passadas ao problema do clima; e *ii*) a necessidade de garantia do crescimento econômico aos países em desenvolvimento. Com base nesse princípio, foi assinado o Protocolo de Quioto, em 1997, em que 37 países desenvolvidos⁴ se comprometeram a reduzir, em conjunto, 5,2% das suas emissões no período 2008-2012, em relação a 1990. As metas de cada país foram também diferenciadas, cabendo aos países integrantes da Comunidade Europeia, ao Japão, aos Estados Unidos e ao Canadá metas superiores.

4. Os países desenvolvidos listados no Anexo I da convenção que aparecem em sua quase totalidade no Anexo B do Protocolo de Quioto e, desde então, são denominados *países Anexo I*.

As enormes diferenças de custos de mitigação entre os países e a importância da participação dos países em desenvolvimento motivaram a adoção de mecanismos que permitissem a consecução das metas nacionais do Protocolo de Quioto com ações de mitigação fora desses países, tais como:

- Mercados de cotas de emissão de carbono para transações entre países desenvolvidos.
- Mecanismos baseados em projetos: implementação conjunta (IJ – JI, na sigla em inglês), entre países desenvolvidos, e mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL – CDM, na sigla em inglês), entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Embora o Protocolo de Quioto tenha sido um início de colaboração global, suas metas de redução são insuficientes para reverter a tendência de aumento de concentração de gases na atmosfera.⁵ E se mantidos o padrão e o nível da taxa de crescimento, países como China, Índia e Brasil logo terão uma responsabilidade importante e, sem a contribuição deles, uma ação global rápida e eficaz será muito mais difícil.

Por isso, a Conferência das Partes (COP 15) da convenção, realizada em dezembro de 2009, em Copenhague, tinha objetivos ambiciosos, tais como:

- Ampliar as metas de mitigação por parte dos países desenvolvidos entre 40% em 2020 e 80% em 2050, em relação a 1990.
- Incluir metas voluntárias dos países em desenvolvimento que sejam monitoráveis, reportáveis e verificáveis.
- Viabilizar aporte de recursos aos países em desenvolvimento para financiamento dessas contribuições voluntárias e assistência em ações de adaptação.

Como é sabido, o resultado alcançado ficou muito aquém dos objetivos já postulados, sendo somente possível aprovar uma resolução com o chamado Acordo de Copenhague. Neste, ratifica-se o compromisso de se limitar o aumento de temperatura em 2°C e de se apresentar comunicações das emissões nacionais a cada dois anos. Em termos de metas, o acordo somente convoca seus signatários a notificarem suas propostas de compromissos anunciadas durante a conferência.

Embora os principais poluidores, incluindo os Estados Unidos, o Japão, a Comunidade Europeia, a China, a Índia e o Brasil, já tenham feito esta notificação, essas metas informadas, além de serem apresentadas com métricas distintas, não são obrigatórias (*binding*) e, portanto, não são vinculantes à convenção.

5. Considerando-se que o primeiro período de compromissos do Protocolo de Quioto expira em 2012, apenas os países da Comunidade Europeia, em seu conjunto, é que estão conseguindo atingir suas metas.

3 AS BARREIRAS COMERCIAIS

Nesse cenário de cooperação internacional frágil, alguns países já estão propondo e colocando em vigor leis climáticas nacionais, aplicando metas unilaterais. Preocupados com uma possível perda de competitividade e a eficácia climática dos esforços nacionais, os países desenvolvidos tendem a penalizar a importação de produtos dos que não tenham assumido compromissos similares de redução de emissões. A justificativa para essas medidas é que o controle das emissões em um país incentiva o deslocamento da produção ou do consumo para o país em que o custo de poluir é menor. Esta possibilidade é chamada de fuga ou vazamento (*leakage*).⁶

Essa penalização seria um mecanismo de ajuste na fronteira para equalizar os custos dos produtos importados com os da produção doméstica. Esse mecanismo adotaria um instrumento de regulação que poderia ser um imposto sobre emissões ou a aquisição de licenças destas.

Aliás, a capacidade desses subsídios de resultar em um aumento de proteção aos setores intensivos em energia muito além do necessário para corrigir as diferenças regulatórias foi evidenciada no estudo de Kee, Ma e Mani (2010), que analisa os aumentos de exportações de setores intensivos em energia nos países com regulação de GEE. Os autores realizam um estudo econométrico para o período 1998-2005, com uma base de dados de comércio da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), em que correlacionam pares de intensidades de exportações por produto interno bruto (PIB) entre dois países, controlando variáveis, entre outras, tais como a existência ou não de regulação de GEE e de subsídios resultantes dessa regulação.

Os resultados indicam que os aumentos de exportações observados nesses setores subsidiados nos países em que há essa regulação se dão, em grande parte, devido à existência desses subsídios. Em suma, estes, associados à regulação de GEE, têm criado proteção de fato nesses setores e, portanto, distorções no comércio internacional, além daquelas justificáveis para corrigir os efeitos da regulação nacional unilateral.

Conforme veremos adiante, esse mecanismo comercial, inclusive, já foi considerado na literatura como uma medida para corrigir o efeito do “caroneiro” e incentivar a cooperação global, mas só recentemente estudos empíricos apontam seus problemas de eficiência e eficácia.

Entretanto, mesmo nos casos nos quais os custos dessa proteção *vis-à-vis* a dimensão dos vazamentos não sejam totalmente favoráveis, tudo indica que

6. Na literatura de economia ambiental esse processo é cunhado como *pollution havens effect*. Ver resenhas em Copeland e Taylor (2004) e Brunnermeier e Levinson (2004).

politicamente essa suposta proteção é inevitável para que haja uma composição política favorável à aprovação dos marcos regulatórios de mitigação.⁷

O Art. 10(b) da diretiva do European Union Emission Trading System (EU-ETS), que regula o mercado de carbono europeu, permite proteção aos setores que, com a regulação do EU-ETS, sofrem perda de competitividade por causa de vazamentos. Esta proteção pode se dar tanto pela distribuição gratuita de direitos de emissão como pela inclusão nas regras deste órgão das importações de setores em que vazamentos são identificados, oriundas de países em que não há um compromisso comparável ao que a Comunidade Europeia realiza na regulação de GEE. Todavia, fica em aberto, por enquanto, como será medido o vazamento e sua correlação com perda de competitividade e o que a comunidade vai considerar comparável em termos de regulação nos outros países.

De qualquer forma, essa aplicação já toma a forma nas diretivas para aviação civil. Estas determinam que, a partir de 2012, todas as empresas aéreas que operam na Comunidade Europeia, com mais de 243 voos em uma estação entre 2006 e 2008, ou emissões anuais acima de 10 mil t CO₂, compensem suas emissões junto ao European Union Emissions Trading System. Esta regra inclui as operadoras estrangeiras, caso seus países não tenham uma política similar que demonstre a mitigação de emissões.⁸

No caso dos Estados Unidos, as iniciativas de regulação de GEE que passaram pelo Congresso, por exemplo, a Lei da Energia Limpa (Waxman-Markey Bill), aprovada na Câmara em 2009, e seu substitutivo (The American Power Act ou The Kerry&Lieberman Bill) enviado ao Senado,⁹ ainda não foram aprovadas nas duas casas do Congresso e não contam com muitas chances de sucesso. O objetivo primordial dessas legislações é a segurança energética ao reduzir a dependência de importações da matriz energética americana, com base em gastos massivos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) em energias limpas/alternativas. No combate ao aquecimento global, ambas criam um mercado de carbono com metas de redução de CO₂ em relação a 2005, de acordo com o seguinte cronograma: 2020 = 17%, 2030 = 42% e 2050 = 83%.

Embora a nova versão do Senado confirme o cronograma do projeto aprovado na Câmara (Waxman-Markey Bill), ela amplia a magnitude e o escopo dos subsídios – em particular para a proteção de alguns setores prejudicados por vazamento – o que facilitará a adesão dos congressistas.¹⁰

7. Ver, por exemplo, Tamiotti *et al.* (2009).

8. Essa iniciativa também está em desacordo com a Convenção de Chicago, que regula o transporte aéreo internacional e não permite restrições unilaterais.

9. Apresentada em 12 de maio de 2010.

10. Há também subsídios aos consumidores "prejudicados".

Na legislação que tramita no Senado, por exemplo, o regulador terá mandato para, a partir do período 2020-2023, identificar vazamentos que não foram resolvidos com licenças gratuitas (rebates) e obrigar que, nesses casos, as importações também participem do mercado de carbono (International Reserve Allowance Program), comprando direitos de emissão. Os procedimentos de mensuração de emissões, obrigações e preços serão os mesmos que são aplicados nos setores domésticos e poderão ser cumpridos com aquisição de licenças de emissão.

O critério para identificação de vazamentos não é tão vago quanto na Waxman-Markey Bill, pois especifica que será para proteger os setores em que: *i)* mais de 30% da produção global é realizada em países que estão fora dos acordos internacionais, multilaterais ou bilaterais de controle de GEE dos quais os Estados Unidos são membro; e *ii)* que tenham uma intensidade de emissão maior que a dos setores semelhantes nos Estados Unidos.¹¹

Ou seja, há um critério de identificação dos setores a proteger dirigido aos países que não aderirem aos acordos.¹² Com esses critérios seriam mais precisos, os Estados Unidos estariam agora reduzindo a incerteza da Waxman-Markey Bill, que previa a possibilidade que as sanções fossem aplicadas à revelia de um acordo global no âmbito da convenção, o que não tornava a adesão a um acordo global uma garantia aos países emergentes que estariam livres das sanções. Com a nova lei, para livrar-se das sanções, um país deve participar de um acordo de combate ao aquecimento global do qual os Estados Unidos fazem parte e, portanto, considerado de interesse por este país.

Em suma, como no contexto atual das negociações não há um acordo global do qual os Estados Unidos participam, essas iniciativas legislativas explicitam a disposição deste país em realizar esforços rumo a uma economia de baixo carbono, mas se valendo de salvaguardas contra vazamentos na forma de subsídios e sanções comerciais que podem, complementarmente, ser usadas para alcançar acordos de seu interesse.

Como destaca o próprio Senador John Kerry, em apresentação do projeto no seu sítio da internet:¹³

In order to protect the environmental goals of the bill, we phase in a WTO-consistent order adjustment mechanism. In the event that no global agreement on climate change is reached, the bill requires imports from countries that have not taken

11. Na Waxman-Markey Bill, os bens cobertos por essas sanções eram restritos aos produtos primários – insumos com alta intensidade energética, tais como aço, cimento etc.

12. Além de isentar países muito pobres ou com participação muito baixa na emissão global, há também uma prerrogativa dada ao presidente dos Estados Unidos para justificar uma não aplicação das sanções quando isto for de interesse do país.

13. Disponível em: <<http://kerry.senate.gov/americanpoweract/pdf/APAShortSummary.pdf>>. US Senate, Washington, 16 maio 2009.

action to limit emissions to pay a comparable amount at the border to avoid carbon leakage and ensure we are able to achieve our environmental objectives.

Embora as iniciativas, anteriormente discutidas, da legislação americana ainda enfrentem grande oposição no atual Congresso americano e sua aprovação parece remota, elas exemplificam como essas barreiras estão associadas às ações unilaterais de regulação de GEE. Mais ainda, há também uma expectativa que esses subsídios e essas barreiras comerciais sejam consistentes com as regras da Organização Mundial do Comércio (OMC). Entretanto, como veremos a seguir, essa expectativa não é livre de controvérsia.

4 A CONSISTÊNCIA COM AS REGRAS DA OMC¹⁴

O Art. 3.5 da convenção do clima coloca que “As partes devem cooperar para promover um sistema econômico internacional favorável e aberto” e que “As medidas adotadas para combater a mudança do clima, inclusive as unilaterais, não devem constituir meio de discriminação arbitrária ou injustificável ou restrição velada ao comércio internacional” (BRASIL, 2008). Embora não fosse um tema específico da agenda da conferência, na COP 15 houve uma discussão sobre a implementação desse artigo com os Estados Unidos querendo interpretá-lo como uma aceitação das restrições comerciais que não resultem em discriminação arbitrária ou injustificada ou em restrições disfarçadas ao comércio. Índia e China queriam uma interpretação que proibiasse essas restrições. Uma proposta, liderada pelo Brasil, condenava estas sem vedá-las, desde que obedecessem ao princípio do Art. 3.5. Todas essas iniciativas pretendiam restringir as discussões das barreiras comerciais associadas à regulação de GEE no âmbito da convenção e, portanto, imune às interpretações da OMC.¹⁵

As provisões do Agreement on Subsidies and Countervailing Measures (SCM) podem ser relevantes para que seja questionada a alocação gratuita de licenças de emissão que as políticas nacionais tendem a realizar para proteger sua indústria local, na medida em que seria uma forma de subsídio.

Quanto às regras da OMC que proibem restrições quantitativas e discriminatórias às importações, há os princípios da nação mais favorecida e do tratamento doméstico equivalente. Quanto às questões ambientais especificamente, sua justificativa pode ser admitida nas exceções identificadas no Art. XX que permite a adoção de barreiras que estejam vinculadas à proteção de recursos naturais desde que duas condições sejam satisfeitas.¹⁶ Primeiro, uma conexão bastante clara deve

14. Nesta seção, apenas resumiremos as principais controvérsias. Para uma abordagem mais detalhada, ver Tamiotti *et al.* (2009) para uma análise global e Naidin, Gadelha e Lemme (2009) para uma análise relativa ao Brasil.

15. Essa discussão foi analisada em mais detalhes em Neto, Lembo e Bonomo (2010).

16. Isso sem, contudo, restringir as ações voluntárias de padrões técnicos – por exemplo, selos ou certificação.

ser estabelecida entre o objetivo declarado da política ambiental e as medidas de fronteira em questão. Segundo, a ação não pode ser um “meio de discriminação arbitrário ou injustificável” ou uma “restrição disfarçada ao comércio internacional”.

Assim, como coloca Tamiotti *et al.* (2009), há dois grandes desafios na implementação de medidas de fronteira, a saber: *i*) fornecer uma justificativa clara para medidas de fronteira – seja a fuga de carbono e as perdas de competitividade; e *ii*) determinar um “preço justo” a ser aplicado sobre os produtos importados para trazer seus preços em linha com os dos custos internos.

Além disso, existem dois acordos específicos da OMC para tratar de segurança alimentar e saúde e de segurança animal e vegetal. Ambos tentam identificar como satisfazer a necessidade de aplicar padrões e, ao mesmo tempo, evitar o protecionismo disfarçado.

Um deles é o acordo sobre a segurança alimentar, a saúde animal e as normas fitossanitárias (The Sanitary and Phytosanitary Measures Agreement – SPS) que permite aos países definirem seus padrões de saúde ou segurança. Mas estes devem ser aplicados apenas na medida necessária para proteger os humanos e a vida animal ou vegetal. E não devem fazer discriminação arbitrária ou injustificada entre países em que condições idênticas ou similares prevalecem.

Para garantir que as barreiras técnicas não criem obstáculos desnecessários ao comércio internacional, há o The Technical Barriers to Trade Agreement (TBT), que orienta as barreiras técnicas na fronteira, tais como padrões, selos e certificação que estão relacionadas com o consumo do produto, resultante de uma regulação do país importador que se aplica igualmente à produção doméstica, ou seja, há um entendimento de que as questões ambientais com relação ao processo produtivo são reguladas no país produtor, pois estas não afetam o bem-estar do país importador.

A princípio as emissões de CO₂ são de processo, pois estas não são integralmente incorporadas ao bem final. No contexto das alterações climáticas, como os impactos das emissões são globais, há uma tentativa de associá-las ao produto, tendo em vista que todos os países são afetados pelas emissões e, assim sendo, postula-se que uma barreira poderia ser aplicada. Embora na causalidade dos impactos essa tese seja consistente, as emissões nacionais não são equivalentes à luz do princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas da convenção do clima. Princípio este que, como discutimos anteriormente, encontra dificuldade em sua implementação na própria convenção do clima.¹⁷

17. A classificação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para emissões de GEE é dividida em uso de energia, processo e uso de produto. Logo, as emissões de fontes energéticas não seriam nem de processo nem de produto, o que poderá motivar o Committee on Trade and the Environment (CTE), da OMC, a adotar em breve uma abordagem mais ampla em relação ao tema.

Em suma, se, por um lado, nas regras da OMC, motivações de cunho ambiental garantem ajustes na fronteira no comércio de produtos, no caso das mudanças climáticas, a correlação entre emissões e produto não é tão trivial. Logo, a aplicação desses ajustes de cunho climático será, certamente, objeto de disputas no âmbito da desta organização e/ou de retaliação comercial equivalente.

5 EFEITOS DAS BARREIRAS COMERCIAIS CLIMÁTICAS

Conforme observamos, em que pesem as possíveis perdas de bem-estar e restrições que possam advir da OMC, para os legisladores nacionais, a justificativa principal para os ajustes de conteúdo de carbono na fronteira (ACCFs) no bojo de uma regulação doméstica de GEE é o de proteger a competitividade da economia, equalizando os custos das importações com os da produção doméstica.¹⁸

Esse mecanismo geralmente procura aplicar às importações os mesmos mecanismos adotados domesticamente. Se a regulação nacional é realizada via um tributo sobre carbono, o ACCF seria uma tarifa equivalente. No caso de uma regulação por licenças de emissão comercializáveis, tal como em um mercado *cap&trade*, se exigiria também que as importações adquirissem licenças necessárias.

Há também uma literatura que identifica a aplicação de ACCF na regulação de GEE como um incentivo a cooperação e penalização ao “caroneiro”.¹⁹ Ela garantiria que as ações unilaterais fossem eficazes na redução da concentração global destes gases na atmosfera ao não permitir que países sem ações similares de mitigação aumentassem suas emissões.

Dessa forma, os efeitos dessas barreiras podem ser avaliados sob os pontos de vista econômico, comercial e ambiental. Para oferecer algumas indicações da magnitude e do viés dos impactos anteriormente identificados, descrevemos a metodologia e analisamos os resultados de alguns estudos que foram realizados para simular impactos de ACCF em um contexto de regulação unilateral de GEE.

6 EFEITOS NO BEM-ESTAR

É comum a intervenção dos governos no comércio internacional para proteger setores afetados pela maior competitividade das importações,²⁰ e esta geralmente se realiza na forma de um tributo sobre as importações, tal como uma tarifa.²¹ A tarifa desejada, ou tarifa ótima, para proteger os setores ameaçados, deve ser exatamente aquela necessária para realinhar preços e quantidades da produção

18. Conhecido como *level the playing field*.

19. Ver, por exemplo, Ismer e Neuhooff (2007), Babiker e Rutherford (2005) e Kemfert (2004).

20. Sejam essas vantagens competitivas resultantes de diferenciais de eficiência ou de políticas nacionais diferenciadas.

21. É sempre possível utilizar uma restrição quantitativa que geraria o mesmo efeito de um tributo.

doméstica e das importações para um nível desejado. O que, no caso da regulação de emissões, seria trazer para o nível que prevalecia antes da regulação.

É consenso, todavia, na literatura econômica convencional que a aplicação de uma tarifa resultará no agregado, quase sempre, em perdas de bem-estar que podem ser superiores a esses ganhos de competitividade. Por exemplo, se o país é tomador de preço no mercado internacional,²² essa tarifa reduzirá o bem-estar da economia porque haverá perdas de renda. Uma nos setores exportadores em relação aos protegidos e outra no consumo final que não se realizará nesses setores protegidos aos custos de oportunidade mais baixos dos preços internacionais.

Mesmo que o país possa afetar significativamente os preços internacionais e, assim, a tarifa imposta não causaria perdas de consumo, essa vantagem só seria permanente se não houvesse retaliação dos parceiros comerciais. No caso de um cenário de ampla retaliação, não só a proteção desejada não se realiza, como também todos os países perdem com menor produto e consumo a preços mais elevados. Tipicamente, os ganhos da imposição de barreiras concentram-se nos setores protegidos.

Um estudo de Dissou e Eyland (2009) simula os impactos para a economia canadense de ajustes de conteúdo de carbono na fronteira a serem aplicados aos setores intensivos em energia (papel e celulose, química e borracha, cimento e não metálicos e metalurgia) que poderiam ser utilizados, caso esse país viesse a adotar um imposto de carbono de \$ 40/t CO₂.

A simulação é realizada em três cenários: um no qual somente a produção doméstica paga um imposto de \$ 40/t CO₂; um segundo, no qual esse imposto também incide sobre o conteúdo de CO₂ das importações; e um terceiro, no qual o imposto sobre as importações é determinado endogenamente, considerando-se os efeitos de equilíbrio geral nos setores intensivos em energia resultantes na alteração de preços relativos das importações, de forma a realinhar a competitividade da produção doméstica dos setores intensivos em energia exatamente ao nível observado antes do imposto. O primeiro cenário é chamado de ACCFs de equilíbrio parcial e o segundo de ACCF de equilíbrio geral.

A simulação desses cenários é realizada com um modelo de equilíbrio geral computável (CGE) estático da economia canadense para 2004, assumindo a hipótese de *small country*, com uma desagregação de 15 setores – entre os quais, a produção de energia (carvão, petróleo e derivados, gás e eletricidade) – e setores intensivos em energia (papel e celulose, cimento e não metálicos, produtos químicos e borracha e metalurgia). Os resultados são apresentados em relação ao cenário de referência que é aquele antes da aplicação do imposto de carbono.

22. Sua oferta ou demanda daquele bem não afeta o preço internacional de equilíbrio (*small country assumption*).

TABELA 1
Impactos na demanda setorial na economia do Canadá com imposto de carbono (CAN\$ 40/t CO₂) e ACCF

Setores	Incremento da produção doméstica sobre importações		
	Sem ACCF	ACCF equilíbrio parcial	ACCF equilíbrio geral
Agricultura	0.6	0.2	-0.6
Carvão	0.3	0.7	1.1
Mineração e outros	0.4	1.0	1.8
Geração de eletricidade	-31.7	-30.8	-29.6
Gasodutos	7.1	8.0	9.0
Papel e celulose ¹	-8.2	1.2	0.0
Gráfica	1.9	0.3	-0.6
Outras manufaturas	5.3	3.1	1.3
Química e borracha ¹	-17.7	-12.5	0.0
Cimento e não metálicos ¹	-2.4	24.5	0.0
Metalurgia ¹	-5.9	-1.7	0.0
Transporte	-8.9	-8.1	-7.1
Serviços	3.4	3.9	4.5
Petróleo	10.5	11.4	12.6
Gás natural	16.5	17.4	18.6
Gasolina	-11.8	-11.2	-10.6
Diesel	-13.3	-12.9	-12.4
Gás liquefeito de petróleo	13.6	13.3	12.1
Outros derivados de petróleo	18.1	18.1	17.6

Fonte: Tabela 3 em Dissou e Eyland (2009).

Nota: ¹ Setor de energia intensiva.

A tabela 1 apresenta os resultados em termos de competitividade, estimando o aumento da demanda da produção doméstica canadense em relação a importações que seria o objetivo do ACCF. Como tal objetivo seria o de retornar aos níveis de demanda antes da regulação de GEE, observa-se que no ACCF geral (produto de uma otimização) essa razão é zero para os setores intensivos em energia. Conforme salientam Dissou e Eyland (2009), no cenário de ACCF parcial, ao contrário, haveria ainda perda de produção doméstica significativa na química (12,5%) e ganhos expressivos no cimento (24,5%).

Na tabela 2 são apresentados os impactos agregados na economia canadense; nesta, os autores observam que a regulação doméstica de GEE, *per se*, já resulta em uma redução de renda, poder de compra dos salários e consumo das famílias, que significariam uma perda de bem-estar equivalente a 0,91% do PIB. Nos cenários com ACCF, estas perdas aumentam até 1,19%. Em suma, todos os agregados

de renda, salários e consumo caem mais com a aplicação do ACCF do que sem ACCF, ainda um pouco mais no caso do ACCF geral.

TABELA 2
Impactos na economia do Canadá com imposto de carbono (CAN\$ 40/t CO₂) e ACCF

Agregados	Sem ACCF	ACCF por conteúdo de CO ₂	ACCF tarifa ótima
PIB – preços de mercado	-0.27	-0.28	-0.30
Importações	-1.04	-2.19	-3.10
Exportações	-0.93	-1.95	-2.76
Taxa de câmbio	0.40	0.39	0.43
Taxa de retorno do capital	-3.42	-3.63	-3.84
Salário nominal	-1.04	-1.32	-1.65
Renda disponível das famílias	-1.19	-1.41	-1.67
Consumo das famílias	-1.58	-1.82	-2.07
Perda de bem-estar (% do PIB)	-0.91	-1.04	-1.19
Emissões industriais	-22.76	-22.51	-22.17
Emissões das famílias	-13.14	-13.28	-13.45
Emissões totais	-21.10	-20.91	-20.66

Fonte: Tabela 3 em Dissou e Eyland (2009).

Como mostra a tabela 2, a aplicação do ACCF, além de ocasionar perdas econômicas, não geraria ganhos ambientais, pois as emissões totais se reduzem menos do que as sem ACCF, uma vez que sua aplicação induz a substituição de importações. Em suma, os benefícios das sanções comerciais estão restritos a proteção dos setores que competem com as importações.

7 EFEITOS NA COOPERAÇÃO

Conforme discutido anteriormente, há uma literatura que recomenda sanções comerciais como um mecanismo de indução de estratégias cooperativas no esforço mundial na mitigação de GEE ao alterar as funções de ganho de cada país por não participarem dos acordos globais. Todavia, como as exportações de produtos intensivos em CO₂ são apenas uma parte das exportações e estas, por sua vez, uma parte do produto nacional, a magnitude do ACCF terá que ser significativa para que as perdas de comércio justifiquem, pelo menos a curto prazo, alterações nos custos de não cooperação. Essa magnitude terá que variar em cada país não só de acordo com a participação desses setores nas exportações, como também com sua intensidade de CO₂.

Por exemplo, países com altos custos de adesão e parcela pequena no comércio internacional – em particular, nos setores intensivos em CO₂ – só poderão ser afetados com esse mecanismo se enfrentarem ACCFs muito restritivos,

provavelmente até acima das exigências impostas na produção doméstica do país importador. Logo, o desenho de um ACCF que seja eficaz no incentivo à cooperação poderá ser discriminatório em relação à produção doméstica e entre os países de acordo com seu perfil de comércio internacional. Características que dificultariam ainda mais sua consistência com as regras da OMC e gerariam fortes reações retaliatórias.

Essa possibilidade foi analisada em Tian e Whalley (2010) em que os autores adotam um modelo numérico de teoria dos jogos com “caroneiros” para simular as estratégias dos participantes de um acordo global sobre mudança do clima, na presença de um ACCF na forma de uma tarifa de importação sobre conteúdo de CO₂.²³ Na simulação, os países Brasil, Rússia, Índia e China (BRICs) balizam suas estratégias comparando, no período 2006-2056, o valor presente da diferença das suas perdas de comércio com ACCF contra o valor presente das suas futuras perdas econômicas que ocorreriam na ausência de um acordo global que elevasse o aumento da temperatura global em 5°C em 2050. Assim, nessa simulação, cada país só decide participar quando essa diferença está próxima de zero. O estudo analisa um cenário em que todos os países da OCDE adotam um ACCF e outro em que a adoção deste é somente nos Estados Unidos, na Comunidade Europeia e no Japão.

Como a Índia é uma economia importadora líquida, essas sanções não gerariam qualquer incentivo. Para os outros países, Brasil, Rússia e China, a tabela 3 mostra o nível de tributação no qual a diferença de perdas se iguala a zero e que levaria cada país a seguir a estratégia de participação.

TABELA 3
Tarifa limiar para induzir cooperação
(Em %)

País	Imposta por todos os países	Imposta somente pelos Estados Unidos, pela Comunidade Europeia e pelo Japão
Brasil	240	6.370
Rússia	75	270
China	260	922

Fonte: Tabela 4 em Tian e Whalley (2010).

Conforme enfatizam Tian e Whalley (2010), os resultados da tabela 3 indicam que os níveis tarifários teriam que ser muito elevados para induzir a cooperação desses países a acordos que julgam que não são de seu interesse.

No caso do Brasil, seria necessária uma tarifa média de 240% sobre as exportações ou ainda, muito maior, 6.370%, caso a sanção seja restrita a Estados

23. O modelo é bastante simplificado assumindo uma tributação sobre a intensidade média de cada economia.

Unidos, Comunidade Europeia e Japão. Os percentuais para a China, quando sanção é imposta por todos os países, e em todos os casos para a Rússia, são menores que os do Brasil, mais ainda muito elevados. O resultado de uma tarifa muito mais elevada para o Brasil pode ser explicado pela baixa intensidade de CO₂ das nossas exportações e da igualmente baixa abertura comercial do país em relação aos outros BRICs. Assim, somente uma gravação tarifária bastante alta geraria custos econômicos significativos.

As diferenças de percentuais entre os países podem ser explicadas pelas suas diferenças de intensidade de CO₂ e pela sua participação no comércio internacional. Os autores também realizam uma análise de sensibilidade para alguns parâmetros, tais como taxa de desconto, danos e elasticidades de exportação e importação, e confirmam que, em todos os casos, ainda persistiriam altos valores tarifários.

Em suma, essa simples simulação para a economia canadense indica que as barreiras comerciais para indução à cooperação e à adesão a acordos globais terão que ser elevadas e discriminadas entre países, o que certamente resultaria em maiores dificuldades para sua aceitação na OMC e incentivaria, na verdade, a retaliações comerciais.

8 EFEITOS NO COMÉRCIO EXTERIOR

Mesmo que as sanções comerciais não induzam a um acordo global, sua adoção imporá aos países afetados perdas de comércio e, provavelmente, produto total. A magnitude destas deve ser proporcional ao grau de abertura comercial e à intensidade de CO₂ dos setores exportadores de cada país.

O estudo de Mattoo *et al.* (2009) simula esses impactos econômicos no comércio e no produto nacionais com um modelo global de equilíbrio geral dinâmico (Envisage) desenvolvido no Banco Mundial com um módulo climático desagregado para 113 países (ou 15 regiões) e 21 setores – destacando os setores siderúrgicos, de papel e celulose, do química e petroquímica e borracha e plásticos.

O estudo simula os impactos da aplicação de um ACCF resultante de uma ação unilateral de mitigação dos países ricos (Comunidade Europeia, Estados Unidos e Japão) para em 2020 reduzir em 17% as emissões de GEE em relação aos níveis de 2005. Essa meta mimetiza a primeira fase dos projetos de lei em curso nos Estados Unidos, analisados nas seções anteriores. Os cenários adotados também incluem, tal como na proposta de legislação americana, a adoção de subsídios à produção doméstica ameaçada na forma de compensação pelos custos de mitigação incorridos (rebates).

Adicionalmente, há um cenário que analisa duas bases de tributação do ACCF, a saber: por conteúdo de CO₂ das importações e por conteúdo da

produção doméstica. O valor do ACCF equivale a uma tarifa de US\$ 60/t CO₂ sobre conteúdo direto e indireto de CO₂ do produto e do processo. Esse valor é uma referência para um preço de equilíbrio das licenças de emissão que vigoraria no mercado americano de carbono caso houvesse uma meta de 17% em 2020 em relação a 2005. Portanto, esse valor de ACCF é simulado como a tarifa a ser aplicada por todos os países.

Os primeiros resultados estimam a magnitude do vazamento evitado com as sanções. Na tabela 4, essas estimativas são apresentadas em relação às emissões de 2020 e, conforme Mattoo *et al.* (2009) enfatizam, suas magnitudes são pouco significativas. Note-se nessa tabela que o vazamento mundial dos BRICs significaria um aumento de emissões entre 0,6% e 0,8% em relação às suas em 2020, enquanto se presenciaria uma redução expressiva de emissões globais de 9,3%. A aplicação do ACCF por conteúdo de importações, que gera maior vazamento evitado, induziria a uma redução no nível de emissões do BRICs de apenas 1% a 2%, o que elevaria a redução global para 10,9%.

TABELA 4

Vazamento com ACCF US\$ 60/t CO₂ para 17% redução em 2020
(Em %)

	Brasil	China	Índia	Rússia	Mundo
Sem ACCF	1.3	0.6	0.8	0.6	-9.3
ACCF conteúdo importações	0.6	-1.7	-1.6	-0.9	-10.9
ACCF conteúdo produção doméstica	0.8	0.0	0.3	-0.1	-9.8
ACCF produção doméstica e subsídio	0.8	-0.3	-0.2	-0.1	-10.0

Fonte: Tabela 3 em Mattoo *et al.* (2009).

Essas magnitudes de vazamento evitado, contudo, contrastam com os impactos no comércio. A tabela 5 apresenta os resultados do estudo para os diversos cenários dos impactos nas exportações dos BRICs e no mundo.

Um primeiro resultado da tabela 5 é que haverá perdas no comércio mundial de 1,3% já com a própria regulação doméstica, mesmo sem ACCF. Conforme esperado, estas se elevam com ACCF. O ACCF por conteúdo das importações afeta mais o comércio mundial (10,2%) que o por conteúdo da produção doméstica (3,6%). Entretanto, conforme apontam os autores, há uma diferença significativa de perdas entre os países. No caso de ACCF por conteúdo de importações, o Brasil é de longe o menos afetado, apenas 2,4% contra 15,8% da China e em torno de 7% da Rússia e Índia. Essas diferenças nacionais são explicadas pelas diferenças setoriais de intensidade de CO₂ e valor das exportações.

Entretanto, essa diferença entre o Brasil e os outros BRICs quase desaparece se o ACCF é por conteúdo da produção doméstica, quando as perdas mundiais caem

para 3,6% e as dos BRICs ficam todas em torno de 2%. Isto porque nesse caso é o conteúdo dos setores americanos que baliza o valor total do ACCF e não mais o das importações, o que dissipa as diferenças de intensidades de carbono entre os BRICs.

TABELA 5

Impactos nas exportações com ACCF US\$ 60/t CO₂ para 17% redução em 2020
(Em %)

Setores	Brasil	China	Índia	Rússia	Mundo
Sem ACCF					
Agricultura	- 3.1	- 1.3	- 0.3	3.4	- 1.6
Energia	- 1.9	- 0.2	6.3	-6.0	- 6.1
Indústria agregada	1.0	- 0.9	- 0.3	7.1	- 1.0
Indústria energia-intensiva	7.6	6.7	6.4	11.5	- 0.7
Outras indústrias de processamento	- 2.0	- 2.3	- 2.7	1.1	- 1.0
Outras indústrias	1.6	0.3	1.5	1.7	- 0.5
Serviços	1.6	1.5	- 1.4	7.6	0.0
Total	- 0.4	- 0.7	- 0.2	- 0.8	- 1.3
ACCF por Conteúdo Importações					
Agricultura	- 10.8	31.0	25.7	20.7	- 16.3
Energia	- 4.1	- 1.0	13.8	- 7.2	- 11.9
Indústria agregada	1.9	- 20.8	- 16.0	- 14.3	- 12.9
Indústria energia-intensiva	- 2.2	- 16.6	- 9.7	- 19.7	- 14.6
Outras indústrias de processamento	3.7	- 21.6	- 18.3	- 6.9	- 12.4
Outras indústrias	- 8.1	- 2.1	- 3.2	3.6	- 9.0
Serviços	9.4	46.3	25.3	35.1	3.9
Total	- 2.4	- 15.8	- 6.5	- 6.7	- 10.2
ACCF por Conteúdo Doméstico					
Agricultura	- 2.3	- 1.0	1.7	6.9	- 5.1
Energia	- 5.6	- 0.2	10.7	- 6.5	- 8.2
Indústria agregada	- 2.5	- 3.4	- 3.2	3.0	- 4.0
Indústria energia-intensiva	- 4.2	- 3.3	- 0.7	2.8	- 5.7
Outras indústrias de processamento	- 1.8	- 3.5	- 4.1	3.2	- 3.5
Outras indústrias	- 0.6	- 1.6	0.6	1.9	- 2.7
Serviços	6.8	6.9	3.3	13.2	0.6
Total	- 2.1	- 2.7	- 1.4	- 2.1	- 3.6

(Continua)

(Continuação)

Setores	Brasil	China	Índia	Rússia	Mundo
ACCF por Conteúdo Doméstico com Subsídio					
Agricultura	- 3.0	- 2.4	- 4.1	6.6	- 2.0
Energia	- 9.2	- 4.4	- 3.3	- 6.8	- 5.2
Indústria agregada	- 0.6	- 1.8	- 2.1	1.8	- 1.2
Indústria energia-intensiva	- 6.0	- 7.0	- 6.4	- 0.4	- 1.9
Outras indústrias de processamento	1.9	- 0.9	- 0.6	5.0	- 1.0
Outras indústrias	- 2.4	- 2.3	- 5.5	4.2	- 1.5
Serviços	13.2	11.0	6.9	19.7	1.1
Total	- 1.4	- 1.0	- 0.7	- 2.2	- 1.2

Fonte: Apêndice 6 em Mattoo *et al.* (2009).

Conforme assinalam os autores, considerando-se que as exportações são apenas uma parte do produto nacional de cada país, os impactos dessas perdas de comércio geram perdas pouco expressivas nos produtos nacionais (tabela 6).

Com perdas relativas menores nas suas exportações, o Brasil aumentaria sua competitividade em relação aos outros BRICs e poderia, na presença de um ACCF, como mostra a tabela 6, ter inclusive um pequeno incremento no produto, entre 0,6% e 0,8%, enquanto os outros BRICs sofreriam quase sempre reduções.

Aliás, esses resultados confirmam as conclusões da seção 7, que indicam que somente ACCF com tarifa muito elevada induziria perdas significativas para alterar estratégias dos BRICs em relação à adesão a acordos globais que estes não considerassem favoráveis.

TABELA 6

Impactos no produto com ACCF US\$ 60/t CO₂ para 17% redução em 2020
(Em %)

Cenários	Brasil	China	Índia	Rússia	Mundo
Sem ACCF	1.3	0.6	0.8	0.6	- 9.3
ACCF conteúdo importações	0.6	- 1.7	- 1.6	- 0.9	- 10.9
ACCF conteúdo produção doméstica	0.8	0.0	0.3	- 0.1	- 9.8
ACCF produção doméstica e subsídio	0.8	- 0.3	- 0.2	- 0.1	- 10.0

Fonte: Apêndice 5 em Mattoo *et al.* (2009).

Embora os resultados apresentados na tabela 5 indiquem que as perdas brasileiras nas distintas bases de tributação não sejam muito discrepantes e nem muito elevadas, há uma assimetria significativa entre os setores analisados. Observa-se, por exemplo, que, com ACCF, por conteúdo de importações a indústria brasileira

em agregado chega a aumentar suas exportações em 1,9% por conta do crescimento dos setores não intensivos em energia, embora os intensivos em energia percam 2,2%. As exportações dos setores de energia e agricultura, contudo, apresentam reduções mais altas, respectivamente, de 10,8% e 4,1%.

No ACCF por conteúdo doméstico, todavia, há perdas nas exportações em todos os setores da indústria com uma perda agregada de 2,5%. Conforme esperado, os setores intensivos em energia são os que mais perdem (-4,2%). O setor de energia também aumenta sua perda para 5,6% em relação ao cenário anterior. Já a agricultura, ao contrário, tem perdas nas exportações quase cinco vezes menores, caindo para 2,3%.

Essa assimetria da agricultura com os outros setores em relação à base tributável do ACCF se deve a maior intensidade média de CO₂ da agricultura em relação aos outros países.²⁴ Tanto que, conforme se pode observar na tabela 5, o Brasil é o único a perder nas exportações agrícolas no cenário de conteúdo das importações (10,8%), enquanto os outros BRICs até se beneficiam.²⁵

Por último, observa-se na tabela 5 que, tanto no caso do Brasil como no dos outros BRICs, somente os setores de serviços aumentam suas exportações na presença de ACCF nas duas bases tributáveis e com subsídios. Esse resultado deve ser considerado com precaução, pois deve estar afetado pela baixa participação destes no comércio internacional e pela dificuldade de estimar precisamente suas intensidades de CO₂.

Em suma, a matriz energética de baixo carbono do Brasil permite que as perdas das exportações da indústria brasileira sejam baixas e muito menores relativamente aos outros BRICs se a base de tributação do ACCF for por conteúdo das importações. Em parte devido à inclusão das emissões de transportes, a agricultura brasileira poderia sofrer perdas elevadas; em particular se a base de tributação for por conteúdos das importações. Entretanto, vale ressaltar, conforme vimos anteriormente, que o ACCF proposto nos projetos de lei americanos é por conteúdo doméstico. Nesse caso, a agricultura brasileira seria muito menos afetada e as diferenças de impactos na indústria brasileira não seriam muito diferentes daqueles, incidindo nas outras economias emergentes.

Outro resultado importante assinalado por Mattoo *et al.* (2009) é que o uso de subsídios aos setores domésticos intensivos em energia em conjunto com sanções comerciais acentua ainda mais os impactos de comércio nesses setores, tal como se observa nos valores da tabela 5, com quase nenhum ganho em vazamento

24. Isso se deve ao componente de transporte e uso de insumos químicos.

25. Essa assimetria se observa com menor desvio nos impactos do produto, uma vez que os das exportações se diluem no agregado.

evitado, como indica a tabela 4. Essa baixa eficácia ambiental poderá acentuar o caráter protecionista desses subsídios.

Um estudo similar realizado por Fischer e Boehringer (2010) usa um modelo CGE global estático multissetorial e regional para o ano de referência 2004. Seu objetivo é analisar os impactos de ACCFs quando aplicados pelos Estados Unidos e pela Comunidade Europeia em conjunto e isoladamente. O cenário seria de uma redução unilateral desses países de 20% das emissões de CO₂ em relação a 2004, com aplicação unilateral de ACCF aplicado sobre o conteúdo de carbono das importações com e sem subsídio (rebate). O valor da tarifa é o preço de uma licença de emissão em um mercado *cap&trade* em cada região.²⁶

Embora os resultados sejam apresentados somente em figuras que dificultam comparar com precisão os valores, eles confirmam, de maneira geral, as principais conclusões de Mattoo *et al.* (2009), a saber: *i*) o vazamento evitado por ACCF é baixo; *ii*) as perdas totais nas exportações dos países em desenvolvimento não são elevadas, embora possam ser altas em setores intensivos em energia fóssil; e *iii*) não há perdas no produto nacional dos países exportadores sancionados pelo ACCF.

Embora o estudo também confirme que o Brasil é o que menos sofre entre os BRICs, a diferença com a China desaparece, por exemplo, se as sanções são impostas somente pela Comunidade Europeia. Aliás, o país perde menos com as sanções impostas isoladamente pelos Estados Unidos do que se fossem impostas em conjunto com a Comunidade Europeia.²⁷

Não há resultados para a agricultura, mas para a indústria as estimativas são mais otimistas que as de Mattoo *et al.* (2009), pois admitem que até as exportações brasileiras de intensivos em energia, excluindo não ferrosos, cresceriam mesmo com a base tributável no seu conteúdo de CO₂.

Em Fischer e Boehringer (2010), observa-se novamente que a combinação de ACCF e subsídio aumenta as perdas comerciais sem um aumento proporcional no vazamento evitado.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, analisamos a recente literatura empírica sobre os efeitos de barreiras de comércio por razões de regulação doméstica de GEE. As principais conclusões da resenha desses estudos podem ser assim resumidas:

26. Estimados em US\$ 60,00 e US\$ 125,00 por t CO₂, respectivamente, nos Estados Unidos e na Comunidade Europeia.
27. Segundo os autores, essa diferença se daria por conta da baixa intensidade de carbono da Comunidade Europeia, que exige custos de mitigação mais elevados e a intensidade de comércio maior na região *vis-à-vis* o perfil das exportações brasileiras.

- A falta de um acordo global e a existência de iniciativas unilaterais criam incentivos à adoção de barreiras comerciais (ACCF).
- Os objetivos dos ACCFs seriam: *i*) evitar vazamentos (*free-riding*) nos esforços globais; *ii*) induzir alteração de estratégias à adesão a acordos globais; e *iii*) proteger a competitividade dos setores intensivos em CO₂.
- A OMC indica que um ACCF relacionado com a regulação doméstica de GEE é compatível com as normas multilaterais do comércio se a sua necessidade for comprovada e precificada corretamente.
- Além de pouco expressivos, os vazamentos evitados com restrições às importações são proporcionalmente muito menores que os impactos no comércio exterior.
- Somente ACCFs com altas tarifas sobre as importações induziriam a alteração de estratégias de cooperação dos países emergentes a um acordo que não lhes fosse favorável.
- O uso de subsídios aos setores intensivos em CO₂, mesmo na ausência de sanções comerciais, tem gerado efeitos protecionistas, permitindo o aumento das exportações desses setores nos países da OECD que adotaram regulação nacional de GEE.
- Estudos que simulam a aplicação de ACCF por parte dos países ricos indicam que os impactos de comércio seriam diferenciados entre as economias emergentes. Exceto pela agricultura, o Brasil teria menores perdas por conta da sua menor intensidade de CO₂, aumentando, assim – em particular, na indústria – sua competitividade. Com isso, essas barreiras comerciais não gerariam perdas significativas no produto doméstico.
- Essas diferenças entre o Brasil e os outros BRICs se reduzem, contudo, quando a base tributável é por conteúdo da produção doméstica dos países ricos.
- Nesses estudos, resultados indicam que os efeitos setoriais nas exportações brasileiras também são distintos e dependentes da base tributável. As perdas das exportações agrícolas e de energia serão maiores do que as da indústria, inclusive dos setores intensivos em energia.

Os efeitos nas importações brasileiras, analisados neste capítulo, poderão ser futuramente minimizados; em particular, nos setores de energia e agricultura que contam com as metas ambiciosas de controle de GEE no âmbito das metas nacionais.

Entretanto, os estudos resenhados anteriormente estão circunscritos às ini-

ciativas até agora em discussão e considerando geralmente um horizonte temporal próximo e custos atualmente estabelecidos. Ademais, adotam modelos de dimensão mundial com agregação geográfica e setorial que influenciam os parâmetros e sua calibragem. Assim sendo, será importante aprofundar a análise realizada neste estudo com uma avaliação mais desagregada por setor e uma análise de sensibilidade dos parâmetros de demanda e emissões.

REFERÊNCIAS

BABIKER, M. H.; RUTHERFORD, T. F. The economic effects of border measures in subglobal climate agreement. **The Energy Journal**, v. 26, n. 4, p. 99-126, 2005.

BRUNNERMEIER, S.; LEVINSON, A. Examining the evidence on environmental regulations and industry location. **Journal of the Environment and Development**, v. 13, n. 1, p. 6-41, 2004.

COPELAND, B. R.; TAYLOR, M. S. Trade, growth, and the environment. **Journal of Economic Literature**, v. 42, n. 1, p. 7-71, 2004.

DISSOU, Y.; EYLAND, T. **Pollution control, competitiveness, and border tax adjustment**. Ottawa: University of Ottawa, Faculty of Social Sciences, Department of Economics, May 2009 (Working Paper, n. 0911E).

FISCHER, C.; BOEHRINGER, C. The global effects of subglobal climate policies, Proceedings. *In*: WORLD CONGRESS OF ENVIRONMENTAL AND RESOURCE ECONOMISTS, 4. Montreal, 28 June-2 July, 2010.

ISMER, R.; NEUHOFF, K. Border tax adjustment: a feasible way to support stringent emission trading, **European Journal of Law and Economics**, n. 24, p. 137-164, 2007.

KEE, H. L.; MA, H.; MANI, M. **The effects of domestic climate change measures on international competitiveness**. Washington: The World Bank, May 2010 (Policy Research Working Paper, n. 5309).

KEMFERT, C. Climate coalitions and international trade: assessment of cooperation incentives by issue linkage. **Energy Policy**, v. 32, n. 4, p. 455-465, 2004.

MATTOO, A. *et al.* **Reconciling climate change and trade policy**. Washington: The World Bank, Nov. 2009 (Policy Research Working Paper, n. 5123).

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima (CQNUMC)**. Brasília, 2008. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia com o apoio do Ministério

das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil.

NAIDIN, L. C.; GADELHA, M. F.; LEMME, M. C. Políticas climáticas e efeitos sobre o comércio exterior. **Breves Cindes**, Rio de Janeiro, n. 29, 2010.

NETO, A. M.; LEMBO, C.; BONOMO, D. Z. Clima e comércio após o encontro de Copenhague. **O Valor**, 28 maio 2010.

SEROA DA MOTTA, R. As exportações brasileiras e as barreiras comerciais nas políticas de regulação de gases de efeito estufa. **Breves Cindes**, n. 32, 2010.

STERN, N. **The Economics of Climate Change: The Stern Review**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

TAMIOTTI, L. *et al.* **Trade and Climate Change**, Geneva: World Trade Organization, 2009.

TIAN, T.; WHALLEY, J. Trade sanctions, financial transfers and BRIC's participation in global climate change negotiations. **Journal of Policy Modeling**, v. 32, n. 1, p. 47-63, 2010.

VULNERABILIDADES DAS MEGACIDADES BRASILEIRAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO*

Carlos Afonso Nobre**
Andrea Ferraz Young***
José Antônio Marengo Orsini**
Paulo Hilário Nascimento Saldiva****
Antonio Donato Nobre*****
Agostinho Tadashi Ogura*****
Osório Thomaz*****
Maria Valverde*****
Guillermo Oswaldo Obregón Párraga*****
Gustavo Costa Moreira da Silva*****
André Carvalho Silveira*****
Grasiela de Oliveira Rodrigues*****

1 INTRODUÇÃO

Projeções indicam que, caso o padrão de expansão da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) seja mantido conforme registros históricos, a mancha urbana será aproximadamente 38% maior que a atual em 2030, aumentando os riscos de enchentes, inundações e deslizamentos, atingindo cada vez mais a população como um todo e, sobretudo, os mais pobres.

* Agradecimentos ao professor doutor Daniel Joseph Hogan (*in memoriam*), da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), e ao doutor Sinésio Alves Júnior (*in memoriam*), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

** Pesquisador sênior do Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST)/INPE.

*** Pesquisadora da UNICAMP.

**** Professor doutor da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM/USP).

***** Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

***** Pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

***** Pesquisadora do INPE.

***** Pesquisador do INPE.

***** Doutorando do INPE.

***** Bolsista do INPE.

***** Doutoranda do INPE.

Os riscos serão potencializados pelo aumento da temperatura e, consequentemente, da frequência de eventos de chuvas intensas, principalmente no verão. Estudos preliminares sugerem que, entre 2070 e 2100, uma elevação média na temperatura da região de 2°C a 3°C poderá dobrar o número de dias com chuvas intensas (acima de 10 milímetros – mm) na capital paulista.

Esses cenários de risco foram apresentados no relatório *Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo* e se referem a análises de impactos e vulnerabilidades atuais e futuras, com projeções para 2030, por meio da aplicação de um modelo de projeção da mancha urbana. Esta análise permitiu identificar as possíveis áreas que seriam ocupadas no futuro e o risco potencial, caso o padrão de uso e ocupação do solo atual se perpetue sem nenhuma alteração e controle.

Outro modelo aplicado neste estudo, denominado *Hand (height above the nearest drainage)*, possibilitou identificar as áreas suscetíveis a enchentes e inundações. Este modelo nivela todos os cursos de água no nível zero e remapeia os demais pontos da topografia de acordo com a distância vertical relativa (NOBRE *et al.*, 2011).

Segundo o relatório, coordenado pelo Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST) do INPE, se esse processo se concretizar, mais de 20% da área total de expansão urbana em 2030 será suscetível e poderá eventualmente ser afetada por acidentes naturais provocados pelas chuvas. Aproximadamente 4,27% das áreas de expansão poderão constituir novas áreas de risco de deslizamentos. Portanto, a ocorrência de eventos pluviométricos cada vez mais intensos, frequentes e prolongados torna fundamental a análise de cenários de risco e das condições de vulnerabilidade atuais, considerando o processo de expansão urbana futuro.

Além disso, tendências de mudanças na temperatura da região indicam que haverá aumento no número de dias quentes, diminuição no número de dias frios, aumento no número de noites quentes e diminuição no número de noites frias (MARENGO *et al.*, 2009). Esses dados projetam impactos significativos, entre os quais está a intensificação das ilhas de calor, que prejudicam a dispersão de poluentes. Espera-se que alguns poluentes tenham sua concentração aumentada, notadamente os gases e as partículas gerados por meio de processos fotoquímicos atmosféricos (CETESB, 2006).

O estudo sugere ainda medidas de adaptação, que envolvem um conjunto de ações que as cidades da região metropolitana e as suas instituições públicas e privadas deverão enfrentar em busca de soluções para os impactos e os perigos que sofrerão. Entre estas, estão maior controle e fiscalização sobre construções presentes em áreas de risco, investimentos em transportes coletivos, sobretudo o ferroviário, garantias de preservação dos recursos

naturais, como as várzeas e as áreas de proteção permanente ao longo dos rios – por meio da implantação de parques lineares propostos pela prefeitura de São Paulo e pelo governo do estado –, e investimentos em pesquisas voltadas para modelagem do clima, quantificação de benefícios decorrentes de medidas de adaptação às mudanças climáticas, entre outras.

Em 2008, atingimos uma marca historicamente importante com mais de 50% da população mundial vivendo em cidades (UNITED NATIONS, 2008). Isso quer dizer que aproximadamente 3,3 bilhões de pessoas se concentram em áreas urbanas e esse percentual pode chegar a 80% em 2030. A maior parte deste crescimento ocorrerá em países em desenvolvimento (MARTINE, 2007).

No Brasil, mais de 80% dos brasileiros vivem em áreas urbanas (IBGE, 2010) e o acelerado crescimento urbano tem criado espaços fragmentados com ampla segregação espacial, agravando a desigualdade social e a degradação ambiental (GROSTEIN, 2001).

Do ponto de vista das mudanças climáticas, independentemente do crescimento populacional, a transição urbana em si mesma já constitui um fator que contribuirá para o aumento dos problemas socioambientais, por exemplo, aqueles causados pelo aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Isso porque os modos de vida associados à urbanização consomem inerentemente mais energia e recursos (OJIMA, 2009).

As interações entre o processo de urbanização e as alterações climáticas geram impactos que podem ser agrupados em duas categorias: *i*) aqueles originários em áreas urbanas e que têm efeitos negativos sobre as mudanças climáticas; e *ii*) as mudanças climáticas que têm efeitos negativos sobre as áreas urbanas (XIAOPEI, DESHENG, XIAOYING; 2006).

Em 2004, o número de megacidades havia aumentado para 25 – das quais duas estão no Brasil, quais sejam as RMs de São Paulo e Rio de Janeiro. Densas, vastas e complexas, as megacidades trazem desafios em escala sem precedentes para toda a sociedade, particularmente, para prefeitos, administradores, urbanistas e todos os responsáveis pelo fornecimento de serviços básicos e infraestrutura (DENIG, 2006).

Em geral, significativas transformações no clima local são geradas pelo modo como essas áreas urbanas se desenvolvem, por meio de intervenções desconexas com intensa verticalização, compactação e impermeabilização do solo, supressão de vegetação e cursos d'água. Considerando o acelerado processo de expansão urbana e o atraso na implantação de infraestrutura adequada ao ritmo de crescimento das cidades, estas não se encontram preparadas para os efeitos das mudanças climáticas (ROSS, 2004).

Desse modo, o caso da RMSP é apresentado nesta introdução. Na seção 2, é realizada uma descrição da metodologia empregada na elaboração de análises sobre a vulnerabilidade na RMSP. Na seção 3, é apresentado um sumário das projeções climáticas derivadas do modelo regional Eta-CPTEC 40 km e apontadas algumas mudanças na região referentes ao clima. Na seção 4, são apontados os locais onde a região é mais vulnerável, tanto em termos relativos a enchentes e inundações como em relação a eventos de deslizamento. Na seção 5, são apresentados os resultados de projeções para 2030, com a aplicação de modelos de expansão da malha urbana associado a um modelo de paisagem referente ao escoamento superficial do terreno. E finalmente, na seção 6, são abordadas algumas questões referentes às medidas de adaptação na RMSP.

2 METODOLOGIA

As mudanças climáticas provocam impactos cada vez mais acentuados em megacidades como São Paulo, a maioria associada às variações climáticas causadas pela forma de apropriação dos recursos naturais e pela degradação ambiental causada principalmente pelo processo de expansão urbana. A comunidade científica tem importante papel de gerar novos conhecimentos e criar a base de informações científicas que auxiliará a identificação, o desenvolvimento e a implementação de respostas efetivas para aprimorar a capacidade de adaptação e a redução da vulnerabilidade.

Nesse sentido, em 2009, foram organizados, pelo CCST, do INPE, e pelo Núcleo de Estudos de População (Nepo), da UNICAMP, dois painéis sobre o tema: o primeiro no Rio de Janeiro, de 13 a 16 de julho, e o segundo em São Paulo, de 20 a 23 de julho. Estes foram realizados com a contribuição de especialistas nacionais e internacionais preocupados com a evidência de problemas climáticos contemporâneos no meio urbano, incluindo pesquisadores dedicados à temática, gestores e tomadores de decisão de órgãos municipais e estaduais, que têm como área de atuação a gestão urbana e ambiental.

Um dos resultados dos painéis foi o relatório *Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo*, cuja metodologia produziu um conjunto de informações. No primeiro semestre de 2011, um segundo relatório abordou os problemas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

Os cenários apresentados no estudo se referem a projeções da mancha urbana da RMSP para 2030 associados aos cenários regionais climáticos. Estes foram processados pelo Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas do CCST, como parte do projeto Cenários Regionalizados de Clima da América do Sul.

Portanto, o estudo disponibiliza dados e análises que exemplificam os impactos atuais e as projeções para 2030, por meio da aplicação de um modelo de expansão

urbana associado a um modelo de paisagem denominado *Hand*, que permitiu identificar as possíveis áreas que seriam ocupadas no futuro e seu potencial de risco, caso o padrão de uso e ocupação do solo atual se mantenha sem nenhuma alteração.

O modelo *Hand* possibilita identificar as áreas suscetíveis ao risco de enchentes, inundações e deslizamentos. Enquanto alguns algoritmos utilizam medidas simples e fáceis de implementar, como a distância euclidiana, que nem sempre representam as condições encontradas em campo, o algoritmo *Hand* – ou distância vertical à drenagem mais próxima – propõe nova abordagem, baseando-se em medidas que podem permitir uma representação mais fiel do terreno (NOBRE *et al.*, 2011; RENNÓ *et al.*, 2008).

É um algoritmo descritor do terreno que utiliza as informações topográficas deste para extrair informações hidrológicas de uma área (*op. cit.*). Essa informação é obtida pela estimativa da diferença de altura relativa entre cada ponto da grade e o ponto de drenagem mais próximo associado a um curso d'água. Com base nessas medidas, o algoritmo agrupa os pontos similares em zonas equiprováveis, considerando seu potencial hidrológico, e produz mapas com forte significado hidroecológico (RENNÓ *et al.*, 2008; NOBRE *et al.*, 2011).

O estudo, porém, ultrapassa os limites de um simples diagnóstico e aponta para soluções que devem ser embasadas em políticas públicas consistentes. Por meio do trabalho dos painéis, foram sugeridas medidas de adaptação, que envolvem o conjunto de ações que as cidades e as instituições terão de enfrentar em busca de soluções para os impactos e os perigos que sofrerão.

Conhecer os perigos e os impactos é fundamental para propor medidas de adaptação que tornem as cidades mais resilientes aos problemas que já estão enfrentando. Os painéis e o relatório contaram com apoio do Strategic Programme Fund do Reino Unido, da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima) do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para as Mudanças Climáticas (INCT-MC) e do Programa de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (FAPESP).

2.1 Base de dados multidisciplinar

Os painéis de especialistas foram estruturados por meio de quatro grupos de especialistas principais:

- *Equipe técnica*: composta por pesquisadores e técnicos do INPE e do Nepo, da UNICAMP.
- *Especialistas nacionais*: pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento que já possuem pesquisa na área climática ou que são especialistas em áreas afins importantes para contextualizar e discutir os impactos das mudanças.

- *Gestores e tomadores de decisão*: representantes das secretarias de estado, órgãos e autarquias municipais e metropolitanas, legisladores municipais e agências reguladoras ligadas à gestão e ao planejamento ambiental.
- *Especialistas internacionais*: pesquisadores dedicados aos temas *vulnerabilidade e mudanças climáticas*, com experiência de pesquisa em megacidades.

A tarefa da equipe técnica foi construir uma base de dados durante os meses que antecederam os painéis, reunindo informações públicas de diferentes órgãos de planejamento e pesquisa. A disponibilização desses dados pelos órgãos e pelas instituições de pesquisa permitiu a montagem de base ampla, georreferenciada, que incluiu informações sobre uso do solo, expansão urbana, áreas de preservação, rede hidrográfica, entre outros temas, que serviram de base para as discussões e foram trabalhadas no modelo de expansão urbana e no modelo *Hand*.

Os resultados foram organizados no relatório e posteriormente submetidos à crítica em dois *workshops* de validação realizados em novembro de 2009, respectivamente no Rio de Janeiro e em São Paulo.

Além do INPE e da UNICAMP, as instituições participantes foram: Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas (FGV), Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Centro de Estudos de Metrópole (CEM), Instituto Florestal (IF), Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP), Fundação Geo-Rio/Prefeitura do Rio de Janeiro, Instituto Pereira Passos (IPP), Empresa Paulista de Desenvolvimento Metropolitano (Emplasa), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro (CEPERJ).

3 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AS MEGACIDADES BRASILEIRAS

Uma das principais preocupações da sociedade contemporânea em relação às projeções futuras do clima diz respeito às possíveis mudanças na frequência e na intensidade dos eventos climáticos extremos. Ondas de calor, precipitação intensa, enchentes, secas, entre outros extremos climáticos, têm sido motivo de grande interesse dos pesquisadores por causa de seu enorme impacto na população, ocasionando altos custos monetários e, em muitos casos, perdas de vidas humanas (MARENGO *et al.*, 2009).

Nesse contexto, as desigualdades sociais e regionais impõem uma série de desafios. Megacidades como São Paulo e Rio de Janeiro apresentam inúmeros

problemas socioambientais associados aos padrões de desenvolvimento e transformação do espaço, que têm sido agravados pelo aumento de temperatura e intensificação de eventos climáticos extremos.

Entre os eventos extremos mais alarmantes estão os relacionados à precipitação intensa. A RMSP e a RMRJ, que nas últimas estimativas concentram mais de 30 milhões de habitantes (cerca de 16% da população do país), sofrem constantemente os efeitos dos extremos de precipitação, que causam enchentes, deslizamentos de terra e perdas de vida.

Entre 1950 e 2003, a frequência e a intensidade das chuvas têm aumentado nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, incluindo as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro.

Para ter noção do futuro climático, especialistas do CCST/INPE analisaram além dos índices de eventos extremos, as projeções de mudanças na precipitação anual e temperatura média anual até 2100. A temperatura média anual, projetada no cenário de altas emissões globais de GEE para o fim deste século, indica um aumento de 2°C a 4°C em todo o domínio analisado.

No que concerne às mudanças de temperatura, os modelos concordam em todas as tendências projetadas, sendo estas: aumento no número de dias quentes, diminuição no número de dias frios, aumento no número de noites quentes e diminuição no número de noites frias (MARENGO *et al.*, 2009).

Enquanto os índices extremos relacionados diretamente com a variável temperatura apresentam alta confiabilidade, a confiabilidade dos modelos em simular os índices extremos relacionados à precipitação se demonstra bastante baixa. Isso porque os modelos ainda têm problemas em representar processos de formação de chuva em escalas espaciais reduzidas (pequenas) e porque não consideram na física do modelo o crescimento de áreas urbanas ou mudanças no uso da terra.

Uma síntese das projeções climáticas derivadas do modelo regional Eta-CPTEC 40 km para a RMSP é apresentado no quadro 1. Por intermédio das setas, podemos observar as variações nos períodos analisados.

QUADRO 1

Sumário das projeções climáticas derivadas do modelo regional Eta-CPTec 40 km para a RMSP

	Presente observ.	Presente simulado	2030-2040	Conf.	2050-2060	Conf.	2080-2090	Conf.
Temp.	➔	➔	➔	Alta	➔	Alta	➔	Alta
Noites quentes	➔	➔	➔	Alta	➔	Alta	➔	Alta
Noites frias	➔	➔	➔	Alta	➔	Alta	➔	Alta
Dias quentes	➔	➔	➔	Alta	➔	Alta	➔	Alta
Dias frios	➔	➔	➔	Média	➔	Alta	➔	Alta
Ondas de calor	Não observado	➔	➔	Média	➔	Média	➔	Alta
Chuva total	➔	➔	➔	Alta	➔	Alta	➔	Alta
Precip. intensa	➔	➔	➔	Média	➔	Média	➔	Alta
Precip. > 95th	➔	➔	➔	Média	➔	Média	➔	Alta
Dias precip. > 10mm	➔	➔	➔	Média	➔	Média	➔	Alta
Dias precip. > 20mm	➔	➔	➔	Média	➔	Média	➔	Média
Dias secos consecutivos	➔	➔	➔	Média	➔	Média	➔	Alta

Fonte: Centro de Ciência do Sistema Terrestre CCST/Inpe (2010).

Obs.: Temp. = temperatura do ar; Precip. = precipitação; Conf. = Confiabilidade.

4 A RMSP E O CLIMA

A RMSP possui uma população de quase 20 milhões de habitantes, entretanto a distribuição no território de 8.051 km² é bastante desigual. De fato, a maior concentração está no município de São Paulo, que abriga quase 11 milhões (61% do total), em uma área de 1.051 km² (FUNDAÇÃO SEADE, 2009).

Além disso, os municípios de Guarulhos, Osasco, Santo André e São Bernardo do Campo têm cada um mais de 500 mil habitantes. A região conta com a presença de aproximadamente 40 mil indústrias e 5,7 milhões de veículos particulares (21% do total nacional). Na RMSP, são realizadas mais de 30,5 milhões viagens por dia, constituídas por 12 milhões de transportes coletivos e 8,1 milhões de transportes individuais. Em ruas, praças e avenidas da capital, circulam em torno de 3 milhões de veículos por dia (PMSP, 1999a).

As indústrias e os veículos são responsáveis pelo lançamento diário de 2.418 milhões de toneladas/ano de poluentes atmosféricos – incluindo gases e particulados. Atualmente, os veículos são responsáveis por mais de 96% de monóxido de carbono (CO), hidrocarboneto (HC) e óxido de nitrogênio (NO_x) emitidos para a atmosfera. No caso de dióxido de enxofre (SO₂), as indústrias são responsáveis pela emissão de 68% e os veículos por 32% das emissões (CETESB, 2010).

As partes mais densas da região metropolitana costumam ser as mais quentes; a temperatura diminui à medida que a densidade urbana decresce.

Os poluentes afetam a radiação e o balanço de energia, especialmente porque os particulados são compostos por particulados orgânicos secundários, carbono (*black carbon*) e metais. Há também presença significativa de ozônio (O₃), dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera (CETESB, 2010).

O consumo de energia resulta da combustão, que é o esteio dos sistemas de transporte e das atividades industriais, mas também da geração de eletricidade. Nessa perspectiva, o consumo de energia elétrica na região metropolitana é outro fator de significativa importância, correspondendo a 35,3 milhões de megawatts/hora (17% do total nacional) (PMSP, 1999a).

A RMSP é uma das realidades climáticas urbanas mais críticas e insuficientemente estudadas no Brasil. A área central da cidade de São Paulo, por exemplo, com seus edifícios altos e próximos uns dos outros, ruas estreitas e pátios confinados, forma tipicamente o centro de uma ilha urbana de calor.

Nessa região central, a capacidade térmica das áreas cobertas por edifícios e pavimentação é maior e a circulação de ar é menor. Sob nebulosidade, menos radiação solar atinge o solo, tornando o fenômeno da ilha de calor menos pronunciado. No entanto, sob condições de inversão térmica, a ilha de calor é intensificada (LOMBARDO, 1985).

Por outro lado, a urbanização dos vales dos rios Tietê, Tamanduateí e Pinheiros ocorreu em tempos diferenciados, mas esses vales, hoje, assemelham-se climatologicamente a grandes bacias aquecidas, produtoras de toneladas de poluentes originárias das indústrias e da circulação de veículos. Os volumes de tráfego pesado fluem diariamente, deixando grandes concentrações de poluentes (PMSP, 1999a).

A expansão urbana para além do Tamanduateí produziu bairros (Mooca, Tatuapé, Água Rasa, Carrão, Vila Formosa, Penha e Vila Matilde) com altíssima densidade de pessoas e uma porcentagem muito pequena de áreas verdes. A aridez reflete temperaturas mais elevadas nas superfícies edificadas (30°C a 33°C). Os maiores corredores de tráfego da região metropolitana se situam ao redor do núcleo central (município de São Paulo). A somatória do fluxo diário do entorno, ou seja, das marginais Tietê e Pinheiros, com o fluxo da Avenida dos Bandeirantes e da Avenida do Estado (Vale do Tamanduateí) contribuem diariamente para a passagem de mais de 1,2 milhão de veículos. E o volume e a velocidade do tráfego de veículos determinam o grau de concentração e a contaminação do ar no nível da rua (PMSP, 1999a).

A travessia do rio Pinheiros a caminho da zona oeste (Raposo Tavares e BR-116), entre altitudes que vão de 720 metros (Raia Olímpica da USP) a aproximadamente 800 metros, por outro lado, está em uma unidade climática

privilegiada pelo verde. Lá estão, principalmente, bairros de alta renda como Cidade Jardim e Morumbi, em que as áreas com arborização propiciam microclimas mais amenos. As árvores presentes nessa região removem parte do dióxido de carbono (CO₂) e dos particulados emitidos pelo tráfego de veículos. O recuo de casas, áreas comerciais e institucionais em relação às grandes artérias produz o benefício adicional do aumento da ventilação e da prevenção da formação de bolsões de ar parado (PMSP, 1999a).

A zona norte ou além-Tietê, alinhada estruturalmente pelo Vale do Tietê, recebe permanentemente influências dos maciços serranos da Cantareira e do Jaraguá. Esse extenso divisor de águas das bacias do Tietê – Juqueri (900 a 1.000 metros) e seu bloco de terras elevadas melhoram a dispersão dos poluentes e alteram os fluxos atmosféricos nos transportes verticais e horizontais na proximidade do solo (PMSP, 1999a).

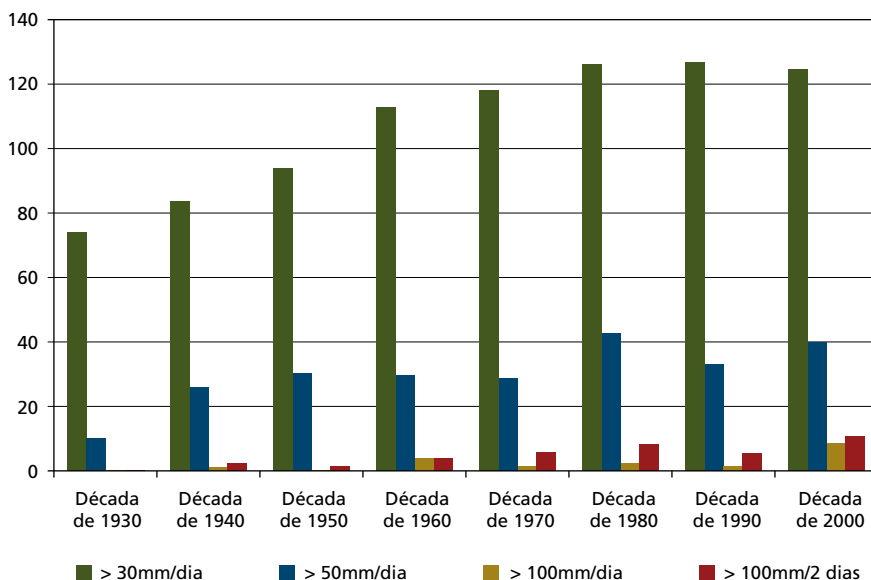
De modo geral, a região metropolitana é composta por um mosaico de temperaturas de superfície diferenciadas, assim como o município de São Paulo. Estes fenômenos que caracterizam os mesoclimas urbanos existem em menor escala espalhados por toda a região – ilhas de calor, inversões térmicas localizadas, bolsões de poluição e diferenças locais nos comportamentos dos ventos.

4.1 O que vai mudar

A RMSP, que já sofre todo verão com enchentes, pode sofrer um aumento do número de dias com fortes chuvas até o fim do século. Estudos preliminares sugerem que, entre 2070 e 2100, uma elevação média na temperatura da região de 2°C a 3°C poderá dobrar o número de dias com chuvas intensas (acima de 10 mm) na capital paulista.

Totais de chuvas acima de 30 mm em um dia, porém, têm potencial para causar enchentes e inundações graves. Totais de chuvas acima de 50 mm/dia, praticamente inexistentes antes da década de 1950 (gráfico 1), ocorrem comumente de duas a cinco vezes por ano na cidade de São Paulo.

GRÁFICO 1
Eventos intensos de chuva – São Paulo, 1933-2009



Fonte: Estação meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da USP.

A crescente urbanização em sinergia com o aquecimento global projeta que eventos com grandes volumes de precipitações pluviométricas irão ocorrer com mais frequência no futuro, atingindo cada vez mais áreas geograficamente maiores da RMSP.

4.2 Onde e como a RMSP é vulnerável

A vulnerabilidade tem origem na exposição de populações, lugares e instituições, portanto, à maior ou menor fragilidade dos assentamentos humanos a determinado fenômeno perigoso com dada severidade devido a sua localização, área de influência ou resiliência intrinsecamente ligada a diferentes condições ambientais, sociais, econômicas e políticas (CUTTER; BORUFF; LYNN, 2003).

No caso da RMSP, o sistema de drenagem representa um papel importante, pois seu impacto negativo é sentido de forma mais contundente e é de difícil solução técnica. Segundo Travassos (2010), a partir do Plano de Avenidas de Prestes Maia, em 1930, o aproveitamento dos fundos de vale para a construção de sistema viário passou a figurar como solução rotineira, visando ampliar a infraestrutura viária. Assim, paulatinamente o sistema hídrico da cidade de São Paulo foi transformado em seu sistema viário.

A situação foi se agravando à medida que mais córregos foram canalizados e, apesar de todas as intervenções realizadas, as enchentes aumentaram ao longo dos anos, em frequência e intensidade (DAEE, 2009).

Embora enchentes e inundações na RMSP atinjam mais diretamente os grupos sociais mais vulneráveis economicamente, afetam a população como um todo. Qualquer cidadão pode ser surpreendido pelos efeitos de uma inundação nas marginais, alagamento no Vale do Anhangabaú ou arrastado por uma enxurrada ou enchente violenta ao longo de um curso d'água ocupado por favelas. De forma indireta, pode ficar preso em grandes congestionamentos causados pela paralisação do sistema viário (DAEE, 2009).

Basicamente, o agravamento dos problemas de drenagem sempre esteve atrelado à ocupação dos fundos de vale e à má qualidade ambiental dos espaços urbanos, agonizados pela eliminação de áreas verdes, impermeabilização do solo, favelização de terrenos de baixada descartados pela especulação imobiliária, formação de áreas de risco ao longo de cursos d'água etc. (DAEE, 2009).

4.3 Os principais cenários de risco

4.3.1 Enchentes e inundações

Além de prejuízos e transtornos sofridos pelas pessoas diretamente atingidas, as enchentes na bacia do Alto Tietê acabam produzindo efeitos mais amplos que ultrapassam os limites da região, repercutindo em setores da economia do estado e do país. Medidas relativas ao planejamento e ao controle do uso do solo não foram executadas em paralelo com as obras de engenharia, permitindo que ocorresse, principalmente nas últimas décadas, o aparecimento de novos cenários de risco.

Esse cenário de risco caracteriza-se pelo transbordamento e pelo refluxo das águas dos rios para as planícies adjacentes, quando ocorrem enchente e inundação das margens e das várzeas ocupadas ao longo dos principais cursos d'água da bacia do Alto Tietê. Apesar dos investimentos que têm sido realizados ao longo dos últimos anos para aumentar a capacidade de vazão destes principais corpos d'água, a inundação das planícies fluviais urbanizadas continuará a ocorrer em razão do crescimento urbano da RMSP e da dinâmica natural das cheias e das grandes intervenções nos cursos d'água (canalização de rios e córregos) realizadas no passado (DAEE, 2009).

Os impactos atingem habitações, atividades industriais, comerciais e de serviços público e privado e o sistema de transporte urbano e rodoviário. A tendência de aumento da frota de veículos em circulação na RMSP e a expansão das vias em áreas de várzea para atender esse crescimento da demanda de tráfego tendem a aumentar o grau de veículos e pessoas expostas aos riscos de inundações.

4.3.2 Enchentes e inundações com alta energia de escoamento

As condições geomorfológicas e climáticas presentes em locais de relevo mais acidentado, principalmente nos compartimentos geomorfológicos de morros e morrotes nas regiões periféricas da RMSP, permitem a ocorrência de enchentes de alta energia de escoamento, ou seja, grande volume e velocidade das águas, em razão das altas declividades dos terrenos marginais das porções de cabeceira de drenagem em vales encaixados, deflagrados por elevados índices de pluviosidade instantânea em eventos localizados de chuva.

Enchentes desse tipo podem causar a destruição de edificações, de obras de infraestrutura urbana, danos materiais diversos e colocar em risco a integridade física das pessoas residentes em áreas ribeirinhas. Ocupações humanas diversas ao longo de cursos d'água sujeitos a enchentes desse tipo podem ser gravemente atingidas por eventos dessa natureza. A energia erosiva desses processos de enchentes tende a causar o assoreamento dos trechos de jusante nos cursos d'água, aumentando a condição de ocorrência de inundações.

4.3.3 Enxurradas com alto potencial de arraste

Na RMSP, mais notadamente na cidade de São Paulo, políticas públicas de canalização de córregos e construção de vias públicas em fundos de vale deram origem aos cenários de risco de processos de enxurradas ao longo dessas vias, em sub-bacias urbanizadas, em que ocorre a concentração das águas superficiais. Os processos de enxurradas acontecem tanto nas áreas consolidadas quanto nas áreas da periferia da região metropolitana e se caracterizam por grande poder de acumulação das águas superficiais e alto poder destrutivo e de arraste.

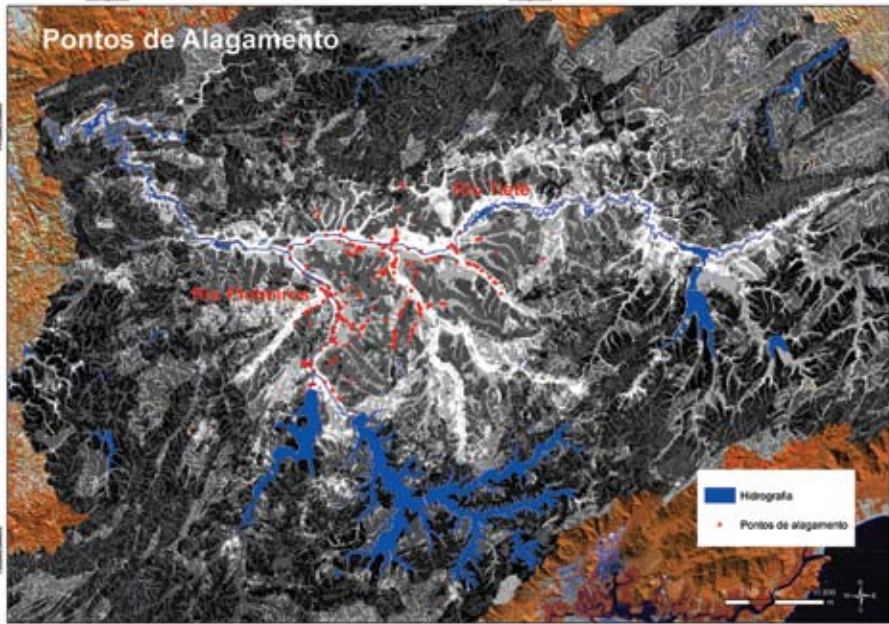
Cenários de risco hidrológico dessa natureza expõem as pessoas e seus bens a condições de alto risco. As maiores vulnerabilidades associadas a perdas humanas localizam-se nos bairros periféricos, enquanto as associadas a perdas econômicas e materiais se dão nos bairros consolidados. Escoamentos pluviais concentrados ao longo dos cursos d'água ou em vias públicas são responsáveis pela maior parte das mortes em eventos hidrológicos na RMSP, quando pessoas são levadas pela energia das águas.

4.3.4 Alagamentos

Processos de alagamentos localizados ocorrem de forma generalizada em diversos pontos da RMSP (figura 1), quando chove, principalmente por deficiências do sistema de drenagem urbano. Os alagamentos são geralmente acumulações rasas de lâminas de água que raramente penetram no interior das edificações e afetam geralmente as vias públicas, causando transtornos momentâneos para a circulação de pedestres e veículos.

FIGURA 1

Zonas suscetíveis a enchentes e inundações na planície fluvial do Alto Tietê



Fonte: Pontos de alagamento fornecidos pelo Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE), 2010.

4.3.5 Lixo lançado nos cursos d'água

Cerca de seis mil domicílios lançam o lixo diretamente nos cursos d'água na região metropolitana (PMSP, 1999b; DAEE, 2009), contribuindo para sua obstrução e assoreamento. Além disso, detritos sólidos são carregados pelas enxurradas, captados pela rede hidrográfica e carregados para os trechos de menores declividades, ou seja, para o leito dos rios onde são depositados.

Esses locais situam-se, em geral, no rio Tietê, com declividades acentuadamente mais baixas. Com o aumento de eventos com precipitações cada vez mais intensas, os reservatórios de retenção sofrerão sérios danos se não forem projetados com dispositivos que dificultem a entrada dos sedimentos de fundo e do lixo.

4.3.6 Escorregamentos de massa em encostas

As áreas de risco de escorregamentos por ocupação desordenada das encostas concentram-se principalmente nas áreas de expansão urbana recente, verificada principalmente nas últimas três décadas e associada à ocupação de terrenos geotecnica-mente mais suscetíveis a deslizamentos, nas regiões periféricas da Grande São Paulo.

Essas áreas localizam-se principalmente em terrenos situados em compartimentos geomorfológicos de rochas cristalinas na Morraria do Embu, as quais

circundam a bacia sedimentar de São Paulo, a oeste, a sul e a leste; e, ao Norte, no compartimento geomorfológico da Serrania de São Roque, de relevo mais montanhoso e cuja dinâmica de processos superficiais é bastante intensa (alta energia).

A cidade São Paulo tem aproximadamente 30% de sua população, ou seja, 2,7 milhões de pessoas vivendo em favelas, cortiços e habitações precárias, que ocupam quase generalizadamente áreas ilegais. Apenas em favelas, estima-se que seja 1,6 milhão de pessoas (ROSS, 2004). Concentrações significativas de áreas de risco de escorregamentos ocorrem principalmente nesses locais. Na zona sul, estes estão nas subprefeituras de Jardim Ângela, Capão Redondo e Campo Limpo.

Nessa região, estão concentradas mais de 50% das favelas em São Paulo. Nas outras regiões, as áreas de risco apresentam-se distribuídas, na zona oeste, nas subprefeituras do Butantã e de Jaguaré; na zona norte, nas subprefeituras de Perus, Jaraguá e Brasilândia; e na zona leste, nos bairros de Sapopemba, São Mateus e Itaquera.

Para se ter ideia, na zona norte estão concentradas 327 favelas, situadas em maior número em terrenos de alta declividade, antes ocupados por vegetação típica da Serra da Cantareira. Na zona leste, há também uma significativa concentração de favelas, em torno de 344 unidades. Muitas delas estão localizadas em áreas de risco de escorregamentos e em várzeas sujeitas a enchentes e inundações, como a favela Santa Rita de Cássia, na Penha.

Essas ocupações desconsideram as normas de parcelamento e uso do solo que regem a ocupação do território. A partir do fim da década de 1960, enquanto se esgotavam as terras mais próprias para a ocupação urbana (bacia sedimentar terciária), os arruamentos penetraram áreas de solos frágeis, de alta declividade e com condições impróprias para urbanização.

Do ponto de vista da abrangência territorial, em 1981 havia 3.567 loteamentos, ocupando 311,35 km² (31.147 hectares), envolvendo 1,2 milhão de lotes. Em 2000, os loteamentos irregulares ocuparam uma área de cerca de 339 mil km², correspondendo a 22% da área total do município de São Paulo (PMSP, 1999a).

Os demais municípios da RMSP que apresentam vulnerabilidade para acidentes de escorregamentos na bacia do Alto Tietê são: região norte – Guarulhos, Mairiporã, Caieiras, Francisco Morato e Franco da Rocha; região leste – Ferraz de Vasconcelos e Guararema; região sul – Mauá, São Bernardo do Campo, Santo André, Diadema, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Embu Guaçu e Jujutiba; e região oeste – Santana do Parnaíba, Osasco, Carapicuíba, Barueri, Itapevi, Jandira, Taboão da Serra, Embu, Itapeverica da Serra e Cotia.

Entre os acidentes naturais que ocorrem em território brasileiro, os associados aos escorregamentos são os que causam o maior número de mortes. Dados do levantamento sistemático realizado pelo Núcleo de Monitoramento de Riscos Geológicos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do estado de São Paulo, no período 1988-2009, mostram um total de 1.457 mortes por escorregamentos no Brasil. Desse total, 220 mortes ocorreram no estado, o segundo com maior número de vítimas desse tipo de acidentes, atrás apenas do Rio de Janeiro, com 509 vítimas fatais no período.

4.3.7 Eventos pluviométricos mais severos

Há uma clara correlação entre maior incidência histórica de eventos chuvosos, superiores a 100 mm, com os terrenos de topografia mais acidentada, o que pode ser explicado pela influência de elevações topográficas na geração das chuvas.

A análise das projeções climáticas para a RMSP mostra que a incidência de eventos severos, superiores a 100 mm, deverá ser maior em algumas regiões com concentração de áreas de risco de escorregamentos, enchentes e inundações, o que incrementará a condição de vulnerabilidade.

5 PROJEÇÕES PARA 2030

A análise de modelos da expansão territorial, estimada para a RMSP em 2030, mostra que os cenários de risco e as respectivas vulnerabilidades para processos da dinâmica superficial deflagrados por eventos meteorológicos intensos, como enchentes, inundações e escorregamentos de terra em encostas, deverão ficar piores. Tais estimativas são baseadas na expectativa de que um número cada vez maior de pessoas ocupará assentamentos de padrão construtivo precário em terrenos de várzea em grotões de drenagem e de encostas íngremes de morros nas periferias das cidades.

Nesse estudo, foi aplicado um modelo de paisagem que possibilitou identificar as áreas suscetíveis ao risco de enchentes, inundações e deslizamentos. O modelo denominado *Hand* gerado a partir de um modelo digital do terreno (MDT) apresenta os contrastes do terreno em termos fisiográficos, ressaltando as localidades potencialmente mais suscetíveis a esses riscos.

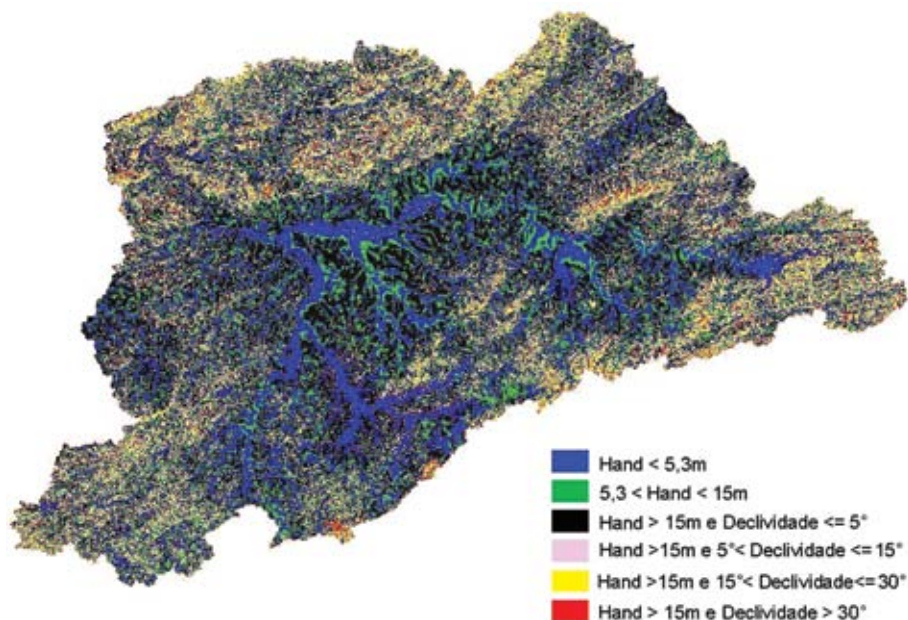
As áreas mais suscetíveis à inundação se referem basicamente a planície fluvial com baixa probabilidade de ultrapassar a cota *Hand* (altura relativa) de cinco metros. O modelo revela ainda que em áreas de elevada altitude ocorrem situações em que baixas alturas *Hand* – no entorno dos cursos de água – geram susceptibilidade a inundações.

Para o risco de deslizamento, foram consideradas categorias acima de 30° de declividade. A desestabilização das encostas por processos de escorregamento

está relacionada aos episódios de chuvas de alta intensidade e volume, geralmente deflagrados por eventos pluviométricos acima de 100 mm.

O modelo *Hand* (figura 2) foi fundamental para a identificação das áreas de vulnerabilidade tanto nas planícies como nas regiões mais íngremes, por meio da integração com dados de uso do solo e expansão urbana.

FIGURA 2
Modelo *Hand* aplicado na RMSP



5.1 A expansão da RMSP e a propagação das áreas de risco em 2030

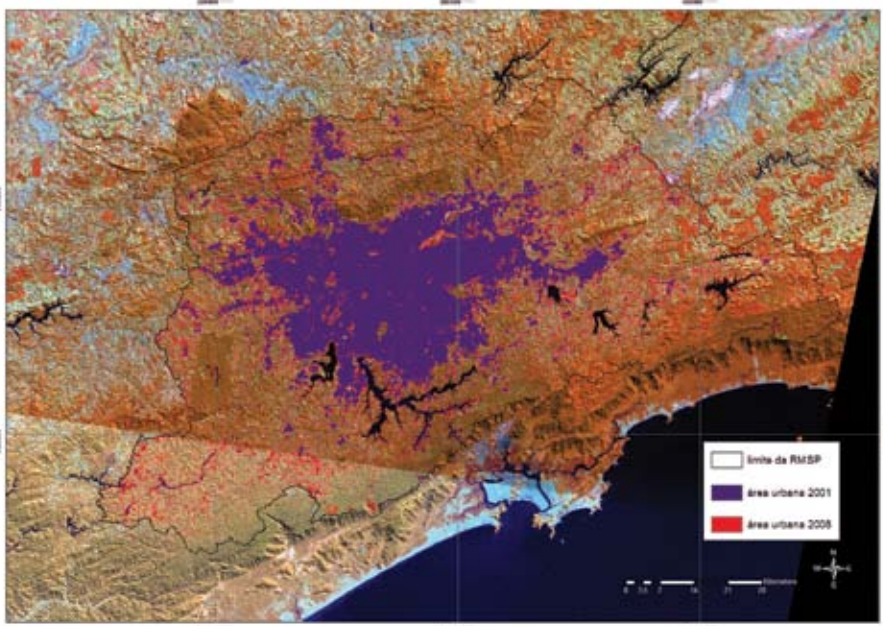
Na figura 3, verifica-se a extensão da mancha urbana na RMSP consolidada em 2001 (área em roxo). Por meio de técnicas de sensoriamento remoto, foram mapeados e comparados os anos 2001 e 2008, utilizando imagens do satélite Landsat ETM+ (órbita ponto 219-076). As áreas em vermelho se referem à expansão da mancha urbana em 2008.

Conforme já observado por Ross (2004), a mancha urbana da RMSP se estende por mais de 80 km no sentido leste – oeste e em torno de 40 km de norte a sul, sendo que 20 dos 39 municípios que a compõem têm suas áreas urbanas conurbadas, ou seja, constituem um contínuo urbano quase totalmente impermeabilizado na bacia do rio Tietê e de seus maiores afluentes de alto curso, os rios Pinheiros e Tamanduatéi.

A região onde essas alterações se fazem sentir mais intensamente, com índice de ocupação urbana superior a 80%, corresponde ao trecho da bacia nos rios Tietê e Pinheiros. O processo de urbanização, entretanto, já está desfigurando também o restante da bacia, avançando pelos tributários e ocupando também suas vertentes e cabeceiras.

Inundações e deslizamentos de terra devem atingir de forma generalizada toda a população metropolitana, entretanto deve afetar com maior intensidade e gravidade as pessoas ou famílias que vivem nos ambientes de maior risco, com destaque para a população localizada em favelas, das quais pelo menos um terço é anualmente atingida várias vezes pelos episódios de chuvas intensas.

FIGURA 3
Expansão da mancha urbana – 2001-2008



Fonte: Imagem do satélite Landsat 7TM+ (órbita ponto 219-076).

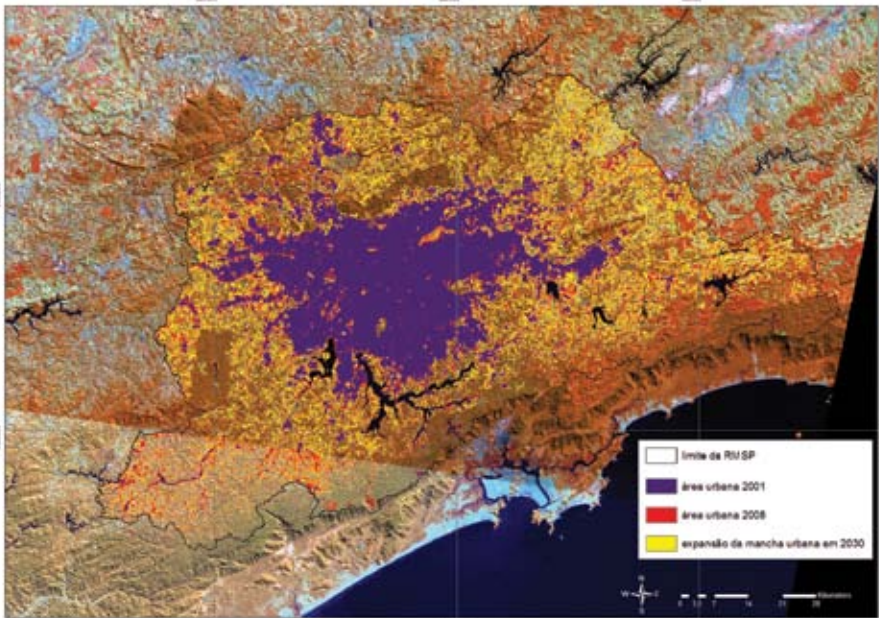
Na tentativa de visualizar esses desastres ambientais no futuro, foi gerado um modelo de expansão urbana para a RMSP em 2030, que permitiu identificar as possíveis áreas que seriam ocupadas no futuro (figura 4), caso o padrão de uso e ocupação do solo atual se perpetue sem nenhuma alteração e controle.

Esse modelo de expansão urbana foi integrado posteriormente com as classes de declividade do modelo *Hand*, visando identificar as áreas de risco no futuro.

Observa-se, por meio dessa simulação, que a ocupação se intensificará na periferia da RMSP exatamente como o padrão atual – e aqueles registrados historicamente. A tendência é que a mancha urbana atual do município de São Paulo sofra poucas alterações, mas, em contrapartida, as áreas do entorno serão ocupadas, exercendo forte pressão sobre os recursos naturais existentes.

Se esse processo de fato se concretizar, novas áreas de risco surgirão e a vulnerabilidade se intensificará tanto em relação a inundações como a deslizamentos. Supondo que a área projetada para 2030 sofrerá uma expansão de aproximadamente 38,7%, ou seja, contará com uma extensão total de 3.254,23 km², os riscos de enchente e inundação aumentarão significativamente. Nesse caso, mais de 20% da área total de expansão seria suscetível e poderia eventualmente ser afetada.

FIGURA 4
Expansão da mancha urbana da RMSP em 2030



Fonte: Imagem do satélite Landsat 7TM+ (órbita ponto 219-76).

Do mesmo modo, porém considerando as faixas de declividade mais acentuada (maiores que 15° e 30°) obtidas no modelo *Hand*, foram identificadas as áreas vulneráveis a deslizamentos em 2030. Aproximadamente 4,27% das áreas de expansão em 2030 poderão se constituir em novas áreas de risco de deslizamentos. Obviamente, o mapeamento revela que estas áreas estão localizadas principalmente em Serra da Cantareira, Serra do Mar e São Lourenço da Serra.

5.2 Medidas de adaptação na RMSP

A avaliação local e regional da vulnerabilidade às mudanças e às variações do clima indica que cada vez mais cedo medidas de adaptação em escalas apropriadas serão essenciais. No painel *Megacidades e Vulnerabilidades às Mudanças Climáticas*, foram discutidas algumas medidas de adaptação para o caso da RMSP.

Uma das medidas importantes é que os planos urbanísticos deixem de ser rígidos exclusivamente por decisões do setor imobiliário. Certamente, os ganhos desse setor podem ser ampliados com aumento do conforto urbano e ambiental. Se o conforto ambiental não fosse reconhecido na atualidade, os condomínios e os edifícios próximos de áreas verdes não seriam os mais procurados e valorizados.

Nessa perspectiva, deve-se considerar também a adaptação dos sistemas de transporte. As ferrovias são uma alternativa de significativa importância para redução do número de veículos do sistema viário – inclusive o transporte de cargas que atravessa São Paulo –, reduzindo a queima de combustíveis e a emissão de poluentes.

Nesse sentido, investimentos na ampliação das linhas de metrô e trens interurbanos deveriam ser mantidos, uma vez que transportam grandes quantidades de passageiros e reduzem o número de veículos em ruas e avenidas.

Percebe-se, porém, um avanço pequeno no aumento da participação das ferrovias na matriz de transportes brasileira. Um dos principais entraves a uma maior eficiência das operações ferroviárias são as distâncias médias percorridas, elevando os custos operacionais. Uma solução para conciliar as pequenas distâncias percorridas pelos trens brasileiros com a necessidade de redução de caminhões que circulam em São Paulo seria a implantação de sistemas de transporte intermodais, com a criação de entrepostos localizados em pontos estratégicos fora da RMSP. Aqueles situados nas rodovias estariam interligados às ferrovias, que por sua vez estariam conectadas aos principais portos e aeroportos.

Ainda com relação às medidas de adaptação, outro aspecto importante se refere ao balanço de água no solo ou balanço hídrico. A chuva e o orvalho dependem do clima da região – interação com a atmosfera –, enquanto as demais entradas no sistema hídrico dependem do tipo de solo, relevo e da presença de vegetação (TOMASELLA; ROSSATO, 2005). As intervenções urbanas resultantes da impermeabilização da superfície alteram as condições de circulação da água no interior do solo, provocando soerguimento ou rebaixamento do lençol freático (DAEE, 2009).

A intensificação dos processos de solubilização e lixiviação que provocam a destruição das estruturas do solo, decorrentes da mudança do regime hídrico, pode resultar em abatimentos da superfície. Esse fenômeno de larga ocorrência

no município de São Paulo tem onerado a manutenção da rede viária. As marginais do Tietê e de Pinheiros e as Avenidas 9 de Julho e dos Bandeirantes são alguns exemplos (DAEE, 2009).

Uma solução apresentada pela prefeitura para reduzir a taxa de impermeabilização do solo foi a implantação de parques lineares. Esses parques, além de representarem a expansão da área verde na cidade de São Paulo, contribuirão para melhorar a permeabilidade do solo, minimizando as enchentes, além de proteger os cursos d'água ainda não canalizados.

A Secretaria do Verde e do Meio Ambiente tem recursos do Fundo de Desenvolvimento Urbano (FUNDURB), da ordem de R\$ 38 milhões, para a implantação de cinco parques. Os recursos para a construção de outros seis parques também previstos pela secretaria devem ser obtidos por meio de compensações ambientais.

Na região do Alto Tietê, o governo do estado prevê a implantação de um extenso parque linear constituído de grandes piscinas que deverão funcionar como várzeas "naturais" recobertas por vegetação, aumentando a capacidade de retenção das águas no período de cheias. O projeto do parque inclui a recuperação de 3,8 milhões m² de matas ciliares do Tietê.

A preservação efetiva da área de preservação ambiental (APA) do Parque do Carmo é outra medida de adaptação extremamente importante. Trata-se de um conjunto de fragmentos de vegetação abrangendo praticamente toda a cabeceira do rio Aricanduva e de alguns de seus tributários (SILVA, 2010).

Outra questão seria a quantificação dos benefícios decorrentes das medidas de adaptação às mudanças climáticas, que parece ser alternativa extremamente necessária para a viabilização de ações. Recentemente, uma experiência deste tipo foi realizada pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE, 2009).

Em áreas de grande circulação de veículos, foram considerados os custos de interrupção ou atraso no tráfego causado pelas inundações. Devido à redução na velocidade média, em geral, triplicam-se os custos normais de operação dos veículos. Para veículos particulares, os valores variam de R\$ 0,26/km a R\$ 0,78/km. No caso de caminhões, de R\$ 1,50/km para R\$ 3,00/km (DAEE, 2009).

O tempo médio perdido por passageiros e motoristas durante interrupções de tráfego causadas pelas inundações corresponde a três horas e estima-se que corresponda a R\$ 6,00/h/passageiro (veículos particulares) e R\$ 2,00/h/passageiro (ônibus e caminhões) (DAEE, 2009).

O processo para adaptação às mudanças climáticas se inicia com a tomada de consciência do risco ambiental, tecnológico e social que se projeta no futuro.

Somente com uma população consciente desses riscos será possível o debate transparente e participativo sobre as alternativas para mitigá-los.

É fundamental construir o espaço de negociação capaz de envolver os setores públicos e privados, como também o terceiro setor, na construção de uma política metropolitana de enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas, que se manifeste em programas de curto, médio e longo prazos e que se concretize em projetos alternativos de uso e ocupação do território.

5.3 Diretrizes para o desenvolvimento sustentável na RMSP

É necessário iniciar um processo permanente de avaliação ambiental estratégica e constante monitoramento, que indique vias – ou meios – de desenvolvimento limpo/sustentável para a RMSP no século XXI. Nesse sentido, algumas diretrizes foram sugeridas.

Setor público

O poder público deverá estabelecer a obrigatoriedade de avaliação da dimensão climática nos processos decisórios referentes às políticas públicas, de forma a estabelecer:

- Ampliação da capacidade de observação sistemática e modelagem climática, geração de cenários climáticos futuros causados pelo aquecimento global e influência relativa do processo de urbanização.
- Implantação de uma rede de monitoramento climático na RMSP.
- Avaliação dos impactos das mudanças climáticas sobre a saúde humana, promovendo medidas para redução ou prevenção dos impactos.
- Formatação de um banco de dados climático, incorporando informações históricas – séries históricas – bem como registros a serem gerados pela rede de monitoramento da região.
- Desenvolvimento de estudos sobre “ilhas de calor urbano”, com auxílio de universidades e instituições envolvidas, para fins de planejamento urbano e regional, considerando a eficiência climática da região em diferentes períodos do ano.
- Estabelecimento de práticas visando promover a eficiência energética em todos os setores e regiões, incluindo a definição de padrões mínimos de eficiência energética para produtos e processos.
- Investimentos na melhoria dos sistemas de capacitação e aparelhamento para fiscalização e punição de atividades emissoras de GEE.

- Atração de investimentos para a implantação de projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) e de outros mecanismos internacionais do mercado de carbono.
- Análise, promoção e implementação de incentivos econômicos para setores produtivos que assumam compromissos de redução de emissões de GEE ou sua absorção por sumidouros – com a ampliação das áreas florestais remanescentes ou de reflorestamento e implementação de medidas efetivas para manutenção dos estoques de carbono.
- Implementação do Plano de Macrodrenagem da bacia do Alto Tietê, envolvendo todos os municípios da RMSP e a sociedade – com revisão e apresentação de custos comparativos judicialmente auditados entre as grandes obras de engenharia e a implantação de alternativas, por exemplo, de parques lineares.
- Aplicação de recursos vinculados destinados à pesquisa científica no estudo das causas e das consequências do aumento de temperatura e mudanças dos regimes hidrológicos, especialmente os extremos, na região, bem como em pesquisa tecnológica, visando à busca de alternativas para a redução da poluição atmosférica, dos corpos de água e do solo, e a elaboração de modelos hidrológicos, ou seja, estudos voltados à adaptação da sociedade às mudanças do clima.

Instrumentos de informação e gestão

- O Poder Executivo local deverá publicar um Plano de Ação Integrado para implementação de objetivos comuns – órgãos e setores da sociedade –, visando minimizar os impactos das mudanças climáticas, a ser elaborado pelas instituições técnicas responsáveis com a participação da sociedade civil, por meio de discussões em fóruns e plenárias.
- O Poder Executivo local deverá publicar também um documento de comunicação com informações sobre as medidas executadas para reduzir e permitir adaptação às mudanças climáticas, utilizando metodologias nacionais ou internacionalmente aceitas, devidamente adaptadas à realidade brasileira, quando couber.
- Os estudos necessários para a publicação do documento de comunicação deverão ser financiados com o apoio do Fundo Nacional de Mudanças Climáticas (FNMC), entre outros fundos públicos e privados criados por intermédio das discussões com a sociedade e especialistas da área. O Poder Executivo local deverá disponibilizar o inventário ao público geral.

Instrumentos de comando e controle

Reforçam-se alguns instrumentos propostos pelo DAEE (2009), em que, por meio de uma ação conjunta, DAEE, defesa civil e prefeituras municipais da região deverão criar instrumentos de restrição à impermeabilização das áreas urbanas, tais como:

- Coibir a construção de edifícios – novas construções – em áreas com declividade acentuada e de preservação permanente, por meio do controle de alvarás, licenças e embargos de obras, bem como oferecer incentivos fiscais para quem respeitar as regras de ocupação ao longo dos anos – redução progressiva do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).
- Introduzir nos regulamentos de outorga já existentes que caberia ao DAEE a proibição ou o embargo de obras civis que possam resultar em impactos sobre o regime de deflúvios superficiais na bacia.
- Implantar um sistema de alerta a enchentes, inundações e deslizamentos na bacia do Alto Tietê, envolvendo a população, a defesa civil e os órgãos competentes.

Instrumentos econômicos

- As Secretarias da Fazenda e Planejamento deverão proceder à quantificação dos benefícios decorrentes das medidas de adaptação às mudanças climáticas, uma vez que esta constitui uma alternativa extremamente necessária para a viabilização de ações.
- As questões relativas aos custos e aos benefícios decorrentes, por exemplo, da redução nos índices de doenças e mortalidade – causadas por inundações, deslizamentos e períodos de seca – e dos impactos positivos na paisagem – em função das melhorias, visando ao equilíbrio das condições climáticas – devem ser identificadas, quantificadas e amplamente divulgadas no orçamento participativo de cada município.
- A avaliação dos custos e dos benefícios deverá ser auditada, por órgão ou empresa especializada, que se responsabilizará judicialmente pelos resultados da auditoria. Uma das abordagens que deverão ser adotadas refere-se à quantificação dos danos evitados quanto aos aspectos de bens, propriedades, equipamentos, produção, paralisação do processo produtivo, atrasos nos deslocamentos, sobrecargas dos serviços públicos de saúde e salvamento hospitalares, emergências etc.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A RMSP se defronta com um enorme desafio, sendo que as consequências do desequilíbrio ambiental com o qual nos deparamos podem ser trágicas. Isto se

revela claramente diante de eventos extremos como enchentes, inundações e deslizamentos em períodos de chuvas intensas.

Na seção 4 deste capítulo, verificou-se que as alterações nos regimes hidrológicos e nos sistemas de drenagem urbana, bem como a poluição dos rios, somadas ao uso inadequado do solo e à impermeabilização da bacia do Alto Tietê, resultaram em uma das regiões metropolitanas mais afetadas por problemas de enchentes e inundações. Da mesma forma, verificou-se que o avanço sobre terrenos com declividade acentuada também tem provocado o aumento de riscos relativos aos deslizamentos de terra.

Como foi citado, estes vales se assemelham climatologicamente a grandes bacias aquecidas, produtoras de toneladas de poluentes originárias das indústrias e da circulação de veículos. Esta é uma questão estrutural que deverá persistir, pois resulta de sucessivas opções políticas progressas e vigentes. As projeções para 2030 mostram que novas áreas de risco surgirão e a vulnerabilidade se intensificará tanto em relação a enchentes e inundações como a deslizamentos, se o atual padrão de uso e ocupação do solo da região se propagar.

Dessa forma, as políticas que sustentam o parcelamento, o uso e a ocupação e as práticas urbanísticas que viabilizam estas ações têm papel fundamental na definição de metas que conduzam as cidades em direção a um desenvolvimento compatível com a disponibilidade de recursos e características naturais, que inclui o clima.

Os riscos e sua magnitude dependerão de severidade, frequência, distribuição e agentes deflagradores de eventos relativos ao clima; entretanto, como já evidenciado, a escala e a frequência com que os fenômenos climáticos se reproduzem ainda não foram definidas com precisão. As escalas dos modelos climáticos não são compatíveis com as escalas urbanas e as aproximações ainda não possibilitam precisar o número de eventos futuros.

São necessárias aproximações cada vez mais precisas, com a elaboração de modelos hidrológicos, a realização de medições meteorológicas contínuas, a comparação com séries históricas, entre outras ações. Desse modo, tal conhecimento poderia auxiliar o entendimento sobre a relação entre o agravamento dos problemas causados pelas mudanças climáticas e os padrões de expansão urbana que afetam, por exemplo, a ação de órgãos como defesa civil, prefeituras, DAEE, entre outros envolvidos.

Até o presente momento, estudos realizados sobre vulnerabilidade urbana têm sido incipientes; logo, se faz necessário o aprofundamento sobre o gerenciamento da forma urbana, ou seja, do processo de ocupação e produção dos espaços urbanos e sua eficiência climática, que contemplem o balanço entre as características da paisagem e as demandas locais. Nessa perspectiva, as medidas de adaptação analisadas

neste trabalho constituem uma oportunidade para repensar as formas de interação das atividades humanas com o ambiente.

A vulnerabilidade estudada na RMSP pode ser igualmente observada em outras megacidades brasileiras. Embora em essência as recomendações indicadas valham para outras regiões do país, o funcionamento dos sistemas urbanos é distinto e com diferentes níveis de interação com o ambiente e o clima local. Dessa forma, a promoção em escala nacional de estudos similares é crucial para capacitar as instituições públicas e privadas para o desenvolvimento de medidas de enfrentamento dos impactos e perigos das mudanças climáticas no espaço urbano brasileiro.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo 2005**. São Paulo, 2006 (Série Relatórios).

_____. **Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo 2009**. São Paulo, 2010. 290 p., il. color. (Série Relatórios).

CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J.; LYNN, S. W. Social Science Quarterly. **Southwestern Social Science Association**, v. 84, n. 2, 2003.

DENIG, S. (Org.). **Megacity challenges: a stakeholder perspective**. GlobeScan and MRC McLean Hazel. Siemens AG Corporate Communications (CC), Gareth Lofthouse, Economist Intelligence Unit. Toronto, Canadá, 2006.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). **Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê**, 2009.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). **Perfil Regional**. Assessoria de Gestão Estratégica da Secretaria de Economia e Planejamento. Unidade de Assessoria Econômica. Escritórios Regionais de Planejamento da Coordenadoria de Planejamento e Avaliação. Instituto Geográfico e Cartográfico, 2007. Atualização em abril de 2009.

GROSTEIN, M. D. **Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”**. **Perspectiva**, São Paulo, v. 15, n. 1, jan./mar. 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Primeiros dados do Censo 2010**. 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros_dados_divulgados/>.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.

MARENGO, J. A. *et al.* Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. **International Journal of Climatology**, v. 29, n. 15, p. 2241-2255, 2009.

MARTINE, G. **The State of World Population** (Ed.). ALEX MARSHALL. New York: UNFPA, 2007.

NOBRE, A. D. et al. Height above the nearest drainage: a hydrologically relevant new terrain model. **Journal of Hydrology**, v. 404, p. 13-29, 2011. No prelo.

OJIMA, R. Perspectivas para a adaptação frente às mudanças ambientais globais no contexto da urbanização brasileira: cenários para os estudos de população. *In*: HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. **População e mudanças climáticas: dimensões humanas das mudanças ambientais globais**. Brasília: Nepo/UNICAMP; UNFPA, 2009. p. 191-204.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO (PMSP). **Atlas Ambiental da Cidade de São Paulo**. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, 1999a. Revisado em 2000.

_____. (Coord.). RAMOS, C. L.; BARROS, M. T. L.; PALOS, J. C. F. **Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo**. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica/USP. São Paulo, abr. 1999b.

RENNÓ, C. D. et al. Hand, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 9, p. 339-358, 2008.

ROSS, J. L. São Paulo: a cidade e as águas. *In*: CARLOS, F.; OLIVEIRA, A. U. (Org.). **Geografia de São Paulo 2: a metrópole do séc. XXI**. São Paulo: Contexto, 2004.

SILVA, G. C. M. **Impactos, vulnerabilidades e opções de adaptação as mudanças do clima para a bacia do rio Aricanduva**. 2010. Dissertação (Mestrado) – FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

TOMASELLA J.; ROSSATO, L. **Balanço hídrico**. Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosférica. São Paulo: São José dos Campos, 2005 (Série **INPE-13140-PRE/8399**).

TRAVASSOS, L. **Revelando os rios: novos paradigmas para a intervenção em fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo**. 2010. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Procam, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

UNITED NATIONS. **United Nations Expert Group Meeting on Population Distribution, Urbanization, Internal Migration and Development**. New York: Economical and Social Affairs, 2008.

XIAOPEI, Y; DESHENG, X; XIAOYING, Y. **Urbanization research in China**: many opportunities and challenges. IHDP Update. International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP), Bonn, Germany: Ula Löw, 2006.

O DISCURSO DA JUSTIÇA CLIMÁTICA NO CONTEXTO BRASILEIRO: POSSIBILIDADES E PERSPECTIVAS

Bruno Milanez*
Igor Ferraz da Fonseca**

1 INTRODUÇÃO

O conceito de *justiça climática* surge como desdobramento do paradigma da *justiça ambiental* e da percepção de que os impactos das mudanças climáticas atingem de forma e intensidade diferentes grupos sociais distintos. Alguns casos de injustiça climática se relacionam aos efeitos de processos de desertificação, de eventos climáticos extremos – chuvas intensas, ondas de calor etc. –, do aumento do nível do mar, entre outros. O objetivo deste artigo é demonstrar que, apesar de eventos de injustiça climática já serem perceptíveis no Brasil, o discurso da justiça climática ainda não foi incorporado de forma consistente no país.

Para tanto, o capítulo está estruturado em seis seções, incluindo esta introdução. Na seção 2, é apresentado o paradigma da justiça ambiental e breve histórico de seu surgimento. Na seção 3, discorre-se sobre o conceito de justiça climática e descreve-se seu processo de construção. Na seção 4, por meio de pesquisa documental envolvendo os principais jornais de São Paulo (*Folha de S. Paulo*) e do Rio de Janeiro (*O Globo*), é estudado se houve ou não a incorporação do conceito de justiça climática na análise das causas de enchentes que ocorreram nessas cidades em dezembro de 2009 e abril de 2010.¹ Os resultados permitem argumentar que, no Brasil, os meios de comunicação, a sociedade em geral e as comunidades atingidas em particular ainda não associaram claramente episódios de injustiça ambiental, eventos climáticos extremos e mudanças climáticas. A seção 5 apresenta algumas primeiras iniciativas que buscam discutir a relação entre esses elementos no contexto brasileiro. Por fim, na seção 6, defendemos que a estratégia de incorporar o debate sobre justiça climática às demandas sociais das comunidades atingidas pode trazer uma série de benefícios para elas e para a sociedade brasileira em geral.

* Professor adjunto da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia (Diest) do Ipea.

1. Tendo em vista o período em que foi realizada a pesquisa, não foi possível incluir na análise as enchentes que atingiram a região serrana do Rio de Janeiro em janeiro de 2011. Entretanto, como apontado na conclusão deste capítulo, a forma como a prevenção e as políticas públicas brasileiras trataram tal episódio reforça o argumento e as conclusões apresentadas neste estudo.

2 O MOVIMENTO POR JUSTIÇA AMBIENTAL

O conceito de justiça ambiental foi proposto como alternativa ao que Bullard (2004) chamou de paradigma da *proteção ambiental gerencial*. Tal paradigma, considerado dominante por autores da justiça ambiental, define os problemas ambientais a partir da escassez de recursos naturais e da poluição do meio ambiente. Na visão gerencial, todos os seres humanos seriam igualmente responsáveis pelo consumo dos recursos e pela destruição da natureza e seriam afetados indistintamente pela contaminação ambiental (ACSELRAD; MELLO; BEZERRA, 2009).

Opondo-se a essa visão, os propositores da justiça ambiental argumentam que grupos sociais distintos têm responsabilidade diferenciada sobre o consumo dos recursos naturais e, mais ainda, que a desigualdade social define o grau de exposição dos grupos sociais aos riscos ambientais (ACSELRAD, 2004). Sendo assim, eles partem do pressuposto de que grupos vulneráveis seriam excluídos do processo de formulação de políticas e que, portanto, seriam prejudicados no momento da tomada de decisão em questões ambientais (IKEME, 2003).

Dessa forma, segundo a ativista afro-americana Florence Robinson (*apud* ROBERTS; TOFFOLON-WEISS, 2004, p. 83), “uma injustiça ambiental ocorre quando uma pessoa ou as pessoas (...) são atingidas por uma carga ambiental em nome do alegado bem-estar dessa sociedade, mas que o resto da sociedade não suporta”. Conforme resumido por Ikeme (2003), tendo por base que todas as pessoas têm direitos iguais, as demandas por justiça ambiental buscariam remediar injustiças existentes ou iminentes na distribuição dos benefícios e dos prejuízos ambientais, bem como eliminar condições e decisões que fossem parciais ou injustas.

Para tanto, o paradigma da justiça ambiental propõe que as políticas públicas, as estratégias de redução de risco e a construção de infraestrutura devem ser orientadas a partir de uma abordagem holística, preventiva e geograficamente orientada, que tenha como base a participação social, o empoderamento das comunidades, a cooperação intersetorial e interinstitucional e a colaboração entre os setores público e privado (BULLARD, 2004).

A justiça ambiental se orienta a partir de alguns princípios gerais. Em primeiro lugar, esta se opõe à política de exportação do risco e da poluição. Em vez de adotar o princípio de “não no meu quintal” (*not in my backyard*, ou Nimby, em inglês), que é utilizado por alguns movimentos locais nas lutas contra a construção de instalações poluidoras, os defensores da justiça ambiental defendem que tais operações não sejam colocadas no quintal de ninguém (*not in anybody's backyard*, Niaby). A partir dessa premissa, segundo eles, a poluição não poderia ser deslocada para outras comunidades, o que geraria maior empenho por parte dos responsáveis por tais danos ambientais a eliminar suas fontes, estimulando a mudança do modelo de produção, consumo e uso de recursos naturais. Ainda nesse sentido,

defendem a construção de canais de comunicação com organizações de trabalhadores das indústrias poluentes para que sejam negociadas estratégias de transição justa, em que as mudanças ocorram de forma gradual, sem causar grave desemprego nesses setores (ACSELRAD; MELLO; BEZERRA, 2009).

Essas propostas vêm sendo geradas e amadurecidas ao longo de quase meio século de debate. O movimento por justiça ambiental teve suas origens nos Estados Unidos, sendo sua constituição associada às lutas contra contaminação química e pelo saneamento adequado que ocorreram nos anos 1960. Este movimento é associado às primeiras críticas à configuração locacional de fontes de contaminação e à sua proximidade com comunidades específicas. Este debate foi amadurecido na década de 1970, pela aproximação entre sindicatos, organizações ambientalistas e grupos de minorias étnicas que pretendiam discutir questões ambientais no contexto urbano. Entretanto, foi em 1982 que a luta contra a implantação de um aterro industrial para receber bifenil policlorado (hidrocarboneto halogenado com alto potencial de concentração na cadeia alimentar e com efeitos tóxicos sobre a reprodução de seres humanos) no condado de Warren, na Carolina do Norte, chamou atenção da opinião pública para a questão da localização de empreendimentos poluidores. Cinco anos mais tarde, uma pesquisa organizada por movimentos sociais concluiu que a variável racial era a componente que, nos Estados Unidos, melhor explicava a localização de aterros para resíduos perigosos. Este estudo levou a uma ampliação do debate sobre as relações entre poluição, raça e pobreza e, em 1991, quando ocorreu a I Cúpula Nacional de Lideranças Ambientistas de Povos de Cor, foram aprovados os princípios da justiça ambiental (ACSELRAD, 2004; BULLARD, 2004).

Sendo assim, o conceito de justiça ambiental surgiu nos Estados Unidos intimamente ligado a questões de raça e etnia. Conforme argumentam Roberts e Toffolon-Weis (2004), as reivindicações relativas à injustiça ambiental foram, então, apresentadas de acordo com quem deveria ser mobilizado. Por um lado, a ideia de *racismo ambiental* foi sendo utilizada para mobilizar grupos de minorias étnicas, tais como negros e indígenas. Por outro lado, o termo justiça ambiental foi mais usado em contextos onde havia público mais amplo e heterogêneo a ser engajado.

O desenvolvimento do movimento por justiça ambiental no Brasil, por sua vez, é mais recente. Este se iniciou em 1998, quando representantes estadunidenses participaram do Encontro com a Justiça Ambiental, organizado por organizações não governamentais (ONGs), pesquisadores universitários e sindicalistas brasileiros; evento, porém, de pequena repercussão. Três anos mais tarde, foi realizado o Colóquio Internacional sobre Justiça Ambiental, Trabalho e Cidadania, envolvendo público mais amplo, que resultou na formação da Rede Brasileira de Justiça Ambiental (RBJA) (ACSELRAD; MELLO; BEZERRA, 2009).

A RBJA constitui-se em um fórum de discussão e articulação política formado por movimentos sociais, sindicatos, entidades ambientalistas, organizações de grupos étnicos, além de pesquisadores e universitários. Entre seus objetivos, a RBJA se propõe a desenvolver ações coletivas de enfrentamento a situações de injustiça ambiental, promover a troca de experiências entre os grupos que vivem lutas ambientais e articular pesquisadores a desenvolver estudos que contribuam para promover a justiça ambiental no Brasil (RBJA, 2010).

3 O MOVIMENTO POR JUSTIÇA CLIMÁTICA

A vulnerabilidade dos grupos menos favorecidos no tocante aos impactos das mudanças climáticas também está presente no debate sobre justiça ambiental. Sob a denominação de justiça climática, tal conceito é utilizado para se referir a disparidades em termos de impactos sofridos e responsabilidades no que tange aos efeitos e às causas das mudanças do clima. A percepção sobre a desigualdade de impactos no que se refere aos impactos das mudanças climáticas, que se fortalece em amplos estudos sobre alterações no clima (IPCC, 2001, 2007b), é catalisadora do movimento internacional por justiça climática. Este movimento parte do princípio de que aqueles que são os menos responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE) serão aqueles que mais sofrerão com os impactos das mudanças climáticas. Para tentar minimizar esses problemas, eles propõem que sejam colocadas em prática iniciativas e políticas que busquem tratar das dimensões éticas de direitos humanos das mudanças climáticas de forma a reduzir a vulnerabilidade de grupos sociais desproporcionalmente afetados pelas mudanças do clima (EBI, 2009; ROBERTS; PARKS, 2009; SHEPARD; CORBIN-MARK, 2009; TYREE; GREENLEAF, 2009). De acordo com Saunders (2008), o movimento por justiça climática é singular, porque representa a primeira vez em que grandes organizações com histórico de atuação não relacionado às questões ambientais se envolveram com uma questão ambiental específica.

A metáfora da *nave espacial* proposta por Boulding (1966) afirma que os impactos ambientais em um planeta finito atingem a todos os seus habitantes, pois, como *tripulantes* da mesma nave, a humanidade utiliza os mesmos recursos e espaço, que são limitados. Seguindo a visão da proteção ambiental gerencial, tal metáfora poderia ser adaptada à questão das mudanças climáticas globais. Sob tal perspectiva, independentemente do país ou do território onde uma atividade produtora de gases de efeito estufa ocorra, tanto aquela localidade quanto outras localidades mais ou menos distantes do ponto focal da atividade sofreriam os impactos oriundos das mudanças do clima, pois a dinâmica climática não reconhece fronteiras ou divisas fixadas pela espécie humana.

Contudo, embora os impactos da mudança do clima afetem a todos, a intensidade desses impactos e a capacidade dos indivíduos e dos grupos sociais em lidar com as consequências de tais mudanças são diferenciadas. As raízes desta diferenciação podem ter ligação com o território no qual tais grupos habitam, ou com o impacto específico na dinâmica de um dado recurso natural utilizado por um grupo e não por outros. Não obstante, existe um fator que gera e/ou acentua desigualdades entre grupos e classes sociais no que tange à sua resiliência² aos impactos das alterações no clima, tais como condições precárias de acesso à renda e a serviços básicos de cidadania (saúde, segurança, educação e infraestrutura em geral).

Grupos sociais em maior vulnerabilidade socioeconômica frequentemente são também mais vulneráveis a eventos tais como enchentes, secas prolongadas, falta de disponibilidade hídrica e variação na quantidade e no preço dos alimentos. Estes eventos estão sendo intensificados com o advento das mudanças do clima e tendem a ser cada vez mais frequentes e intensos à medida que essas mudanças se acentuem.

Embora os eventos extremos acarretados ou intensificados pelo aquecimento global também afetem as camadas mais ricas da população, estas possuem condições materiais capazes de promover alternativas de adaptação e resistência a seus impactos. Capacidade de promover a execução de obras de infraestrutura, maior renda para enfrentar a provável escassez e consequente aumento de preços dos recursos naturais e dos alimentos, bem como maior acesso à tecnologia e à assistência à saúde são fatores que tornam aqueles grupos com maior renda menos vulneráveis às mudanças climáticas do que os grupos com menor índice socioeconômico. Recuperando a metáfora anteriormente citada da *nave espacial* no contexto das mudanças climáticas, a tripulação da nave passa a ser composta por passageiros de primeira e terceira classes, além daqueles que viajam no compartimento de carga (BURSZTYN, 1995).

A diferença no nível de vulnerabilidade encontrada entre grupos sociais de um mesmo país também tem contrapartida no âmbito internacional. Existem países mais ou menos vulneráveis às mudanças climáticas, uma vez que alguns modelos do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) apontam que as piores consequências das mudanças climáticas devem acontecer em países da América Latina, da África e do sul da Ásia (IPCC, 2007a). Esta diferença é intensificada por questões materiais – como renda para a promoção de ações para reduzir

2. O conceito de *resiliência*, quando aplicado aos sistemas sociais, refere-se aos recursos e às habilidades empregados pelos grupos sociais que permitam resistir a distúrbios internos à sua estrutura social. Tais distúrbios podem ser de caráter político, social, econômico ou ambiental (FOLKE, 2006).

a vulnerabilidade –, mas também tem relação com dimensões institucionais e de governança – como a capacidade do sistema político em implementar políticas públicas adequadas e com garantia de acesso a todos (BROOKS; ADGER; KELLY, 2005; EBI, 2009; ENGLE; LEMOS, 2010; TWOMLOW *et al.*, 2008). Hoje, é exatamente na esfera internacional que os movimentos por justiça climática têm sido mais ativos.

Nos encontros da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC),³ o debate sobre justiça climática tem se dado principalmente no enfrentamento de posições entre os países do sul e os do norte. Dessa forma, de um lado, colocam-se os países ricos, responsáveis pela maior parte das emissões históricas de GEE, sob menor risco dos impactos das mudanças climáticas e com maior capacidade de se adaptar a tais mudanças. De outro lado, os países do sul encontram-se em situação diametralmente oposta: historicamente são os que têm menor responsabilidade pela emissão de gases de efeito estufa, estão em risco de sofrer os impactos mais intensos do aquecimento global, apresentam alto grau de vulnerabilidade e ainda possuem limitada capacidade de se proteger de tais impactos (IKEME, 2003).

Em tal contexto, modelos climáticos estimam que as piores secas devem ocorrer na África Subsaariana, o aumento do nível do mar deverá atingir de forma mais drástica as ilhas do pacífico, Bangladesh e o delta do Nilo, e os furacões mais frequentes atingirão especialmente América Central, Caribe, Ásia e África (ROBERTS, 2009). Além disso, o aumento dos eventos climáticos extremos, em particular mudanças do regime das chuvas, deverá ampliar a quantidade de vetores de doenças transmissíveis nos países do sul, intensificando os efeitos negativos sobre a saúde dessas populações (EBI, 2009).

Nesse contexto de desigualdades, Ikeme (2003) argumenta que os diferentes grupos de países estariam adotando duas perspectivas bastante diferentes na definição dos problemas e na proposição de ações para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. De um lado, os países do sul buscariam focar o debate na distribuição dos impactos, das responsabilidades e dos custos. Dessa forma, eles argumentam que emissões históricas deveriam ter papel fundamental na definição de responsabilidades presentes – corretivas ou compensatórias –, que o direito de emissão deveria ser proporcional à população e que os processos de decisão deveriam ser baseados em modelos inclusivos que permitissem a colaboração e a participação de todas as partes interessadas. Por outro lado, os países do norte estariam buscando fundamentalmente as estratégias consideradas economicamente eficientes para minimizar os problemas ambientais, e não a distribuição social e historicamente justa dos custos desta redução

3. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

dos problemas. Para tanto, eles propõem uma redução mais homogênea das emissões com base nas oportunidades de abatimento e na habilidade de pagar.

Ademais, os movimentos por justiça climática vêm questionando a forma pela qual os instrumentos internacionais relacionados à questão climática vêm sendo colocados em prática. Com relação ao mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), os defensores da justiça climática apresentam uma série de críticas. Primeiramente, afirmam que, por sempre buscar a tecnologia mais barata e com maior potencial de redução de emissões, os projetos de MDL não levam em conta os impactos socioambientais não relacionados estritamente aos gases de efeito estufa – tais como os impactos sociais, culturais e ecossistêmicos. Além disso, o MDL não questionaria quais interesses e grupos sociais e econômicos estão sendo beneficiados com os créditos de carbono. Também não há questionamentos para garantir que os cortes nas emissões por MDL irão promover trajetória consistente na busca por um modelo social, econômico e ambientalmente justo.

Por outro lado, o sistema de MDL fortaleceria o paradigma dos projetos de desenvolvimento tradicionais, baseado na transferência de tecnologia dos países do norte para os países do sul, em vez de estimular o desenvolvimento de tecnologias ou modos de vida adaptados endogenamente, baseados em elementos tradicionais e históricos presentes na cosmologia dos habitantes dos países do sul. Além disso, há grupos que criticam o sistema de MDL por ele não aceitar a opção de pagar pela não extração de petróleo ou pela não destruição das florestas, formas também consideradas eficazes para evitar a concentração de carbono na atmosfera. A princípio, iniciativas desta natureza estariam presentes em instrumentos como o pagamento por redução de emissões por desmatamento e degradação (REDD), todavia grupos indígenas ligados ao movimento da justiça climática vêm questionando a forma como tais projetos estão sendo implementados e exigindo que acordos de proteção aos direitos humanos, como a Declaração das Nações Unidas sobre os Direitos dos Povos Indígenas e a Consulta Livre, Prévia e Informada, prevista na Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), sejam levados em consideração. Por fim, os movimentos ligados à justiça climática questionam o fato de a maior parte dos financiamentos de MDL irem para países em níveis intermediários de desenvolvimento, como China, Brasil, Índia, Chile e México, e de não se garantir que haja quantidade mínima de recursos direcionada para os países mais pobres (LARREA; WARNARS, 2009; LOHMANN, 2008; MCMICHAEL, 2009).

Além de criticar a desigualdade nos impactos das mudanças climáticas e as formas como a questão vem sendo gerenciada pelos fóruns internacionais, os movimentos por justiça climática ainda questionam o sistema de comércio internacional e, por vezes, o próprio sistema de produção capitalista em si, que não parece estar sendo capaz de lidar com a dinâmica de responsabilidades e impactos do aquecimento global de forma equitativa e justa (STORM, 2009).

Nessa perspectiva, tais movimentos se aproximam do pensamento das trocas ecológicas desiguais (*ecologically unequal exchange*), ao argumentar que o aumento desproporcional no fluxo de materiais e energia dos países do sul para o norte é acompanhado por transferência de emissões do norte para o sul. Dessa forma, a intensificação do comércio internacional estaria permitindo que os países do norte conseguissem alcançar falsa economia de baixo carbono por meio do deslocamento de suas emissões para os países do sul, como no caso da transferência da fase quente da produção siderúrgica – isto é, produção de ferro-gusa e aço semiacabado – para países do sul (BÜHLER, 2007; MARTÍNEZ-ALIER, 2007; ROBERTS; PARKS, 2009).

Como forma de superar essas limitações, o movimento internacional por justiça climática propõe drástica mudança na forma como estão sendo promovidas as negociações sobre as mudanças do clima. Este movimento defende a implementação de políticas que garantam a redução significativa e qualificada das emissões de carbono; a proteção prioritária das comunidades mais vulneráveis; a diminuição dos poluentes atmosféricos que intensificam os problemas de saúde pública; e a criação de estratégias de transição justa para uma economia verde que permita o treinamento e a readequação dos trabalhadores das indústrias intensivas em carbono (SHEPARD; CORBIN-MARK, 2009). Nesse sentido, o movimento por justiça climática propõe a ideia de que as mudanças do clima, mais do que uma questão de cunho ambiental e climático, são um problema de direitos humanos (ROBERTS; PARKS, 2009; SAUNDERS, 2008).

4 A PERCEPÇÃO DOS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS NO BRASIL

Conforme apontado por diferentes autores (IKEME, 2003; ROBERTS, 2009; SAUNDERS, 2008), até o momento movimentos sociais vêm utilizando o discurso da justiça climática de forma mais enfática no âmbito internacional. Nesta arena, os defensores da justiça climática vêm denunciando que os cenários apresentados indicam que os países periféricos irão arcar com os maiores impactos das mudanças climáticas, tendo em vista seu estado de vulnerabilidade, enquanto os países centrais tenderão a se adaptar mais facilmente ao novo contexto climático. Em paralelo a este debate, identificamos que potenciais eventos de injustiça climática já podem estar se materializando no Brasil, embora ainda não percebidos como tal.

Ainda que não se possa afirmar com certeza que as enchentes e os deslizamentos que vêm ocorrendo nos grandes centros urbanos do país já são consequência das mudanças climáticas, segundo as previsões do IPCC, estes eventos extremos devem se tornar cada vez mais frequentes nas regiões Sul e Sudeste. No caso do Sul, espera-se que o clima fique entre 5% e 10% mais chuvoso e, no Sudeste, a expectativa é de que as chuvas se tornem mais inten-

sas (CEDEPLAR/UFMG; FIOCRUZ, 2009). Nos últimos anos, importantes cidades passaram por experiências de eventos extremos, como São Paulo (2009) e Rio de Janeiro (2010). Entre os efeitos de tais eventos está a morte de centenas de pessoas, em sua maioria grupos vulneráveis que habitavam áreas de risco e cujo padrão de consumo contribuía de forma muito limitada para o aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Embora esse quadro caracterize situações de injustiça climática, o discurso pouco foi associado a estes eventos.

Como aproximação da percepção social sobre as causas desses dois eventos, analisou-se o conteúdo das matérias sobre os acontecimentos dos principais jornais dessas cidades. Para ambos os casos, foi feita a leitura dos artigos que tratavam das enchentes vinculados nos dois principais jornais locais – *Folha de S.Paulo* e *O Globo* –, buscando-se identificar associações e quais seriam as explicações das potenciais causas das enchentes e dos deslizamentos. A metodologia de pesquisa considerou o período que se iniciava no dia da primeira inundação e se estendia até uma semana após seu término. Usando esse método, foram feitas análises da *Folha de S.Paulo* para o intervalo entre 2 e 19 de dezembro de 2009 e de *O Globo* no período entre 5 e 15 de abril de 2010.

As tabelas 1 e 2 apresentam uma caracterização das causas que ambos os jornais associaram às enchentes e aos deslizamentos. Caracterizou-se como “engenharia” as questões associadas a falhas nos sistemas de drenagem, bombas hidráulicas ou uso de concreto e asfalto na impermeabilização do solo. O item “uso do solo” diz respeito à ocupação de áreas de risco, fossem estas encostas, áreas alagáveis e áreas consideradas impróprias para a construção de habitações. A classificação “gestão urbana” foi usada para descrever os textos que mencionavam problemas de limpeza urbana, dragagem de canais e demais falhas em serviços públicos de caráter rotineiro. Como “fatores climáticos – exceto mudanças climáticas” foram consideradas as menções a chuvas acima das médias e a fenômenos como El Niño ou La Niña. Por fim, foram incluídas sob o título de “mudanças climáticas” as matérias que explicitamente faziam referência a este processo.

Para essa tipologia, foi considerada somente a possível causa dos fenômenos, mas não foi feita a distinção sobre o agente a quem era atribuída a responsabilidade pelo evento. Por exemplo, em “uso do solo” foram incluídos tanto os artigos que “culpavam” os moradores que “decidiam” morar em áreas de risco, quanto os textos que associavam a responsabilidade ao poder público, que “deixava” ou “incentivava” as pessoas a morar em tais locais.

TABELA 1
Principais causas associadas às enchentes de São Paulo, segundo a *Folha de S.Paulo*

Temas	Artigo	Editorial/opinião	Total
Engenharia	16	4	20
Fatores climáticos – exceto mudanças climáticas	4	0	4
Gestão urbana	8	3	11
Mudanças climáticas	1	0	1
Uso do solo	10	9	19
Total	39	16	55

Fonte: *Folha de S.Paulo* (2009).

Conforme pode ser verificado na tabela 1, considerando as 55 menções feitas a possíveis causas das inundações e dos deslizamentos, houve predominância da associação desses eventos com problemas de engenharia (33%) e uso do solo (18%). Separando os textos em artigos e editoriais/opinião, percebe-se certa diferença no foco; enquanto os artigos descritivos tenderam a focar em questões de engenharia, os textos mais analíticos abordaram com maior frequência problemas de uso do solo. O tema climático foi pouco trabalhado no caso de São Paulo e a questão das mudanças climáticas obteve apenas uma referência. O distanciamento entre o debate sobre as tragédias causadas pela chuva e a discussão sobre clima parece ser considerável, uma vez que nem mesmo a realização da Conferência das Partes (COP 15) em Copenhague – que ocorreu quase simultaneamente às enchentes de São Paulo, entre os dias 7 e 18 de dezembro –, em que muito se falou sobre justiça climática, chegou a influenciar os artigos sobre as chuvas em São Paulo.

A tabela 2, por sua vez, apresenta um resumo de como as chuvas de abril de 2010 no Rio de Janeiro foram tratadas pelo jornal *O Globo*. Diferentemente da abordagem utilizada em São Paulo, no caso do Rio de Janeiro, a maior parte das “explicações” das enchentes e dos deslizamentos foi associada a problemas do uso do solo (57%). Esta abordagem foi mantida tanto nos artigos quanto nos textos de editorial/opinião. Da mesma forma que em São Paulo, poucas foram as menções a fatores climáticos em geral e às mudanças climáticas especificamente (3,6%).

No caso do Rio de Janeiro, nos três primeiros dias após a inundações, as explicações se concentraram nos fatores climáticos, nas questões de engenharia e nos problemas de gestão urbana. A partir do terceiro dia (7 de abril), quando ocorreram os deslizamentos no Morro do Bumba em Niterói, a questão da ocupação do solo ganhou destaque. A mudança de foco na explicação das causas do fenômeno deve ter ocorrido principalmente porque as habitações do Morro do Bumba foram construídas em área irregular e sobre um lixão desativado. Com relação aos editoriais, dois mencionaram as mudanças climáticas, sendo um deles de um membro da Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro que,

inclusive, tratava de questões de vulnerabilidade social e desigualdades nos impactos sofridos por classes sociais distintas.

TABELA 2
Principais causas associadas às enchentes do Rio de Janeiro, segundo *O Globo*

Temas	Artigo	Editorial/opinião	Total
Engenharia	9	2	11
Fatores climáticos – exceto mudanças climáticas	4	0	4
Gestão urbana	5	1	6
Mudanças climáticas	0	2	2
Uso do solo	25	6	31
Total	43	11	54

Fonte: *O Globo* (2010).

A despeito desse editorial isolado, a análise mostra que há baixa frequência do tema mudanças climáticas nos artigos sobre esses eventos. Uma vez que os impactos das enchentes e dos deslizamentos ocorridos nesses dois períodos podem ser considerados como exemplos concretos de injustiça ambiental, é possível sugerir que o conceito de justiça climática, na interpretação de eventos climáticos extremos e vulnerabilidade social, ainda não foi incorporado pela sociedade brasileira.

5 VULNERABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL: UM DIÁLOGO EM CONSTRUÇÃO

Ainda que os resultados da pesquisa documental não tenham revelado a presença do conceito de justiça climática na explicação de eventos climáticos extremos, existem alguns indícios de que a relação entre vulnerabilidade socioambiental e mudanças climáticas vem sendo questionada por alguns grupos específicos no Brasil. Apresentaremos alguns exemplos a seguir.

Com o espírito de relacionar mudanças climáticas e a realidade das cidades no Brasil, um projeto intitulado *!sso não é normal* apresenta um portal na internet que, com conteúdo multimídia, questiona a relação entre mudanças climáticas e qualidade de vida urbana em São Paulo (O ESTADO DE S.PAULO, 2010). O projeto menciona as diferentes faces que os impactos das mudanças climáticas podem ter em São Paulo, incluindo variação brusca de temperaturas, aumento da intensidade das chuvas e maior chance de epidemias. Entretanto, o projeto sugere que todos os paulistanos serão igualmente afetados e não distingue aqueles que são mais vulneráveis. O mesmo projeto também trata da situação de vulnerabilidade em que se encontra o estado de Santa Catarina, um dos que mais sofreu com eventos climáticos extremos nos últimos anos.

No primeiro semestre de 2010, uma rede de instituições de pesquisa composta por Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade de São Paulo (USP), Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) e Universidade Estadual Paulista (UNESP) lançou um relatório de pesquisa sobre a vulnerabilidade das megacidades brasileiras às mudanças climáticas, com foco na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (NOBRE *et al.*, 2010).⁴ Este estudo indica que, caso a temperatura na região se eleve entre 2°C e 3°C, o número de chuvas intensas (acima de 10 mm) poderá dobrar na cidade de São Paulo e as chuvas acima de 50 mm, inexistentes antes da década de 1950, deverão ocorrer de duas a cinco vezes por ano. Como consequência, inundações serão cada vez mais frequentes e abarcarão uma área cada vez maior na capital paulista. Diferente do projeto de *O Estado de S.Paulo*, porém, o estudo alerta que, somente na cidade de São Paulo, há cerca de 1,6 milhão de pessoas morando em favelas, concentradas principalmente em áreas de risco de escorregamento ou inundações, pessoas estas que sofrerão os impactos mais intensos do aumento na intensidade das chuvas.

Embora essas duas iniciativas apresentadas se proponham a fazer a relação entre mudanças climáticas e vulnerabilidade, elemento essencial para a incorporação do conceito de justiça climática, argumentamos que essa incorporação ainda não foi promovida. Em primeiro lugar, e como descrito na seção 4, essas duas iniciativas destoam do *mainstream* dos meios de mídia que procuram explicar tais eventos. Em segundo lugar, o conceito de justiça climática não é expressamente mencionado nestes dois casos. Por último, embora a relação entre mudanças do clima e vulnerabilidade seja a tônica, estas iniciativas não aderem às premissas básicas do movimento por justiça climática, notadamente ao questionamento estrutural do modelo de desenvolvimento desigual nas sociedades modernas.

Entretanto, esse questionamento do modelo de desenvolvimento está presente em uma iniciativa que incorpora expressamente o conceito de justiça climática. Trata-se de uma série de cinco programas de rádio, com o título *Justiça ambiental e clima*, realizada pela RBJA, em junho de 2010. Nestes programas, é questionado o modelo de desenvolvimento dominante em suas premissas básicas, focando na incapacidade deste modelo em promover a equidade social. Tal incapacidade é geradora da contradição entre os maiores responsáveis pelo aquecimento do clima e aqueles que sofrem seus impactos. Apesar dessa louvável iniciativa, o discurso sobre justiça climática continua ocupando lugar marginal no campo que procura explicar as causas dos eventos climáticos extremos.

4. Um resumo deste estudo é apresentado no capítulo 13 desta publicação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS: PELA INCORPORAÇÃO DO DISCURSO DE JUSTIÇA CLIMÁTICA NO BRASIL

Apesar de o movimento pela incorporação do conceito de justiça climática ainda ser inicial no Brasil, acreditamos que o debate tenderá a se aprofundar nos próximos anos. Dessa forma, argumentamos que os grupos atingidos pelos eventos climáticos extremos deveriam incorporar em seu discurso a discussão da justiça climática. Entendemos que esse novo paradigma poderia gerar, pelo menos, três efeitos principais.

Primeiramente, deve-se levar em consideração o papel de proeminência que o Brasil já possui nos fóruns internacionais oficiais que debatem as mudanças climáticas. Portanto, a adoção do discurso de justiça climática por movimentos brasileiros poderia reforçar de forma considerável a visibilidade do movimento internacionalmente. Em segundo lugar, acreditamos que a adoção do discurso da justiça climática pode aumentar as chances de que as demandas dos grupos afetados sejam atendidas pelo poder público. As populações mais atingidas pelos eventos climáticos extremos, em geral, têm pouca influência nos processos de tomada de decisão, conforme exemplificado por *Sze et al.* (2009); todavia, como o debate sobre mudanças climáticas está amplamente presente nas agendas políticas e sociais nacionais e internacionais, este discurso poderia potencializar suas reivindicações.

Por fim, propomos que a caracterização das tragédias relacionadas a eventos climáticos extremos como processos afetados pelas mudanças climáticas poderiam reorientar algumas ações em políticas públicas. *White-Newsome et al.* (2009) apresentam algumas estratégias preventivas que foram adotadas para diminuir a mortalidade por ondas de calor em Michigan, Estados Unidos. Por outro lado, a falta da incorporação da variável mudança climática no planejamento, na formulação e na implementação das políticas públicas no Brasil faz que eventos climáticos extremos atinjam proporções catastróficas no que se refere a seus impactos sociais e econômicos, principalmente nas camadas menos favorecidas da população.

O caso emblemático das enchentes e dos deslizamentos que atingiram a região serrana do estado do Rio de Janeiro no mês de janeiro de 2011 é um bom exemplo da não incorporação da variável mudança climática no trato de eventos extremos. Mesmo com o alerta das enchentes de São Paulo e Rio de Janeiro em 2010 – que foram analisadas neste capítulo –, evento de natureza semelhante e de maiores proporções acarretou cerca de 900 mortes, 500 desaparecidos e 35 mil desalojados em Nova Friburgo, Teresópolis, Petrópolis, Sumidouro e São José do Vale do Rio Preto, municípios do Rio de Janeiro.

Com estudos apontando a intensificação nos eventos climáticos extremos e a realidade, ano após ano, confirmando estas previsões, a demora na reformulação das políticas públicas acentua os impactos sociais, econômicos e ambientais

desses eventos. Dessa forma, caso os tomadores de decisão percebam a ligação das enchentes recentes com as mudanças climáticas, pode ser que estes modifiquem as ações de combate e prevenção ora em voga, de forma a transformar as atuais correções paliativas em políticas estruturantes de redução de vulnerabilidade e de adaptação às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. Justiça ambiental: ação coletiva e estratégias argumentativas. *In*: ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J. A. (Ed.). **Justiça ambiental e cidadania**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004. p. 23-39.

ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. D. A.; BEZERRA, G. D. N. **O que é justiça ambiental?** Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

BOULDING, K. The Economics of the Coming Spaceship Earth. *In*: JARRET, H. (Ed.). **Environmental Quality in a Growing Economy**. London; Baltimore: Resources for the Future Inc., The Johns Hopkins Press, 1966.

BROOKS, N.; ADGER, W. N.; KELLY, P. M. The Determinants of Vulnerability and Adaptive Capacity at the National Level and the Implications for Adaptation. **Global Environmental Change**, v. 15, n. 2, p. 151-163, 2005.

BÜHLER, R. R. A siderurgia no Brasil e no mundo. *In*: SEMINÁRIO SIDERURGIA, Porto Alegre, 2007 (Paper).

BULLARD, R. Enfrentando o racismo ambiental no século XXI. *In*: ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J. A. (Ed.). **Justiça ambiental e cidadania**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004. p. 41-68.

BURSZTYN, M. Armadilhas do progresso: contradições entre economia e ecologia. **Sociedade e Estado**, v. X, n. 1, p. 97-124, 1995.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL (CEDEPLAR)/UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG); FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Mudanças climáticas, migrações e saúde: cenários para o Nordeste, 2000-2050**. Belo Horizonte, 2009.

EBI, K. L. Facilitating Climate Justice Through Community-Based Adaptation in the Health Sector. **Environmental Justice**, v. 2, n. 4, p. 191-195, 2009.

ENGLE, N.; LEMOS, M. Unpacking Governance: Building Adaptive Capacity to Climate Change of River Basins in Brazil. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 4-13, 2010.

FOLHA DE S.PAULO. São Paulo, várias edições, 2-19 dez. 2009.

FOLKE, C. Resilience: the Emergence of a Perspective for Social-Ecological Systems Analyses. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 253-267, 2006.

IKEME, J. Equity, Environmental Justice and Sustainability: Incomplete Approaches in Climate Change Politics. **Global Environmental Change**, v. 13, n. 3, p. 195-206, 2003.

LARREA, C.; WARNARS, L. Ecuador's Yasuni-Itt Initiative: Avoiding Emissions by Keeping Petroleum Underground. **Energy for Sustainable Development**, v. 13, n. 3, p. 219-223, 2009.

LOHMANN, L. Carbon Trading, Climate Justice and the Production of Ignorance: Ten Examples. **Development**, v. 51, n. 3, p. 359-365, 2008.

MARTÍNEZ-ALIER, J. **O ecologismo dos pobres**: conflitos ambientais e linguagens de valoração. São Paulo: Contexto, 2007.

MCMICHAEL, P. Contemporary Contradictions of the Global Development Project: Geopolitics, Global Ecology and the "Development Climate". **Third World Quarterly**, v. 30, n. 1, p. 247-262, 2009.

NOBRE, C. A. *et al.* **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas**: Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo: INPE, 2010.

O ESTADO DE S.PAULO. **Isso não é normal**. Disponível em: <<http://Issonaenormal.com.br/>>. Acesso em: 27 ago. 2010.

O GLOBO. Rio de Janeiro, várias edições, 5-15 abr. 2010.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Climate Change 2001**: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Valência, 2001.

_____. Summary for Policymakers. *In*: PARRY, M. L. *et al.* (Ed.). **Climate Change 2007**: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007a. p. 7-22. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

_____. **Working Group I**: the Physical Basis of Climate Change Report. Valência, 2007b.

REDE BRASILEIRA DE JUSTIÇA AMBIENTAL (RBJA). Disponível em: <http://www.justicaambiental.org.br/_justicaambiental/pagina.php?id=2300>. Acesso em: 24 ago. 2010.

ROBERTS, J. T. The International Dimension of Climate Justice and the Need for International Adaptation Funding. **Environmental Justice**, v. 2, n. 4, p. 185-190, 2009.

ROBERTS, J. T.; PARKS, B. C. Ecologically Unequal Exchange, Ecological Debt and Climate Justice: the History and Implications of Three Related Ideas for a New Social Movement. **International Journal of Comparative Sociology**, v. 50, n. 3-4, p. 385-409, 2009.

ROBERTS, J. T.; TOFFOLON-WEISS, M. Concepções e polêmicas em torno da justiça ambiental nos Estados Unidos. *In*: ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J. A. (Ed.). **Justiça ambiental e cidadania**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004. p. 81-95.

SAUNDERS, C. The Stop Climate Chaos Coalition: Climate Change as a Development Issue. **Third World Quarterly**, v. 29, n. 8, p. 1.509-1.526, 2008.

SHEPARD, P. M.; CORBIN-MARK, C. Climate Justice. **Environmental Justice**, v. 2, n. 4, p. 163-166, 2009.

STORM, S. Capitalism and Climate Change: Can the Invisible Hand Adjust the Natural Thermostat. **Development and Change**, n. 40, p. 1.011-1.038, 2009.

SZE, J. *et al.* Best in Show? Climate and Environmental Justice Policy in California. **Environmental Justice**, v. 2, n. 4, p. 179-184, 2009.

TWOMLOW, S. *et al.* Building Adaptive Capacity to Cope With Increasing Vulnerability Due to Climatic Change in Africa: a New Approach. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 33, n. 8-13, p. 780-787, 2008.

TYREE, S.; GREENLEAF, M. The Environmental Injustice of “Clean Coal”: Expanding the National Conversation on Carbon Capture and Storage Technology to Include an Analysis of Potential Environmental Justice Impacts. **Environmental Justice**, v. 2, n. 4, p. 167-171, 2009.

WHITE-NEWSOME, J. *et al.* Climate Change, Heat Waves and Environmental Justice: Advancing Knowledge and Action. **Environmental Justice**, v. 2, n. 4, p. 197-205, 2009.

AGRICULTURA FAMILIAR E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: AVALIANDO A VULNERABILIDADE À SECA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Diego Pereira Lindoso*
Juliana Dalboni Rocha**
Nathan Debortoli*
Izabel Cavalcanti Ibiapina Parente***
Flávio Eiró****
Marcel Bursztyn****
Saulo Rodrigues Filho****

1 INTRODUÇÃO

Por meio de um aprendizado empírico e criativo, populações humanas ao longo da história estabeleceram relações de convivência com seu meio ambiente local. A sobrevivência era retroalimentada positivamente pelo aperfeiçoamento das estratégias de responder a um ambiente dinâmico e imprevisível. A esse processo de ajuste relativo das sociedades humanas a um meio em eterna transformação denomina-se adaptação.

O termo tem suas raízes na evolução biológica, sendo apropriado posteriormente por algumas linhas teóricas das ciências humanas, seja para justificar posturas eugênicas do tipo *darwinismo social* (WATSON, 2005), seja como conceito explicativo para a dinâmica de processos culturais, pela antropologia ecológica (ORLOV, 1980). Nas últimas duas décadas, o termo adaptação entrou no debate interdisciplinar sobre mudanças climáticas (SMIT; WANDEL, 2006) e recebeu novas abordagens epistêmicas a partir das contribuições de distintos domínios do conhecimento. Nesse contexto, pode ser entendido como ajuste dos sistemas humanos e naturais a estímulos climáticos e seus efeitos, presentes e esperados, moderando danos e explorando oportunidades (PARRY *et al.*, 2007).

* Doutorando do Centro de Desenvolvimento Sustentável na Universidade de Brasília (UnB).

** Pós-doutoranda do Centro de Desenvolvimento Sustentável na UnB.

*** Mestranda do Centro de Desenvolvimento Sustentável na UnB.

**** Professor do Centro de Desenvolvimento Sustentável na UnB.

***** Mestrando do Centro de Desenvolvimento Sustentável na UnB.

Como decorrência da ressonância que esse tema tem encontrado na sociedade, diversos esforços foram feitos para prover a tomadores de decisão sistemas integrados de avaliação de vulnerabilidade que pudessem nortear políticas públicas e determinação de prioridades de ação, principalmente por alguns governos nacionais – Canadá, Reino Unido, Austrália, Suécia e Holanda, por exemplo – e organismos multilaterais da Organização das Nações Unidas (ONU) (YUSUF; FRANCISCO, 2009; AGO; ALLEN CONSULTING GROUP, 2005; DEFRA, 2003). Lonergan (1998) propôs um índice global de vulnerabilidade, composto por 12 indicadores abrangendo aspectos sociais – como dependência de importação de alimentos e mortalidade infantil –, econômicos – por exemplo, renda *per capita* – e institucionais – por exemplo, grau de democratização.

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) apresentou, em 2004, um índice de risco de desastre (*Disaster Risk Index*). Nele, este risco foi calculado dividindo-se o número de vítimas de determinado desastre – por exemplo, terremoto e enchentes – pela população exposta ao perigo. Em seguida, 26 indicadores foram selecionados junto a especialistas e análises estatísticas foram feitas tendo em vista o risco obtido. Entre os resultados, verificou-se que as populações rurais estavam diante do risco de impactos locais devido às mudanças climáticas e à degradação ambiental, assim como suas capacidades de lidar com os impactos estavam sendo erodidas pelo processo de globalização. Diffenbaugh *et al.* (2007) desenvolveram um índice para avaliar a exposição socioclimática dos países ao redor do mundo. Para tal, integrou os indicadores de exposição climática com os de pobreza, demografia e saúde, resultando em um mapa que mostrou os países mais populosos e pobres como os mais vulneráveis às mudanças climáticas, ressaltando as iniquidades envolvidas do debate sobre a responsabilidade pelas causas e a distribuição das consequências. Este tema é foco da discussão que vem se construindo sobre justiça climática, a qual explicita que os principais responsáveis pelo aquecimento global são os países industrializados, enquanto os principais afetados (mais vulneráveis) serão os mais pobres e que pouco contribuíram para as emissões de GEE.

Em escala nacional, O'Brien *et al.* (2004) elaboraram um sistema de avaliação da vulnerabilidade da agricultura na Índia. Em seu arcabouço conceitual, os autores adotaram as noções de capacidade adaptativa (CA), sensibilidade e exposição, selecionando indicadores específicos para cada uma destas. Adicionalmente aos fatores climáticos, o fator globalização foi adotado como aspecto da exposição e incorporado ao sistema de avaliação. Já no contexto brasileiro, abordagens interdisciplinares da vulnerabilidade ainda são incipientes, carecendo de trabalhos que vinculem as multidimensões e escalas envolvidas na vulnerabilidade humana

às mudanças ambientais globais. O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) publicou um trabalho, coordenado por Ulisses Confalonieri, renomado cientista na área de saúde, que integrou uma série de indicadores socioeconômicos e climáticos para avaliar o risco de epidemias de certas doenças – por exemplo, malária, febre amarela e leishmaniose – diante das mudanças climáticas. O resultado foi o Índice de Vulnerabilidade Epidemiológico (BRASIL, 2005).

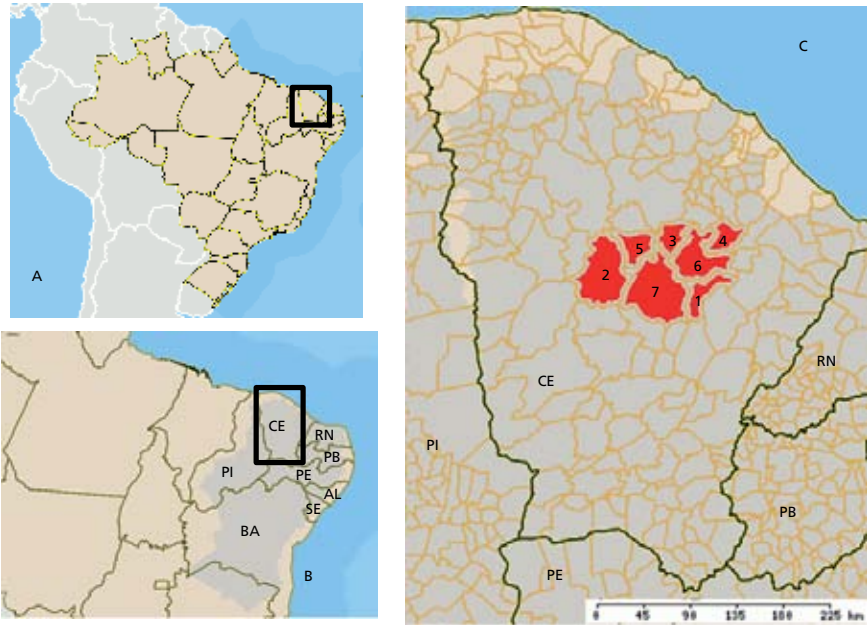
O aprimoramento de sistemas de indicadores para avaliar a vulnerabilidade e a capacidade de resposta de sistemas humanos às mudanças ambientais (climáticas) é uma resposta à crescente demanda por informações regulares, que possuam resolução espacial/temporal de qualidade para a tomada de decisão (BARTELMUS; PINTER; HARDI, 2005). O quanto o indicador representa a realidade e sua relevância e significado depende do investigador e das limitações e objetivos da avaliação. Se, por um lado, busca-se construir modelos cuja elaboração seja suficiente para representar uma realidade complexa, por outro, estes devem ser simples, para que a informação seja comunicada de forma compreensiva aos usuários. Portanto, os indicadores são reflexos mensuráveis da realidade, que podem ser tomados como referência na tomada de decisão, mas não devem ser considerados como a representação absoluta da realidade. Todo sistema de indicadores reflete determinado conjunto de percepções e valores utilizados na avaliação e na agregação de aspectos interdimensionais e interescares (WILBANKS, 2007).

Este trabalho apresenta uma proposta de sistema de indicadores para avaliar a vulnerabilidade da agricultura familiar à seca. O estado do Ceará e sete de seus municípios, localizados na microrregião do sertão de Quixeramobim (MRSQ), foram selecionados para aplicar a ferramenta (mapa1). Esta proposta partiu da intenção de elaborar um instrumento de avaliação da vulnerabilidade com as seguintes características: simples, de fácil manipulação pelo tomador de decisão e, ao mesmo tempo, suficientemente representativo da realidade. Para tal, é preciso que o banco de dados seja confiável e de fácil acesso para atores das escalas local e federal. Tendo-se isto em vista, a base de dados utilizada foi o Censo Agropecuário Brasileiro 2006, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cujos resultados estão disponíveis gratuitamente na base do Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra).

O marco teórico sobre o qual a realidade é compreendida pelo sistema de avaliação deve ser explicitado, com vista à justificar a relevância que o conjunto de indicadores selecionados possui para a avaliação da vulnerabilidade. Neste trabalho, três conceitos são chaves para nortear a análise: *mudanças climáticas*, *vulnerabilidade* e *capacidade de governança adaptativa*.

MAPA 1

Localização da microrregião do sertão de Quixeramobim no Brasil e no estado do Ceará



■ Microrregião do Sertão de Quixeramobim

1 - Banabuiú 2 - Boa Viagem 3 - Choró 4 - Ibaretama 5 - Madalena 6 - Quixadá 7 - Quixeramobim

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (MMA). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>.

Obs.: Localização dos municípios (vermelho) no Brasil (A), Semiárido brasileiro (B) e Ceará (C). A área acinzentada corresponde ao território do Semiárido (B e C): Alagoas (AL), Bahia (BA), Ceará (CE), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN) e Sergipe (SE).

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Mudanças climáticas

No 4^o Relatório de Avaliação, do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (PARRY *et al.*, 2007), mudanças climáticas referem-se a *qualquer mudança do clima ao longo do tempo, seja natural ou de origem antrópica*. Esta definição será adotada neste trabalho, uma vez que, ao se observar extremos climáticos – ou fenômenos atmosféricos pouco frequentes –, não é possível discriminar exatamente qual parcela é de responsabilidade humana e qual resultou da variabilidade natural do clima.

Neste trabalho, a distribuição espacial e temporal da seca será considerada como o fator de “exposição” climático ao qual a agricultura familiar está sujeita. Entretanto, não se fará distinção da natureza – se naturais ou humanas – das

causas que regulam a intensidade dos eventos de seca. Contudo, reconhece-se a necessidade de estratégias de mitigação das emissões de GEE – paralelas às estratégias de adaptação – como forma de reduzir o risco representado pelo aquecimento global antropogênico.

2.2 Vulnerabilidade

O conceito de vulnerabilidade tem suas raízes na abordagem risco-perigo (*risk-hazard*), desenvolvida no âmbito da geografia física norte-americana, a partir da década de 1930 (MARADOLA; HOGAN, 2004). Perigo (*hazard*) diz respeito à ameaça em si, tanto aos sistemas sociais quanto aos naturais, que determinado evento natural representa. Por sua vez, risco (*risk*) refere-se à probabilidade futura de um perigo acontecer (CASTRO, 2002). Quando um perigo ou ameaça se concretiza, é chamado desastre.

Destaque-se que o perigo natural (*natural hazard*) existe na interface sociedade – natureza e é determinado pela coexistência entre o ajuste (adaptação) dos sistemas humanos e os impactos de eventos ambientais naturais, como secas, inundações, terremotos, tsunamis e erupções vulcânicas (MARADOLA; HOGAN, 2004). Neste contexto, vulnerabilidade é entendida como *suscetibilidade dos sistemas humanos a fenômenos naturais* e, frequentemente, é associada a perdas ou prejuízos específicos (MORTON, 2007; PARRY *et al.*, 2007). Contudo, os eventos climáticos são apenas a faceta destacada de uma vulnerabilidade multidimensional (CUTTER; FINCH, 2008).

Neste trabalho, vulnerabilidade será entendida como função de três atributos: sensibilidade (*sensitivity*), capacidade adaptativa e exposição. Enquanto esta última se relaciona com a qualidade da dinâmica climática (natureza, magnitude e frequência), a sensibilidade e a capacidade adaptativa são propriedades dos sistemas socioecológicos. A primeira destas emerge da interface entre o evento climático e as características dos sistemas socioeconômicos, refletindo a suscetibilidade do sistema – em termos de danos ou impactos – a determinado distúrbio (FINAN; NELSON, 2001).

Já o conceito de capacidade adaptativa pode ser entendido *como a habilidade dos sistemas socioecológicos em administrar, acomodar e se recuperar de eventuais distúrbios ambientais*¹ (SMIT; WENDEL, 2006); entre eles, os distúrbios climáticos. Tal conceito tem natureza interdisciplinar e sua construção está alicerçada nas fronteiras das ciências natural e social, sendo determinado por dois aspectos fundamentais: a diversidade de opções de adaptação e a possibilidade de transitar entre estas (NORBERG *et al.*, 2008). O primeiro aspecto refere-se à capacidade

1. Ambiente é entendido neste estudo como o natural, social, cultural, político, institucional e econômico.

de inovação, criação e aprendizado de determinado sistema, enquanto o segundo diz respeito à capacidade de auto-organização. Em sistemas socioecológicos,² a capacidade adaptativa está relacionada a aspectos de governança que permitam transições rápidas entre opções, sempre que respostas às mudanças ambientais sejam necessárias (HOLLING; MEFFE, 1996).

O fortalecimento de instituições e paisagens organizacionais (capital social, legislação, fluxos de informação, disponibilidade de fundos, capacidade de aprendizado e conhecimento acumulados) é fundamental para adaptação, reduzindo vulnerabilidades e preparando os sistemas humanos para lidar com variações ambientais (EAKIN; LEMOS, 2010). Neste contexto, pesam a favor também a existência de outros elementos característicos da boa governança, como a responsabilização (*accountability*).

Dietz, Ostrom, Stern (2003) sugerem uma governança adaptativa que leve em consideração os seguintes elementos: *i*) aporte de informações adequado à compreensão do tomador de decisão; *ii*) gestão de conflitos e cumprimento de regras e normas legitimadas pelos atores envolvidos na gestão dos recursos – inclusive o uso de instrumentos econômicos complementares aos de comando e controle; *iii*) disponibilidade de infraestrutura física, social, institucional e tecnológica; e *iv*) flexibilidade institucional, associada à capacidade de aprender e repensar regras e normas de acordo com as mudanças ambientais.

Portanto, a redução – ou ampliação – das vulnerabilidades dos sistemas humanos às mudanças climáticas não dependerá apenas da magnitude e da frequência dos estímulos climáticos, presentes ou futuros, apesar destes serem fatores determinantes na avaliação das vulnerabilidades. Estratégias focadas na melhoria das condições sociais e econômicas, assim como no fortalecimento de instituições, já são por si só adaptativas.

3 AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL

Entre as populações mais suscetíveis às mudanças climáticas, aquelas associadas à agricultura familiar, ou à de subsistência, estão entre as mais vulneráveis às mudanças climáticas (MORTON, 2007). O termo agricultura familiar possui diversas interpretações e definições na literatura especializada. Para fins deste trabalho, este será definido com base nos critérios adotados pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF)³ – gerido pelo Ministério

2. Sistemas socioecológicos: aqueles constituídos por sistemas socioeconômicos e o ecossistema no qual se inserem.

3. Segundo estes critérios, agricultor familiar é aquele que não dispõe de título de área acima de quatro módulos fiscais, utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento; tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento; dirija seu estabelecimento com sua família (BRASIL, 2006).

do Desenvolvimento Agrário (MDA) –, uma das principais linhas brasileiras de financiamento para o setor.

De relevância econômica nacional, a cadeia produtiva da agricultura familiar é responsável por cerca de 10% do produto interno bruto (PIB) brasileiro (GUILHOTO, 2007). Porém, o setor possui maior expressividade econômica em alguns estados e municípios. No Censo Agropecuário Brasileiro 2006 foram identificados 4.367.902 estabelecimentos considerados de agricultura familiar, correspondendo a 84,4% do total de propriedades rurais nacionais. A área completa destas, entretanto, abrange apenas 24,3% da área ocupada pelos estabelecimentos rurais do país, explicitando a alta concentração fundiária brasileira.

Outro dado significativo, também evidenciado por esse censo, é que a agricultura familiar ocupa 75% da força de trabalho agrícola (12,3 milhões de pessoas), destacando-se a importância do setor na ocupação da mão de obra rural. Ademais, a agricultura familiar é responsável pela produção da parte majoritária da cesta básica das famílias brasileiras, respondendo, respectivamente, por 87%, 70% e 58% da produção nacional de mandioca, feijão e leite.

A criação, implementação e articulação de instrumentos políticos, que fortaleçam a capacidade adaptativa e reduzam as vulnerabilidades socioeconômicas, ambientais e institucionais das populações ou dos setores em questão, contribuem para o processo adaptativo da agricultura familiar às mudanças climáticas. Contudo, a existência de um arcabouço político-legal – legislação, planos, linhas de crédito, entre outros exemplos – por si só é inerte caso não encontre um contexto político-institucional favorável para se tornar efetivo (EAKIN; LEMOS, 2010).

As linhas de crédito disponíveis em programas federais, por exemplo, podem ser ferramentas poderosas no processo adaptativo, desde que bem-aplicadas. Contudo, precisam encontrar canais para fluir da fonte até se materializarem em investimentos concretos no nível familiar e do estabelecimento. Cabe ressaltar que há risco de resultados indesejáveis, como o endividamento ou a destinação inadequada dos recursos, o que pode aumentar as vulnerabilidades socioeconômicas, em vez de diminuí-las.

A distribuição de recursos entre as regiões brasileiras sugere diferenças regionais na capacidade dos produtores familiares e das instituições envolvidas em acessar financiamento – em especial, o PRONAF. Os recursos públicos destinados a este programa⁴ passaram de R\$ 2 bilhões (2002) para mais de R\$ 8 bilhões (2007) (DIEESE, 2008). Porém, sua aquisição não foi homogênea e algumas regiões brasileiras se beneficiaram mais que outras (tabela 1).

4. O PRONAF prevê créditos de custeio para: manutenção do beneficiário e sua família; compra de medicamentos, agasalhos, roupas e utilidades domésticas; e construção ou reforma de instalações sanitárias. Todas as destinações são pertinentes no contexto da adaptação local às mudanças climáticas. São previstos créditos mais volumosos para investimentos, tanto para o produtor familiar como para as cooperativas de agricultores.

A região Sul foi o principal destino desses recursos no ano agrícola de 2006-2007 (38%). Esta foi, também, a que mais recebeu financiamento destinado às cooperativas em 2006 (tabela 2), apesar de conter apenas 19% dos estabelecimentos nacionais de agricultura familiar. Este comportamento tem entre suas raízes o forte cooperativismo da pequena produção sulista, herança da colonização europeia. A região Sudeste também se destaca com 21% dos recursos do PRONAF e cerca de 45% do financiamento concedido às cooperativas, em 2006.

No outro extremo, encontra-se a região Nordeste, na qual se insere o estado do Ceará e os respectivos municípios analisados neste capítulo. Apesar de o nordeste brasileiro abrigar 50% dos estabelecimentos de agricultura familiar, é destino de apenas 25% dos recursos do PRONAF (tabela 1) e apenas 1,5% dos recursos destinados às cooperativas (tabela 2), explicitando-se o baixo grau de associativismo da região.

TABELA 1

Número de estabelecimentos agropecuários de agricultura familiar e montante destinado pelo PRONAF – Brasil e grande região, 2006-2007

Brasil e grande região	Número de estabelecimentos de agricultura familiar		Montante destinado (R\$)	
	Absoluto (R\$)	%	Absoluto (R\$)	%
Brasil	4.367.902	100	8.424.000.000	100
Norte	413.101	9	822.000.000	10
Nordeste	2.187.295	50	2.064.000.000	25
Sudeste	699.978	16	1.808.000.000	21
Sul	849.997	19	3.160.000.000	38
Centro-Oeste	217.531	5	571.000.000	7

Fonte: Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (DIEESE, 2008).

TABELA 2

Financiamento concedido às cooperativas – Brasil e grandes regiões, 2006

Brasil e grande região	Financiamento concedido a cooperativas (2006)	
	Absoluto (R\$)	%
Brasil	4.450.684.000	100
Norte	5.785.000	0,1
Nordeste	67.786.000	1,5
Sudeste	1.994.894.000	44,8
Sul	2.243.135.000	50,4
Centro-Oeste	139.085	3,2

Fonte: Dieese (2008).

Coloca-se a pergunta: por que a alocação dos recursos não é proporcional ao tamanho das populações regionais de agricultura familiar? Sugere-se, neste trabalho, que diversos fatores relacionados à capacidade adaptativa (aprendizado, conhecimento e auto-organização) estão envolvidos. Longe de explorar todos, apenas alguns condicionantes serão elencados a seguir e incorporados ao sistema de indicadores proposto.

3.1 Estudo de caso: Ceará e municípios

3.1.1 Escala de análise

Podemos identificar três planos principais de avaliação das vulnerabilidades e da capacidade adaptativa do setor da agricultura familiar às mudanças climáticas. O primeiro parte da perspectiva dos sistemas agroprodutivos, cuja qualidade de produção é o pilar da sobrevivência familiar. O segundo plano assume o ponto de vista do estabelecimento agropecuário, do agricultor e da sua família, analisando fragilidades socioeconômicas e político-institucionais com foco na escala local. O terceiro plano analisa a vulnerabilidade da agricultura familiar a partir da perspectiva municipal, observando em conjunto os indicadores socioeconômicos e institucionais dos estabelecimentos.

O Nordeste brasileiro e, em particular, o Semiárido são reconhecidos pelas mazelas socioeconômicas relacionadas aos prolongados períodos de estiagem⁵ e seca.⁶ A grande seca de 1877-1889, por exemplo, dizimou dezenas de milhares de pessoas apenas no Ceará, além de muitas outras nas demais localidades desta região (LEMOS *et al.*, 2002).

A microrregião do sertão de Quixeramobim, situada totalmente no Semiárido, traz em sua história as marcas da manipulação política e do descaso com a própria organização produtiva local. A microrregião corresponde ao espaço que abrigou as principais atividades econômicas do Ceará até o início dos anos 1980: o gado e o algodão. Hoje, estas não mais existem na região. Fábricas de processamento do algodão foram desativadas e abandonadas, depois da decadência do seu plantio, devido a uma forte praga (bicudo). Boa parte dos produtores de algodão e dos criadores de gado se deslocou para a região Centro-Oeste do país, levando consigo recursos econômicos e também trabalhadores dessa região do Ceará.

Dados de 2005 mostram que os principais municípios dessa região seguem a tendência rural do estado. Antes espaço de intensa atividade agrícola familiar, hoje, com a crescente urbanização, vê sua fontes de rendimentos concentradas

5. Período breve de diminuição no total de precipitações, em geral abrangendo um espaço temporal de um a seis meses durante o período chuvoso.

6. Longo período de ausência de precipitações, maior que sete meses.

nos serviços e nas transferências governamentais. Quixeramobim tem 14,63% de seu PIB gerado pela atividade agropecuária e 62,71%, pelos serviços – nisto incluídos os serviços públicos. Quixadá acompanha a tendência, com apenas 12,69% deste indicador advindo da agropecuária e 78,53% dos serviços (IBGE, 2010).

A vulnerabilidade da região é incontestável e crescente. Os impactos dos eventos climáticos extremos são sentidos cada vez com mais intensidade e geram perdas econômicas graves (PALL *et al.*, 2001). A variabilidade do clima gera a instabilidade, o que vai além da perspectiva local. O clima, as relações históricas de poder e o aumento de programas de proteção social favorecem à migração para áreas urbanas, intensificando problemas nos grandes centros urbanos (superpopulação urbana e de seu mercado de trabalho, baixas condições sanitárias, precária ocupação do solo e impactos ambientais – isto é, aumento do lixo e da poluição do ar).⁷ Resultado: os riscos climáticos são potencializados.

3.2 Sistema de indicadores de vulnerabilidade e capacidade adaptativa

Tendo por objetivo realizar uma avaliação comparativa da vulnerabilidade da agricultura familiar à seca entre os municípios da microrregião do sertão de Quixeramobim, primeiramente foram definidos três atributos da vulnerabilidade: sensibilidade (S), capacidade adaptativa (CA) e exposição (E). Em seguida, indicadores socioeconômicos, institucionais e climáticos relevantes foram identificados e distribuídos entre os três atributos da vulnerabilidade (quadro 1). O Censo Agropecuário Brasileiro 2006 foi a fonte para os dados referentes à sensibilidade e à capacidade adaptativa, enquanto informações disponibilizadas pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme) foram utilizadas para elaborar o subíndice de exposição.

Os indicadores institucionais e socioeconômicos são relativos – em porcentagem – a uma das seguintes variáveis: ao número total de estabelecimentos agropecuários; à população municipal ou à renda da agricultura familiar. Para gerar um índice com valor variando entre 0 e 1, os dados foram transformados em seus equivalentes decimais. Um subíndice foi gerado para cada atributo, a partir da média simples dos respectivos indicadores (quadro 1). Por fim, os três subíndices obtidos foram relacionados segundo a fórmula, a seguir.

$$V = \frac{E + S + (1 - CA)}{3}$$

Como resultado, tem-se uma medida da vulnerabilidade da agricultura familiar à seca (V). Quanto mais próximo de 1, maior a vulnerabilidade do contexto

7. Mais informações podem ser encontradas no site do programa de combate à desertificação do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA). Disponível em: <<http://www.iicadesertification.org.br>>.

analisado. Quanto mais próximo de 0, menos vulnerável é o sistema. A divisão do numerador por 3 foi adotada visando manter o intervalo do resultado entre 0 e 1, tornando assim mais didática a transmissão da informação.

QUADRO 1

Aspectos da vulnerabilidade e indicadores socioeconômicos e institucionais utilizados para avaliar a vulnerabilidade da agricultura familiar às mudanças climáticas

	Atributo da vulnerabilidade	Indicador	Fonte
Vulnerabilidade da agricultura familiar	Sensibilidade	Dependência da receita da agricultura familiar da produção vegetal e animal (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabelas 1.116 e 1.117)
		População municipal ocupada na agricultura familiar (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 1.113)
		Estabelecimentos com acesso à água (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 1.442)
		Estabelecimentos com agricultura de sequeiro (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 1.819)
	Capacidade adaptativa (CA)	Diversificação do sistema produtivo familiar (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabelas 949, 1.224, 1.226 e 1.227)
		Estabelecimentos cujo produtor é proprietário da terra (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 1.109)
		Estabelecimentos cujo dirigente sabe ler e escrever	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 1.101)
		Estabelecimentos cujo produtor participa de associação ou sindicato (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 854)
		Estabelecimentos que recebem assistência técnica (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 1.101)
		Estabelecimentos agropecuários com acesso à energia elétrica (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 843)
	Exposição	Índice de aridez (IA)	Funceme, 2010
		Distribuição anual das chuvas	Funceme, 2010

Fonte e elaboração dos autores.

A seguir, cada um dos indicadores será discriminado e analisado separadamente antes dos resultados do índice de vulnerabilidade serem apresentados e discutidos.

3.2.1 Sensibilidade

Existem aspectos da vulnerabilidade que são inerentes à estrutura e aos processos intrínsecos dos sistemas socioecológicos. A agricultura é um caso emblemático, pois a base da atividade é o sistema agroprodutivo, o qual é invariavelmente dependente das condições ambientais, como temperatura, disponibilidade de nutrientes e acesso à água, sendo naturalmente mais afetado por distúrbios naturais (secas, salinização do solo, erosão e desmatamento) quando comparado a outros setores da economia, como serviços e indústria. Desta perspectiva, um gestor

público poderia ver na agricultura uma atividade que aumenta a vulnerabilidade local, preferindo priorizar a expansão de outras ações menos dependentes das variações ambientais e de maior valor agregado.

Nesse universo, a agricultura familiar é um caso especial, pois a importância da sua manutenção envolve não só a produção de alimentos, mas também a manutenção de formas culturais e sociais próprias (LEMOS *et al.*, 2002). Ao mesmo tempo, a população envolvida na agricultura familiar possui acesso limitado a recursos financeiros e humanos e infraestrutura de produção, sendo sua capacidade adaptativa desfavorecida em comparação à agricultura patronal, capaz de acessar financiamentos e este tipo de infraestrutura com mais facilidade.

Indiretamente, eventos climáticos catastróficos – associados a dificuldades econômicas e conflitos fundiários – levam ao deslocamento de contingentes populacionais oriundos da agricultura familiar para outras áreas rurais ou cidades. Nas últimas duas décadas, foi acrescido a esse processo um novo fator de expulsão: o aumento de catástrofes naturais. Com isso, criam-se condições propícias para o crescimento urbano desordenado e a concentração fundiária, cujas ressonâncias afetam uma série de outras dimensões humanas e ecológicas, além do universo da agricultura familiar.

Portanto, neste trabalho, a estratégia de reduzir a importância da agricultura familiar na dinâmica econômica local não será considerada como alternativa para diminuir a vulnerabilidade climática municipal. Ao contrário, parte-se do princípio que este tipo de agricultura deve ser fomentado e fortalecido, a despeito da sua sensibilidade natural às condições climáticas.

Nesse contexto, a proporção da população ocupada na agricultura familiar é um bom indicador de sensibilidade, já que evidencia a quantidade da população municipal que tem sua renda oriunda de atividades produtivas que dependem intensamente de condições climáticas. Nos municípios da microrregião do sertão de Quixeramobim, grande parte da força de trabalho está ocupada na agricultura familiar, refletindo a parcela da população cuja atividade econômica e de subsistência está exposta às intempéries climáticas. Indiretamente, as redes sociais e econômicas estabelecidas pela agricultura familiar também são afetadas. Cabe destacar que este indicador está subestimado, uma vez que relaciona o número de pessoas ocupadas na agricultura familiar e o total da população, incluindo crianças, idosos e pessoas não ocupadas. Esta limitação se deve a não disponibilidade, em nível municipal, do número de pessoas ocupadas em atividades em 2006.

TABELA 3
Indicadores de sensibilidade
(Em %)

Brasil/estado/microrregião/município	População ocupada na agricultura familiar	Participação da produção vegetal e animal na renda da agricultura familiar	Estabelecimentos com agricultura de sequeiro	Índice de acesso à água para abastecimento humano
Brasil	7	75	94	0,57
Ceará	12	70	93	0,47
MRSQ	24	53	96	0,58
Banabuiú	21	55	91	0,67
Boa Viagem	34	53	98	0,73
Choró	38	31	97	0,57
Ibaretama	24	54	96	0,61
Madalena	29	92	99	0,42
Quixadá	15	50	96	0,43
Quixeramobim	23	47	95	0,51

Fonte: Censo Agropecuário Brasileiro 2006/IBGE.

Nota: ¹ Microrregião do sertão de Quixeramobim.

Outro indicador adotado reflete a proporção da receita da agricultura familiar que está diretamente relacionada às produções vegetal e animal. Desta perspectiva, quanto mais dependente destas está a receita do produtor e sua família, maior a sensibilidade a eventos climáticos extremos.

Por fim, os dois últimos indicadores de sensibilidade referem-se ao acesso à água para o consumo humano e a atividade agrícola. Parte-se do princípio que a agricultura de sequeiro (*rain-fed agriculture*) e as populações humanas cujo abastecimento de água é limitado são sensíveis às secas severas. Assim, a proporção dos estabelecimentos agropecuários de agricultura de sequeiro e a de estabelecimentos agropecuários sem poços e/ou cisternas foram usadas como *proxy*.

3.2.2 Capacidade adaptativa

Existem aspectos da sensibilidade passíveis de serem moderados, pois são determinados diretamente pela dinâmica interna dos sistemas socioecológicos. Contudo, tal capacidade de moderação depende da qualidade dos sistemas em agir de forma preventiva e reagir satisfatoriamente a um distúrbio climático. A diversificação da produção é uma estratégia interessante em contextos extremos com alta taxa de variação ambiental, uma vez que dilui riscos. Desta perspectiva, um indicador de diversificação agrícola foi elaborado. Para isso, foram selecionadas as atividades produtivas mais comuns na região. Na produção agrícola, consideraram-se os feijões-de-corda e fradinho, a mandioca e o milho. Na animal, a criação de galinhas, caprinos e bovinos.

Assim, quanto maior o número de atividades produtivas praticadas em um estabelecimento, maior sua capacidade adaptativa.

A diversidade de culturas e criação animal representa diversidade de estratégias ecológicas para manutenção da produção frente às oscilações climáticas. O feijão-de-corda, por exemplo, é bem-adaptado ao clima semiárido, sendo consideradas cotas pluviométricas entre 250 e 500 mm aptas aos cultivo (EMBRAPA, 2010). Por sua vez, o milho, importante cultura da agricultura familiar cearense, tem sua produtividade substancialmente afetada em anos de El-niño, quando as condições de seca são mais severas no Semiárido (SUN, LI, WARD, 2007).

Outro aspecto importante da capacidade adaptativa é a propriedade legal da terra. A comprovação do vínculo do agricultor familiar com a terra é um aspecto relevante no acesso às linhas de crédito – tais quais, o PRONAF. Apesar de não obrigatória, a apresentação do título de propriedade acelera o processo de obtenção das linhas de crédito públicas, assim como servem de garantia para empréstimos particulares. No contexto brasileiro, em 37% dos estabelecimentos de agricultura familiar, o produtor declarou não ser o proprietário da terra. No Ceará, essa porcentagem chega a 67% dos produtores. Neste aspecto, também há uma ampla diversidade entre os municípios da microrregião do sertão de Quixeramobim. Enquanto em Ibaretama 42% dos produtores familiares da agricultura familiar não são proprietários das terras em que trabalham, em Quixadá esse valor chega a 72% destes.

TABELA 4
Indicadores de capacidade adaptativa
(Em %)

Brasil/estado/ microrregião/ município	Número de produtores da agricultura familiar proprietários da terra	Dirigentes de estabelecimento agropecuário que sabem ler e escrever	Estabelecimentos que recebem assistência técnica de cooperativas ou governo	Índice de Diversificação da Produção Familiar	Estabelecimentos com acesso a energia elétrica	Estabelecimentos cujos dirigentes participam de associações e cooperativas
Brasil	63	75	14	0,26	93	16
Ceará	43	56	10	0,31	89	2
MRSQ	34	57	13	0,37	82	2
Banabuiú	40	58	5	0,41	87	0
Boa Viagem	34	51	5	0,38	86	1
Choró	28	59	3	0,46	72	0
Ibaretama	58	61	3	0,39	97	12
Madalena	32	59	23	0,36	95	0
Quixadá	28	53	17	0,35	71	6
Quixeramobim	36	52	20	0,35	83	0

Fonte: Censo Agropecuário Brasileiro 2006/IBGE.

Ademais, a capacidade adaptativa da agricultura familiar depende, em grande medida, da capacidade dos produtores e de suas famílias se organizarem coletivamente e acessarem informações chaves, bem como de disporem de recursos financeiros e humanos para implementar estratégias adaptativas. Assim, o contexto institucional no qual os agricultores familiares se inserem é determinante.

Como já mencionado, o acesso às políticas públicas pela agricultura familiar depende de uma série de requisitos. Linhas de créditos, por exemplo, muitas vezes exigem a apresentação de um projeto elaborado pelo órgão estadual de assistência técnica e extensão rural. Famílias isoladas e pouco visitadas por estes órgãos tendem a ter maiores dificuldades de acesso ao crédito. A assistência técnica no Semiárido brasileiro enfrenta dificuldades que merecem destaque. Muitas vezes, faltam renovação de metodologias, pessoal qualificado em número suficiente e fortalecimento institucional.

De acordo com os dados apresentado na tabela 4, no estado de Ceará, cerca de 10% dos estabelecimentos agropecuários receberam assistência técnica de cooperativas ou do governo – valor abaixo da média nacional (13,9%). Entre os municípios considerados, Quixadá, Madalena e Quixeramobim apresentaram o melhor desempenho, possuindo, respectivamente, 17%, 23% e 20% dos seus estabelecimentos atendidos por assistência técnica. Já os demais apresentaram desempenho abaixo dos valores encontrados para o Brasil e o Ceará, variando entre 3% e 5% dos estabelecimentos atendidos.

Ademais, habilidades e características individuais e coletivas também contribuem para o aumento da capacidade adaptativa de indivíduos e sistemas sociais locais. Ler e escrever são condições necessárias para que o produtor tenha independência no acesso às informações, disponíveis em meios de comunicação escritos ou eletrônicos, além de instrumentá-lo no exercício de sua cidadania, com desdobramentos que podem proporcionar adaptação às mudanças climáticas.

O cooperativismo e o associativismo também são relevantes por estarem relacionados tanto ao acesso às políticas públicas quanto na obtenção de escala de produção para inserção no mercado. A participação em associações e entidades de classe, como sindicatos de trabalhadores rurais e colônias de pescadores, tem papel-chave no acesso a benefícios como aposentadorias e seguros agrícolas. Também podem refletir a formação de redes sociais, baseadas em laços de solidariedade, fundamental no processo de resistência e recuperação material e psicológica durante e após prejuízos climáticos.

Enquanto no Brasil 16% dos estabelecimentos rurais possuem ao menos uma pessoa vinculada a cooperativas ou associações, no Ceará essa taxa é substancialmente menor (2%), situação semelhante à dos municípios da microrregião do sertão de Quixeramobim. Destacam-se Banabuiú, Quixeramobim, Madalena

e Choró, municípios nos quais nenhum dos estabelecimentos agropecuários possuíam ao menos uma pessoa vinculada a cooperativas ou associações em 2006. No outro extremo, encontra-se Ibareta, no qual 12% dos estabelecimentos apresentavam ao menos uma pessoa participando destas.

Outro aspecto importante para a adaptação da agricultura familiar à seca é o acesso à energia elétrica. Por um lado, a eletricidade permite a refrigeração de alimentos, possibilitando o estoque da produção para períodos de escassez, por outro, é essencial em diversas etapas do beneficiamento da produção, sendo fator limitante na agregação de valor de produtos da agricultura familiar. Ademais, o acesso a meios de comunicação, como televisão, rádio e telefone também são, em grande medida, limitados pela não disponibilidade de energia elétrica. Apesar de nas últimas duas décadas políticas públicas (Luz no Campo e Luz para Todos) terem investido na expansão da distribuição de eletricidade na zona rural, em várias regiões do país, parcelas significativas da população ainda não desfrutam de energia em seus estabelecimentos agropecuários.

Enquanto no Brasil 93% dos estabelecimentos agropecuários contavam com eletricidade em 2006, no Ceará esse valor é um pouco menor (89%). Entre os municípios da microrregião do sertão de Quixeramobim, contextos díspares são encontrados. Enquanto Ibareta e Madalena possuem mais de 95% dos estabelecimentos com acesso à eletricidade, Choró e Quixadá apresentam cerca de 70% das propriedades nesta situação.

3.2.3 Exposição climática

No contexto nacional, o Nordeste apresenta os menores índices pluviométricos regionais, abaixo de 400mm/ano (INMET, 2010; CPTEC, 2010), destacando-se o estresse hídrico como principal limitação ambiental à agricultura familiar, que em grande parte pratica a agricultura de sequeiro.

A exposição climática se manifesta localmente e é particular à escala de análise. Sendo o objetivo deste trabalho avaliar a vulnerabilidade à seca da microrregião do sertão de Quixeramobim e de seus respectivos municípios, alguns indicadores climatológicos foram selecionados como *proxy* da exposição. É importante destacar que potenciais alterações nas variáveis devido às mudanças climáticas não foram incorporadas no cálculo do índice diante das incertezas sobre a dinâmica futura. Contudo, saliente-se que há expectativa de que as condições de aridez sejam agravadas à medida que as temperaturas médias globais aumentem ao longo do século XXI (INPE, 2010; MARENGO, 2007).

O índice de aridez reflete a relação entre precipitação e evapotranspiração potencial. Quando esta é maior ou igual a 1, indica precipitação média igual ou maior que a evapotranspiração potencial. Nesses casos, este índice é classificado

como úmido. Valores menores que 1 indicam precipitações menores que a taxa de evapotranspiração, contemplando – em ordem decrescente de aridez – as categorias de subúmido úmido, subúmido seco, semiárido e árido. A metodologia de classificação segue recomendações da ONU, levando em consideração a média histórica de precipitação (1975-2002) e evapotranspiração para 119 estações, com pelo menos 20 anos de registro. De modo a incorporar o IA no subíndice de exposição empregado neste trabalho, as categorias foram normalizadas entre 0 e 1, sendo atribuído o valor de 1 à categoria de árido (máxima exposição à seca na escala adotada) e o valor 0 à de úmido (menor exposição à seca na escala adotada). As demais categorias receberam valores intemediários (subúmido úmido: 0,25; subúmido seco: 0,5; semiárido: 0,75).

Como *proxy* para a distribuição temporal das chuvas ao longo do ano, utilizou-se o número médio de meses com chuva no período de 12 meses – dado em porcentagem. Em seguida, os valores foram transformados em sua forma decimal. Quanto menor o resultado, maior o estresse hídrico indicado. Entretanto, de modo a compatilizar com a escala adotada neste trabalho (quanto mais próximo de 1 estiver o subíndice, maior a exposição), o indicador de distribuição temporal de chuvas foi subtraído de 1 e, só então, integrado ao IA.

Quanto mais concentradas temporalmente as chuvas, menor a flexibilidade da agricultura para iniciar o plantio e mantê-lo pelo tempo necessário para que a produção seja bem-sucedida. Este indicador complementa a abordagem quantitativa do balanço hídrico implícito no IA. Na microrregião do sertão de Quixeramobim e em seus respectivos municípios, a distribuição das chuvas é temporalmente heterogênea: enquanto Banabuiú, Boa Viagem, Quixadá e Quixeramobim possuem período chuvoso de três meses (fevereiro-abril), Madalena, Choró e Ibareta têm quatro meses (janeiro-abril).

4 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR

A tabela 5 traz os resultados dos índices de vulnerabilidade da agricultura familiar à seca, tendo como referência os sete municípios da microrregião do sertão de Quixeramobim. Os respectivos subíndices (sensibilidade, capacidade adaptativa e exposição) também foram identificados e serão analisados separadamente.

No que tange ao subíndice de sensibilidade, o município de Madalena apresentou o pior desempenho da microrregião (subíndice igual à 0,60). Este comportamento é explicado tanto pela alta dependência da produção vegetal e animal apresentada pela receita da agricultura familiar municipal, quanto pela grande proporção de estabelecimentos com agricultura de sequeiro. Em seguida, aparece o município de Boa Viagem, cujo desempenho ruim está relacionado principalmente ao limitado abastecimento humano de água nos estabelecimentos da agricultura

familiar. As demais municipalidades apresentaram desempenho do subíndice de sensibilidade variando entre 0,33 e 0,39.

Quanto ao subíndice de capacidade adaptativa, Ibareta aparece com o contexto mais favorável (0,54), apresentando o melhor desempenho em quatro dos seis indicadores associados ao atributo capacidade adaptativa (tabela 4). No outro extremo, estão os municípios de Choró e Quixadá, ambos despontando com os piores valores neste atributo (0,66). Contudo, o caso deste segundo município é interessante. Apesar do desempenho ruim nos indicadores de números de produtores proprietários da terra e de estabelecimentos com acesso à energia elétrica, destaca-se positivamente pelos números de estabelecimentos com assistência técnica e com pelo menos um morador participante de associações ou cooperativas. Esta observação indica que Quixadá possui regionalmente um bom contexto institucional; porém, apresenta fragilidades fundiárias (poucos produtores são proprietários da terra em que trabalham) e de infraestrutura rural (acesso à eletricidade). Portanto, o índice não deve ser analisado sem levar em conta seus dados desagregados. Este cuidado permite identificar virtudes-chave e deficiências-chave para a adaptação às mudanças climáticas e, assim, estabelecer prioridades políticas.

TABELA 5
Índice de vulnerabilidade da agricultura familiar à seca

Município	Subíndice de sensibilidade (S)	Subíndice de capacidade adaptativa (1-CA)	Subíndice de exposição (E)	Índice de vulnerabilidade à seca
Ibareta	0,39	0,54	0,57	0,50
Choró	0,33	0,66	0,66	0,55
Quixadá	0,33	0,66	0,75	0,58
Quixeramobim	0,36	0,63	0,75	0,58
Banabuiú	0,39	0,63	0,75	0,59
Boa Viagem	0,45	0,63	0,75	0,61
Madalena	0,60	0,60	0,60	0,60

Por fim, o subíndice de exposição aponta para três grupos de vulnerabilidade na microrregião. O grupo de maior exposição é formado por Quixadá, Quixeramobim, Banabuiú e Boa Viagem. Localizados em regiões mais internas do continente, apresentam alto índice de aridez e concentrações de chuvas durante apenas três meses do ano. O segundo grupo é composto por Choró e Madalena, ambos com IA semelhante e duração do período chuvoso abrangendo quatro meses do ano. O terceiro e último grupo possui como único integrante Ibareta, município mais próximo à costa, comportando zonas mais úmidas e apresentando quatro meses de chuva por ano.

Ao integrar os três subíndices, observa-se que Madalena é o município cuja agricultura familiar apresenta a maior vulnerabilidade à seca, especialmente devido à sua alta sensibilidade. Boa Viagem aparece logo em seguida, com o segundo pior valor no índice de vulnerabilidade, desempenho resultante principalmente das altas exposição e sensibilidade à seca. Quixadá, Choró, Quixeramobim e Banabuiú, apesar de menor sensibilidade à seca, tiveram seu desempenho influenciado pela baixa capacidade adaptativa e alta exposição. Por fim, Ibaretama desponta como o município de menor vulnerabilidade na microrregião do sertão de Quixeramobim, graças às suas condições menos áridas e ao bom desempenho do subíndice de capacidade adaptativa.

Porém, a despeito de seus desempenhos relativos quando comparados entre si, os municípios apresentaram índices de vulnerabilidade variando entre 0,5 e 0,6, indicando uma vulnerabilidade de moderada a alta, considerando-se o valor 1 como pior desempenho possível. Em suma, os resultados apontam aspectos institucionais como um dos gargalos da adaptação da agricultura familiar no Semiárido cearense. A construção de canais de comunicação para que a informação e os recursos fluam entre as fontes e os agricultores familiares é primordial neste contexto, viabilizando ações responsivas e preventivas mais consistentes frente às incertezas climáticas.

É importante destacar que os valores 1 (máxima vulnerabilidade) e 0 (mínima vulnerabilidade) são abstrações teóricas, uma vez que não existem sistemas totalmente vulneráveis ou invulneráveis, mas, sim, um contínuo entre ambos. No que tange ao contexto brasileiro, já é possível fazer algumas inferências a partir dos resultados deste trabalho. Por um lado, a região Nordeste, especialmente a área compreendida pelo Semiárido, apresenta a produção familiar com maior grau de vulnerabilidade às mudanças climáticas, tanto pela exposição histórica a um regime climático errático, marcado por recorrentes períodos de seca extrema, quanto por fragilidades político-institucionais e carências socioeconômicas. Por outro lado, espera-se que a agricultura familiar da região Sul brasileira seja a menos vulnerável no contexto nacional, apesar de também estar exposta a extremos climáticos com impactos substanciais à produção familiar. Esta expectativa se baseia no bom desempenho apresentado pela agricultura familiar na região em indicadores socioeconômicos e institucionais, conferindo menor sensibilidade relativa e alta capacidade adaptativa.

Contudo, antes de afirmações categóricas, é necessário aplicar essa metodologia a outras realidades brasileiras para obter um quadro comparativo concreto, capaz de análises mais acuradas das vulnerabilidades da agricultura familiar brasileira. Neste esforço, é necessário ter em conta as características e as particularidades

de cada região, sendo, portanto, possível a realização de adaptações na metodologia – em especial, nos indicadores que compõem o índice – quando necessário. Este será o próximo passo da pesquisa desenvolvida neste trabalho. Neste contexto, estudo semelhante encontra-se em estado avançado em regiões da Amazônia brasileira (Pará, Acre e Mato Grosso) e, em breve, será estendido a populações localizadas no Cerrado.

Cabe destacar que optou-se neste trabalho por não atribuir pesos aos indicadores, uma vez que não foram identificados critérios confiáveis para balizar esta decisão. Contudo, é fundamental que desdobramentos desta pesquisa estabeleçam ponderações que reflitam o papel de cada indicador na vulnerabilidade da agricultura familiar à seca, em escala municipal e regional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intensificação das catástrofes climáticas observada no Brasil, especialmente nos últimos anos, explicita a urgência com que ações de prevenção devem ser adotadas, visando reduzir perdas de vidas humanas e prejuízos econômicos. Neste contexto, o diálogo entre política e ciência é fundamental para que conceitos teóricos possam ser transformados em ferramentas úteis à tomada de decisão.

Este trabalho buscou elaborar um índice de vulnerabilidade da agricultura familiar às mudanças climáticas, tendo em vista contribuir para o desenvolvimento de sistemas de avaliação integrados capazes de operacionalizar conceitos complexos como o de vulnerabilidade, que perpassam diferentes dimensões e escalas espaciais. Este esforço científico destaca-se por evidenciar que, além dos condicionantes climáticos, a vulnerabilidade também é determinada por características e dinâmicas socioeconômicas e político-institucionais intrínsecas.

A construção de capacidade adaptativa por meio da melhoria das condições socioeconômicas e do fortalecimento das instituições formais e informais é estratégia-chave na redução das vulnerabilidades locais. O Brasil conta com um arcabouço político-institucional pronto para ser usado na adaptação da agricultura familiar às mudanças climáticas. O desafio é compreendê-lo de forma transversal e multidimensional, articulando – em torno do eixo da adaptação às mudanças climáticas – instituições e instrumentos políticos, os quais estão hoje ancorados em esferas governamentais distintas. É preciso que a temática seja incluída efetivamente na pauta das discussões e de prioridades dos governos, em suas distintas escalas.

Outro desafio é a formação e o fortalecimento de redes de pesquisa e inovação. Neste sentido, um elemento importante é a promoção do diálogo entre instituições e pesquisadores que trabalham com temas correlatos, visando à complementaridade de estudos e pesquisas, bem como a um maior avanço coletivo

por meio da troca de experiências e resultados já alcançados. Novas práticas e adequação das existentes podem moderar riscos e danos climáticos. Por fim, a existência de fundos de financiamento também é chave, pois os custos da adaptação são altos e o agricultor familiar dificilmente será capaz de custeá-los. O Fundo Clima⁸ é um bom exemplo. Espera-se que o Fundo Caatinga – cujos objetivos visam combater a desertificação e promover a mitigação dos efeitos da seca – esteja em breve operando, o que soma uma fonte de recursos específica para a região.

Contudo, a disponibilidade de recursos, a existência de boas condições socioeconômicas e um contexto político-institucional favorável à adaptação não são suficientes por si só para reduzir a vulnerabilidade da agricultura familiar à seca. Características individuais e coletivas, específicas de cada família e comunidade, também são fundamentais – isto é, atitudes proativas e planejadas na escala do estabelecimento; capital social no âmbito da comunidade e/ou de cooperativas; e canais de comunicação de qualidade, por meio dos quais a informação chegue ao agricultor – de categoria familiar. Tais aspectos qualitativos são de difícil mensuração – dados os critérios subjetivos de avaliação. Esta é uma das limitações de abordagens descendentes (*top down* – uso de dados secundários e de âmbito regional). Ao considerar que a materialização da adaptação dar-se-á em escala local, diagnósticos de vulnerabilidade mais consistentes demandam levantamento de dados primários nas comunidades (abordagem *bottom-up*). Por outro lado, se diagnósticos *top down* trazem representações reducionistas, na ótica do tomador de decisão, podem ser suficientemente explicativos ao contribuir para operacionalizar conceitos complexos como vulnerabilidade e capacidade adaptativa, identificando prioridades de ação. *É o ténue limiar existente entre um indicador complexo e sua complexidade indicativa.*

REFERÊNCIAS

AUSTRALIAN GREENHOUSE OFFICE (AGO); ALLEN CONSULTING GROUP. **Climate change risk and vulnerability promoting an efficient adaptation response in Australia**: final report. Canberra, ACT.: Australian Greenhouse Office, 2005.

BARTELMUS, P.; PINTER, L.; HARDI, P. **Sustainable Development Indicators**: Proposals for a way forward. United Nations: IISD, 2005.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Análise da vulnerabilidade da população brasileira aos impactos sanitários das mudanças climáticas**. Brasília, 2005.

8. O Fundo Clima, o qual será abastecido com recursos dos royalties do petróleo da camada pré-sal, poderá ser usado, direta e indiretamente, no financiamento da adaptação de populações vulneráveis.

———. **Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm>.

CASTRO, S. D. A. Riesgos y peligros: una visión desde lá Geografía. **Scripta Nova**: revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona, n. 60, 15 marzo 2002. Disponível em <<http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm>>.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E PREVISÃO CLIMÁTICA (CPTEC). Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 18 set. 2010.

CHACON, S. S. **O sertanejo e o caminho das águas**: políticas públicas, modernidade e sustentabilidade no Semiárido. Fortaleza: BNB, 2007 (Série Teses e Dissertações, n. 8).

CUTTER, S.; FINCH, C. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. **PNAS**, v. 105, n. 7, p. 2301-2306, 2008.

DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS (DEFRA). **Code of Recommendations for the Welfare of Livestock: Sheep**. Defra Publications, 2003. Disponível em: <<http://www.defra.gov.uk/animalh/welfare/farmed/farmed/sheep/booklets/sheep.pdf>>.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (DIEESE). **Estatísticas do meio rural**. Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/anu/estatisticasMeioRural2008.pdf>>.

DIETZ, T.; OSTROM, E.; STERN, P. Struggle to Govern the Commons. **Science**, n. 302, p. 1907-1912, 2003.

DIFFENBAUGH, N. S. *et al.* Indicators of 21st century socioclimática exposure. **PNAS**, v. 104, n. 51, p. 20195-20198, 2007.

EAKIN, H.; LEMOS, M. C. Institutions and change: the challenge of building adaptive capacity in Latin America. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 1, p. 1-210, Feb. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Semiárido**. Disponível em: <<http://www.cpatna.embrapa.br/>>. Acesso em: 14 set. 2010.

FINAN T. J.; NELSON, D. R. Making rain, making roads, making do: public and private adaptations to drought in Ceará, Northeast Brazil. **Climate Research**, v. 19, p. 97-108, Dec. 2001.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). Disponível em: <<http://www.funceme.br/>>. Acesso em: 17 set. 2010.

GUILHOTO, J. **PIB da agricultura familiar Brasil – estados**. Brasília: MDA, 2007. Disponível em: <http://portal.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/ater/livros/PIB-AFamiliar_x_Patronal-2002-2005.pdf>.

HOLLING, C. S.; MEFFE, G. K. Command and Control and the Pathology of Natural Resource Management. **Conservation Biology**, v. 2, n. 10, p. 328-337, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 2-3/7/10 set. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 18 set. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em: 18 set. 2010.

LEMOS, M. C. *et al.* The use of seasonal climate forecasting in policymaking: lessons from northeast Brazil. **Climatic Change**, v. 55, n. 4, p. 479-507, 2002.

LONERGAN, S. The Role of Environmental Degradation in Population Displacement. **Global Environmental Change and Human Security Project**, University of Victoria, n. 4, p. 5-15, Spring 1998.

MARANDOLA, E.; HOGAN, D. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente e Sociedade**, v. 3, n. 2, p. 94-110, 2004.

MARENGO, J. **Caracterização do clima no Século XX e Cenários Climáticos no Brasil e na América do Sul para o Século XXI derivados dos Modelos Globais de Clima do IPCC**. CPTEC/INPE, 2007. Relatório 1.

MORTON, J. F. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. **PNAS**, v. 104, n. 50, p. 19680-19685, 2007.

NORBERG J. *et al.* Diversity and Resilience of Social-Ecological Systems. *In*: NORBERG, J.; CUMMING, G. S. (Ed.). **Complexity Theory for a Sustainable Future**. New York: Columbia University, 2008. 315 p.

O'BRIEN K. L. *et al.* Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. **Global Environmental Change**, v. 14, p. 303-313, 2004.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). **Reducing Disaster Risk: a challenge for development**. New York, 2004. 146 p.

ORLOV, B. S. Ecological Anthropology. **Annual Review of Anthropology**, v. 9, p. 235-273, 1980.

PALL, P. *et al.* Anthropogenic greenhouse gas contribution to flood risk in England and Wales in autumn 2000. **Nature**, v. 470, n. 7334, p. 382-385, 2001.

PARRY, M. *et al.* **Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability – contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge UK, New York: Cambridge University Press, 2007.

SMIT, B.; WANDEL, J. Adaptive capacity and vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 282-292, 2006.

SUN, L.; LI, H.; WARD, M. N. Climate Vulnerability and Corn Yields in Semiarid Ceará, Brazil. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 46, p. 226-240, 2007.

WATSON, J. D. **O DNA: o segredo da Vida.** São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

WILBANKS, T. J. Scale and sustainability. **Climate Policy**, v. 7, n. 4, p. 278-287, 2007.

WILLOWS, R. I.; CONNELL, R. K. (Ed.). **Climate adaptation: Risk, uncertainty and decision-making.** UKCIP Technical Report. Oxford: UKCIP, 2003.

YUSUF, A. A.; FRANCISCO, H. **Climate Change Vulnerability Mapping for Southeast Asia.** Ottawa: IDRC/CRDI, 2009.

IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO SETOR AGRÍCOLA BRASILEIRO*

José Féres**

Eustáquio Reis***

Juliana Simões Speranza***

1 INTRODUÇÃO

Há evidências científicas cada vez mais consistentes de que o aumento de concentração dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera conduzirá a temperaturas mais elevadas e a variações no regime de chuvas ao longo do século XXI. Essas mudanças, por sua vez, deverão acarretar impactos econômicos significativos sobre diversos setores de atividade.

O setor agropecuário destaca-se como particularmente sensível aos efeitos das mudanças climáticas. Em regiões em que são registradas baixas temperaturas, o aquecimento global pode criar condições climáticas mais propícias a práticas agropecuárias e levar a um aumento da produtividade do setor. Nessas regiões, a adaptação dos produtores rurais a condições climáticas mais favoráveis poderá levar ao avanço das áreas de lavoura e à conversão de florestas em áreas agrícolas, acelerando o processo de desmatamento. Já em regiões de clima quente, em que as altas temperaturas estão próximas ao limite de tolerância das culturas agrícolas, o aquecimento global poderá acarretar quedas de produtividade agrícola.

A perspectiva de queda de produtividade é uma questão crítica em países de clima tropical, como o Brasil. De fato, a agricultura brasileira é particularmente vulnerável aos efeitos do aquecimento global, uma vez que boa parte da produção está localizada em regiões de temperaturas elevadas. O potencial declínio da produtividade e da renda agrícola, por sua vez, poderá ter um expressivo impacto negativo sobre o desenvolvimento econômico, aumentar a pobreza e reduzir os níveis de bem-estar da população rural. Nesse contexto, avaliar o impacto econômico das mudanças climáticas sobre as atividades agrícolas é de fundamental importância para auxiliar a formulação de estratégias de adaptação para o setor.

* Este capítulo é uma versão resumida de Féres, Reis e Speranza (2008). Os autores agradecem a Thais Barcellos pelo eficiente trabalho de assistência a esta pesquisa.

** Técnico de Planejamento e Pesquisa do Ipea.

*** Bolsista do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) do Ipea.

Este capítulo se propõe a avaliar os efeitos de longo prazo das mudanças climáticas globais sobre a lucratividade das atividades agrícolas no Brasil. Para tanto, são apresentadas simulações baseadas nas projeções dos modelos climatológicos utilizados no *3º Relatório de Avaliação* do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2001).

Este trabalho está organizado da seguinte forma. Após esta introdução, a seção 2 apresenta uma revisão dos resultados encontrados na literatura empírica acerca dos impactos econômicos das mudanças climáticas sobre as atividades agrícolas no Brasil. A seção 3 apresenta a metodologia utilizada em nossos exercícios de simulação. Por fim, a seção 4 apresenta os resultados e resume as principais conclusões.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Existe vasta literatura sobre os efeitos das mudanças climáticas globais na agricultura. Os estudos pioneiros se basearam em modelos estritamente agrônômicos. Essa abordagem especifica modelos de crescimento de determinada cultura e analisa, por meio de simulações, de que forma mudanças nas variáveis climáticas afetam a produtividade da planta. Os modelos agrônômicos permitem estimar sem viés os efeitos da variação dos fatores climáticos sobre a produtividade de uma cultura específica, uma vez que todos os demais fatores que influenciam a produtividade são mantidos sob controle durante o experimento.

O estudo de Assad *et al.* (2008) constitui-se na análise mais abrangente do efeito das mudanças climáticas na agricultura brasileira a partir de um modelo agrônômico.¹ São apresentadas estimativas do impacto do aquecimento global sobre a produtividade e no padrão de distribuição geográfico das principais culturas. Segundo as simulações, o aumento das temperaturas em decorrência do aquecimento global tem um efeito líquido negativo e pode comprometer a produção de alimentos no país. As perdas na safra de grãos são estimadas em R\$ 7,4 bilhões já em 2020, podendo atingir R\$ 14 bilhões em 2070. Além disso, o aquecimento global afetaria profundamente a geografia da produção agrícola no Brasil. A soja foi identificada como a cultura mais afetada, atingindo perdas da ordem de 40% em 2070. O aquecimento global também teria impacto significativo no café, que migraria das regiões tradicionais de São Paulo e Minas Gerais para o Sul do país, onde a redução das geadas tornaria as condições climáticas mais propícias à cafeicultura. Milho, soja, feijão, algodão e girassol sofreriam perdas significativas no Nordeste. Vale observar que a perda de produtividade das culturas de subsistência no Nordeste pode gerar graves consequências sociais,

1. Siqueira, Farias e Sans (1994) também fazem uma análise a partir de um modelo agrônômico, mas consideram uma gama menor de culturas.

uma vez que atingiria a rentabilidade da agricultura familiar. Por outro lado, a cana-de-açúcar, cultura com maior capacidade de adaptação a temperaturas mais elevadas, poderia se espalhar pelo país. Segundo as simulações apresentadas no estudo de Assad *et al.* (2008), a área plantada de cana poderia dobrar nas próximas décadas. A tabela 1 mostra a variação de áreas com potencial agrícola para as diferentes culturas, segundo projeções climáticas para o cenário A2 do IPCC. Como pode ser observado, as simulações indicam que o aumento da temperatura vai diminuir as áreas com potencial agrícola em relação à situação atual para quase todas as culturas, com exceção da cana-de-açúcar e da mandioca.

TABELA 1
Variação das áreas com potencial agrícola para o plantio das principais culturas brasileiras

Culturas	Área potencial atual (km ²)	Cenário A2 – 2020		Cenário A2 – 2070	
		Área potencial estimada (km ²)	Variação (%)	Área potencial estimada (km ²)	Variação (%)
Algodão	4.029.507	3.583.461	-11,07	3.386.020	-16,12
Arroz	4.168.806	3.764.488	-09,70	3.577.169	-14,19
Café	395.976	358.446	-9,48	265.243	-33,01
Cana	619.422	1.608.994	159,76	1.351.441	118,18
Feijão	4.137.837	3.957.481	-04,36	3.587.559	-13,30
Girassol	4.440.650	3.811.838	-14,16	3.633.928	-18,17
Mandioca	5.169.601	5.006.777	-03,15	6.268.636	21,26
Milho	4.381.791	3.856.839	-11,98	3.624.487	-17,28
Soja	2.790.265	2.132.001	-23,59	1.635.239	-41,39

Fonte: Assad *et al.* (2008).

Não obstante a importância da análise de Assad *et al.* (2008), deve ser observado que o estudo leva em conta apenas o impacto do aumento da temperatura sobre a produtividade agrícola. Não são consideradas nas simulações as variações da precipitação, um determinante importante da produtividade das culturas.

Já a literatura econômica tem privilegiado os modelos hedônicos² na avaliação do impacto das mudanças climáticas sobre a agricultura. Em vez de analisar o impacto das variáveis climáticas sobre uma cultura específica como nos modelos agrônômicos, a abordagem hedônica examina como o clima, em diferentes áreas geográficas, afeta o valor das terras agrícolas. O modelo hedônico pressupõe que os mercados de terra são eficientes e, portanto, o preço desta reflete o fluxo descontado das rendas agrícolas futuras. Estes modelos consideram ainda

2. A aplicação do modelo hedônico à questão das mudanças climáticas foi proposta por Mendelsohn, Nordhaus e Shaw (1994). Este modelo também recebe a denominação de abordagem ricardiana.

que os produtores rurais alocam suas terras para os usos mais lucrativos, levando em conta as condições econômicas e agroclimáticas e, dessa forma, o preço da terra seria capaz de incorporar também o efeito do clima sobre a atividade agrícola. Logo, a abordagem hedônica abrange tanto os impactos diretos do clima nos rendimentos de diferentes culturas quanto os indiretos decorrentes da substituição entre culturas em face de variações climáticas.

O estudo de Sanghi *et al.* (1997) propõe um modelo hedônico para avaliar os efeitos do clima sobre o preço da terra. Os autores estimam os efeitos decorrentes de um aumento uniforme de 2,5°C da temperatura e de 7% da precipitação em todos os municípios brasileiros. Sanghi *et al.* (1997) encontram um efeito líquido negativo no valor da terra agrícola no Brasil, com reduções entre 2,16% e 7,40% no preço médio da terra. Os autores fornecem evidências empíricas de que os estados situados na região Centro-Oeste serão os mais negativamente afetados pelas mudanças climáticas. De acordo com as simulações, o preço da terra nos estados de Mato Grosso e de Goiás teriam reduções entre 5% e 18% em relação aos valores atuais. De fato, na região Centro-Oeste encontram-se as áreas de cerrado, caracterizadas por elevadas temperaturas e baixa pluviosidade; portanto, bastante vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas. Já os estados localizados na região Sul, por possuírem temperaturas mais amenas e, portanto, maior capacidade de adaptação, poderiam até mesmo se beneficiar moderadamente com o aquecimento. No caso do Rio Grande do Sul, por exemplo, as estimativas apontam para um aumento no preço da terra de até 5% em face dos cenários climáticos analisados. Esta conclusão está de acordo com os resultados de Assad *et al.* (2008), que apontam que a mudança climática poderia levar à migração de culturas tropicais para a região Sul. Esta apresenta hoje restrições às culturas adaptadas ao clima tropical por causa do alto risco de geadas. No entanto, como ela deve apresentar uma redução de eventos extremos desta natureza, o Sul do país pode tornar-se propício ao plantio de culturas tropicais.

Evenson e Alves (1998) analisam os efeitos das mudanças climáticas sobre os padrões de uso da terra. Os autores estimam um modelo econométrico de alocação de terra para seis tipos de uso: lavouras temporárias, lavouras permanentes, pastos naturais, pastos plantados, florestas naturais e florestas plantadas. Seus resultados indicam que um aumento uniforme de 3°C de temperatura e 3% nos níveis pluviométricos levaria a uma redução de 1,84% da área de floresta natural e a um aumento de 2,76% das áreas de pastagem. Os autores avaliam ainda que os ganhos de produtividade agrícola decorrentes do progresso tecnológico poderiam reduzir as perdas de áreas florestais. Dessa forma, o investimento em pesquisa para o desenvolvimento de cultivares mais resistentes a temperaturas elevadas seria uma estratégia eficaz de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas.

Em linhas gerais, a evidência empírica indica que o efeito líquido das mudanças climáticas na agricultura brasileira é negativo, embora existam expressivas variações regionais. Os estudos identificam as regiões Norte, Nordeste e parte da Centro-Oeste como as mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas. Já municípios localizados nas regiões Sul e Sudeste seriam menos atingidos e poderiam mesmo se beneficiar com estas mudanças. Ao atingir de maneira mais crítica as regiões menos desenvolvidas do país, os estudos indicam que as mudanças climáticas podem contribuir para o aumento das desigualdades regionais.

3 MODELO ECONOMÉTRICO E BASE DE DADOS

A abordagem hedônica foi recentemente criticada por Deschênes e Greenstone (2007). Segundo estes autores, as estimações dos modelos hedônicos estão sujeitas ao viés de variável omitida e, assim, forneceriam estimativas viesadas do impacto dos fatores climáticos sobre o preço da terra.

Deschênes e Greenstone (2007) propuseram um modelo no qual os efeitos atribuídos aos fatores climáticos são identificados a partir de desvios de temperatura e precipitação observados em determinado ano em relação às suas médias históricas. Esses desvios não podem ser antecipados pelos produtores agrícolas e são, portanto, supostamente independentes aos determinantes não observáveis dos lucros agrícolas. Dessa forma, o modelo oferece uma possível solução ao problema de viés de variável omitida apresentado pela abordagem hedônica, identificando com maior precisão o efeito das mudanças climáticas sobre as atividades agrícolas.

Além do potencial viés, uma segunda restrição à aplicação do modelo hedônico ao caso brasileiro diz respeito ao processo inflacionário pelo qual o país passou. Ao longo da década de 1980 e no início dos anos 1990, a compra de terras agrícolas no Brasil era uma estratégia de *hedge* contra os efeitos da inflação. Nesse período, o preço da terra pode ter sido influenciado por um componente especulativo, não refletindo o fluxo descontado futuro dos rendimentos agrícolas. Caso isto tenha ocorrido, o pressuposto básico do modelo hedônico é violado, e as análises hedônicas baseadas no preço da terra de períodos de alta inflação, podem estar viesadas.

Em vista do potencial viés decorrente das variáveis omitidas e do ambiente inflacionário que prevaleceu em uma parte significativa do período em análise neste capítulo, adotou-se a abordagem do modelo proposto por Deschênes e Greenstone (2007). A avaliação dos impactos das mudanças climáticas é realizada em dois estágios. Primeiro, é especificado e estimado um modelo econométrico cujos coeficientes permitem avaliar de que modo as variações climáticas influenciam a lucratividade das atividades agrícolas. Em seguida, os coeficientes

estimados são usados para simular os efeitos das mudanças climáticas sobre a lucratividade agrícola, utilizando-se as projeções dos modelos climatológicos.

A especificação econométrica é dada por:

$$y_{it} = \alpha_i + \gamma_t + X'_{it}\beta + \sum_j \theta_j f_j(W_{jt}) + u_{it}, \quad (1)$$

em que: y_{it} é a lucratividade agrícola do município i no período t , W_{jt} é um vetor de características climáticas (indexadas por j), X_{it} é o vetor das demais características observáveis que afetam a rentabilidade agrícolas. O termo α_i refere-se ao efeito fixo municipal, o qual absorve todos os determinantes da variável dependente específicos de um município que sejam invariáveis no tempo e não observáveis e, portanto, capturem variáveis não observadas na base de dados. Da mesma forma, a equação inclui também *dummies* anuais γ_t que controlam as diferenças anuais na variável dependente que são comuns entre os municípios para incorporar os determinantes variáveis no tempo da lucratividade agrícola, como os avanços tecnológicos. Controlando por esses efeitos fixos municipais e anuais, então, todas as variáveis climáticas W são introduzidas como desvios em relação a suas médias municipais. Já β e θ são os coeficientes a serem estimados e ε_{it} é o erro estocástico.

Uma vez estimados os coeficientes θ s das características climáticas, eles são usados para simular o impacto dos valores projetados do clima de acordo com cenários de concentração de gases de efeito estufa A2 e B2 definidos pelo IPCC.

3.1 Base de dados

A base de dados é construída a partir dos Censos Agropecuários 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995-1996, produzidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A lucratividade agrícola (R\$/ha) é computada como a diferença entre o total de receitas e despesas, dividida pelo da área agrícola dos estabelecimentos. A unidade de observação é a área mínima comparável (AMC), que é a menor unidade de análise ao nível municipal que acomoda as mudanças na fronteira municipal ao longo do período do painel. O número de observações a cada ano censitário é de 3.202 AMCs, mas devido à ausência de informações e/ou à inconsistência na base de dados, nós terminamos com 3.125 observações por ano. Uma vez que as AMCs representam observações ao nível municipal, de maneira a simplificar a exposição, as AMCs serão denominadas de “municípios”.

As variáveis climáticas observadas foram extraídas da base de dados CRU CL 2.0 10', produzida pelo Centro de Pesquisa do Clima (CRU) da Universidade de East Anglia, Inglaterra.³ As variáveis utilizadas são temperatura (°C) e precipitação

3. Disponível em: <<http://www.cru.uea.ac.uk>>. Para uma análise do tratamento e do método de interpolação adotados pelo CRU na construção da base de dados climática do Brasil, ver Anderson e Reis (2007).

(mm/mês) para o período 1961-1990. Os valores mensais foram agrupados em médias trimestrais correspondentes às estações do ano, quais sejam: dezembro a fevereiro (DJF), março a maio (MAM), junho a agosto (JJA) e setembro a novembro (SON). Para construir estas variáveis, converteu-se toda a base de dados climática em formato ArcGIS usando suas coordenadas de latitude e longitude, e, em seguida, estes pontos de grade foram sobrepostos às camadas das fronteiras municipais para obter a temperatura e a precipitação média para cada município.⁴

As projeções climáticas são baseadas em quatro modelos de circulação geral global.⁵ Foram usados *HadCM3* da Inglaterra, *CSIRO* da Austrália, *CCCma* do Canadá e *CCSR/NIES* do Japão. Cada modelo prevê a temperatura e a precipitação diárias, conforme especificações de parâmetros descritas pelos cenários A2 (altas emissões) e B2 (baixas emissões) de concentração de GEE do IPCC. Os cenários de emissão são baseados no *3º Relatório de Avaliação* do IPCC (IPCC, 2001). As projeções climáticas compreendem às médias dos quatro modelos para a temperatura e a precipitação médias correspondentes a períodos de 30 anos: 1961-1990, 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099. Como estamos interessados em avaliar os efeitos de médio e longo prazos das mudanças climáticas, concentramos nossa análise nos períodos 2040-2069 e 2070-2099.

As temperaturas e as precipitações médias e projetadas para as regiões brasileiras encontram-se na tabela A1 do anexo. Prevê-se um aumento de temperatura em todas as regiões do Brasil, com as maiores amplitudes de variação no Centro-Oeste. Já os índices pluviométricos não apresentam um padrão espacial homogêneo: enquanto projeta-se uma redução de chuvas na região Norte, a Sul tenderia a ter um aumento nos índices pluviométricos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das simulações encontram-se na tabela 2. Estas sugerem que, em nível nacional, os impactos de médio prazo das mudanças climáticas na lucratividade agrícola seriam relativamente modestos: para o clima projetado para o período 2040-2069, as perdas de lucro na agricultura serão na escala de 0,8% a 3,7%. Os efeitos são consideravelmente mais severos para o clima projetado para o período 2070-2099, quando se estimam que as reduções da lucratividade agrícola possam alcançar 26%. Tais resultados sugerem que, embora as consequências das mudanças climáticas globais possam ser amenas a médio prazo, os formuladores de políticas devem estar cientes dos efeitos significativos a longo prazo. Nesse sentido, os efeitos modestos a médio prazo não devem ser vistos como um incentivo

4. No caso de municípios pequenos onde não são encontrados pontos de grade, são utilizados os valores do ponto mais próximo à fronteira municipal.

5. A base de dados das projeções climáticas foi fornecida por Wagner Soares, do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

para não se tomar algumas ações, mas uma oportunidade para a implementação de políticas de adaptação e mitigação.

Entre as políticas que devem ser fortalecidas, destaca-se o desenvolvimento de cultivares com maior tolerância a temperaturas mais quentes e clima mais seco. Considerando-se o longo ciclo para o desenvolvimento e a comercialização de novos cultivares, tais projetos não podem ser postergados. A adoção de algumas tecnologias também deve ser incentivada, como o plantio direto na palha, que diminui sensivelmente o risco de perda de safra por seca. Outra tecnologia indicada são os sistemas agroflorestais de integração pecuária – lavoura – floresta, que permite a recuperação de áreas degradadas de forma rentável.

TABELA 2

Impacto das mudanças climáticas sobre a lucratividade agrícola no Brasil segundo os cenários de emissões A2 e B2

(Em %)

Variação relativa da lucratividade	Cenário A2	Cenário B2
Período 2040-2070	-3,7	-0,8
Período 2070-2100	-26,0	-9,4

Elaboração dos autores.

As simulações também sugerem que as consequências das mudanças climáticas irão variar entre as regiões brasileiras. Como observado na tabela 3, a lucratividade das atividades agrícolas no Norte, no Nordeste e no Centro-Oeste pode ser severamente afetadas. Já no horizonte de médio prazo 2040-2070, as simulações sugerem perdas de lucratividade entre 20% e 50%. Este resultado pode ser justificado pelo fato de que nestas regiões as atividades agrícolas são realizadas em condições de altas temperaturas, com possibilidades limitadas de adaptação por parte dos produtores rurais. Por outro lado, as simulações apontam que o Sudeste e o Sul podem ser ligeiramente beneficiadas pelas mudanças climáticas. De fato, estas regiões se caracterizam por ter um clima mais moderado e terras férteis, possibilitando uma capacidade maior de adaptação a mudanças climáticas. Deve-se observar que a heterogeneidade geográfica dos efeitos destas mudanças encontrada neste estudo é semelhante às análises resenhadas.

TABELA 3
Impacto das mudanças climáticas sobre a lucratividade agrícola das regiões brasileiras segundo os cenários de emissões A2 e B2
 (Em %)

Variação relativa da lucratividade	Cenário A2	Cenário B2
Região Norte		
Período 2040-2070	-50,0	-34,8
Período 2070-2100	-124,6	-65,7
Região Nordeste		
Período 2040-2070	-20,4	-14,3
Período 2070-2100	-51,8	-27,8
Região Sudeste		
Período 2040-2070	8,5	8,5
Período 2070-2100	-0,5	6,4
Região Sul		
Período 2040-2070	13,3	9,2
Período 2070-2100	17,3	12,8
Região Centro-Oeste		
Período 2040-2070	-46,0	-23,2
Período 2070-2100	-161,8	-9,4

Elaboração dos autores.

O fato de os efeitos do aquecimento global serem espacialmente diferenciados no Brasil tem a implicação de que as desigualdades regionais brasileiras, já grandes, podem se tornar ainda mais acentuadas no futuro devido às condições climáticas, demandando atenção por parte das políticas públicas. Em razão do impacto significativo nas atividades rurais no Norte e no Nordeste, é importante fortalecer os mecanismos de proteção social e formular estratégias de adaptação das populações mais vulneráveis.

Uma segunda consequência econômica distributiva é que as regiões Centro-Oeste e Norte, nas quais o agronegócio se destaca e expande a fronteira agrícola, são as mais severamente atingidas pelo aquecimento global. Se o setor de agronegócios brasileiro tem sido atualmente importante para equilibrar o balanço de pagamentos do país, diante das perspectivas futuras dos efeitos do aquecimento global, o Brasil deveria repensar a direção do fluxo de investimentos na sua matriz produtiva. No caso do setor agrícola, mesmo com o volume recente de investimentos significativo feito pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), entre outras, ainda assim, os avanços tecnológicos passados parecem não ser capazes de compensar as perdas causadas pelo aquecimento global. Talvez seja preciso reequipar a indústria nacional para enfrentar a competição no mercado estrangeiro, enquanto uma nova fonte de divisas.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, K.; REIS, J. E. **The effects of climate change on brazilian agricultural profitability and land use**: cross-sectional model with census data, 2007. Final report to WHRC/IPAM for LBA project Global Warming, Land Use, and Land Cover Changes in Brazil.
- ASSAD, E. *et al.* **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. Brasília: Embaixada Britânica, 2008.
- DESCHÊNES, O.; GREENSTONE, M. The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. **American Economic Review**, v. 97, n. 1, p. 354-385, 2007.
- EVENSON, R. E.; ALVES, D. C. O. Technology, climate change, productivity and land use in Brazilian agriculture. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 18, Dec. 1998.
- FÉRES, J.; REIS, J. E.; SPERANZA, J. Assessing the Impacts of Climate Change on the Brazilian Agricultural Sector. *In*: ANNUAL EAERE CONFERENCE, 16. Sweden: Ghotemburg, 2008.
- PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). Climate change 2001: synthesis report. Summary for policymakers. *In*: IPCC PLENARY, 18. Wembley: United Kingdom, 24-29 Sept. 2001. World Meteorological Organization and United Nations Environmental Programme.
- MENDELSON, R.; NORDHAUS, W.; SHAW, D. The impact of global warming on agriculture: a ricardian analysis. **American Economic Review**, v. 84, n. 4, p. 753-771, 1994.
- SANGHI, A. *et al.* Global warming impacts on Brazilian agriculture: estimates of the Ricardian model. **Economia Aplicada**, v. 1, n. 1, 1997.
- SIQUEIRA, O. J. F.; FARIAS, J. R. B.; SANS, L. M. A. Potential effects of global climate change for brazilian agriculture, and adaptive strategies for wheat, maize, and soybeans. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 115-129, 1994.

ANEXO

TABELA 1A

Impacto das mudanças climáticas sobre a lucratividade agrícola no Brasil segundo os cenários de emissões A2 e B2

Região	Temperatura (°C)				Precipitação (mm/mês)			
	Dez-fev.	Mar-maio	Jun-ago.	Set-nov.	Dez-fev.	Mar-maio	Jun-ago.	Set-nov.
Região Norte								
Observado	26,2	26,2	26,1	27,0	262,6	280,3	99,3	106,7
Cenário A2 período 2040-2069	28,3	28,2	28,5	29,3	255,7	269,4	94,4	98,2
Cenário A2 período 2070-2099	30,0	30,0	30,6	31,1	248,2	267,5	90,2	92,5
Cenário B2 período 2040-2069	27,8	27,8	28,1	28,9	261,5	277,8	96,1	99,3
Cenário B2 período 2070-2099	28,6	28,9	29,4	29,9	257,9	266,7	92,1	97,8
Região Nordeste								
Observado	26,1	25,2	23,6	25,6	90,0	140,3	62,5	36,3
Cenário A2 período 2040-2069	28,0	27,0	25,3	27,3	87,9	136,5	62,2	34,8
Cenário A2 período 2070-2099	29,5	28,5	26,9	29,0	73,8	132,1	58,2	30,2
Cenário B2 período 2040-2069	27,7	26,8	25,2	27,2	89,5	139,1	63,1	35,6
Cenário B2 período 2070-2099	28,4	27,6	26,0	28,0	89,7	138,6	62,8	36,1
Região Sudeste								
Observado	23,4	21,5	18,4	21,8	220,4	90,6	25,7	117,3
Cenário A2 período 2040-2069	25,4	23,5	20,5	24,2	217,9	85,6	23,2	119,0
Cenário A2 período 2070-2099	26,9	25,2	22,5	25,9	213,2	84,6	22,1	110,5
Cenário B2 período 2040-2069	24,9	23,0	20,3	23,9	223,7	92,6	21,8	117,2
Cenário B2 período 2070-2099	25,6	24,0	21,2	24,8	228,7	86,5	21,6	120,0
Região Sul								
Observado	23,1	19,5	15,4	19,4	159,9	120,5	105,5	141,4
Cenário A2 período 2040-2069	25,1	21,5	17,7	22,1	165,8	122,2	104,0	145,0
Cenário A2 período 2070-2099	26,6	23,0	19,2	23,6	170,9	125,7	106,6	152,8
Cenário B2 período 2040-2069	24,8	21,2	17,6	21,7	165,0	121,1	101,7	142,4
Cenário B2 período 2070-2099	25,4	22,0	18,2	22,3	164,3	127,0	103,6	150,1
Região Centro-Oeste								
Observado	24,9	24,1	22,1	25,0	248,4	118,1	17,5	138,2
Cenário A2 período 2040-2069	27,1	26,2	24,4	27,9	259,8	118,0	16,9	133,5
Cenário A2 período 2070-2099	28,7	28,4	26,7	29,7	254,8	119,3	16,7	127,7
Cenário B2 período 2040-2069	26,5	25,7	24,1	27,4	267,4	125,3	16,6	134,9
Cenário B2 período 2070-2099	27,4	26,8	25,2	28,5	264,3	116,3	16,5	128,5

Elaboração dos autores.

PARTE II

O BRASIL NAS NEGOCIAÇÕES INTERNACIONAIS

ANÁLISES DE CUSTO-BENEFÍCIO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Jorge Hargrave*
Ronaldo Seroa da Motta**
Gustavo Luedemann*

1 INTRODUÇÃO

A temperatura global já se encontra cerca de 1°C acima dos níveis pré-industriais e alterações climáticas já se fazem sentir por meio de secas, chuvas e inundações mais intensas e frequentes. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) estabeleceu, em seu 4^o *Relatório*, que, para se ter uma estabilização entre 2°C e 2,4°C acima dos níveis pré-industriais, deverá haver uma redução das emissões da ordem de 50% a 85%, até 2050 em relação a 2000 (AIE, 2008; IPCC, 2007). Os cenários previstos para uma estabilização em 3°C acima dos níveis pré-industriais são muito mais drásticos do que para 2°C, em termos de estresse hídrico, perda de biodiversidade, desaparecimento de corais, diminuição de produtividade agrícola, acidificação dos oceanos, secas, enchentes, furacões e aumento do nível do mar (HOUGHTON, 2009). Para se estabilizar a temperatura em 2°C acima dos níveis pré-industriais, a concentração de gases de efeito estufa (GEE) deve ficar abaixo de 450 partes por milhão (PPM) de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), e a estabilização nesta concentração ainda conta com um nível de incerteza de se manter o aquecimento em 2°C da ordem de 50% (HOUGHTON, 2009).

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), da Organização das Nações Unidas (ONU), estimou padrões de redução de emissões consistentes com uma provável chance de limitar o aumento de temperatura global a 2°C, que incluem reduções em 2050 de 50%-60% abaixo dos níveis de 1990, com uma trajetória de redução futura ainda mais drástica (UNEP, 2010). Ou seja, o esforço de mitigação será enorme e demandará investimentos que possibilitem uma transformação radical nas estruturas de produção e consumo, com uma renovação significativa do estoque de capital e do seu conteúdo tecnológico.

* Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea.

** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

Esse esforço deve exigir ações imediatas, pois há uma inércia climática que se manifesta em diversos níveis. No primeiro, como os GEE têm um tempo de permanência na atmosfera que varia de anos a milênios, as reduções de emissões demoram a fazer efeitos em termos de concentração.¹ No segundo, a temperatura também demorará anos para ceder depois da estabilização da concentração de GEE, especialmente nos oceanos. E, no terceiro, os níveis dos oceanos também respondem com atraso a variações na temperatura.

Do ponto de vista econômico e social, também existe inércia. Como o tempo de maturação de investimentos em infraestrutura é, em geral, de décadas, investimentos feitos hoje podem condicionar o desenvolvimento de países a tecnologias intensivas em carbono. Investimentos em infraestrutura e estruturas urbanas, por exemplo, têm impactos de médio prazo sobre as emissões de setores correlatos. É o caso, por exemplo, da construção de termelétricas a carvão ou de sistemas de transporte (DIETZ; MADDISON, 2009).

Ao afetarem os serviços ecossistêmicos essenciais à vida humana e à economia, como a regulação de fluxos hidrológicos e o regime de chuvas, as mudanças climáticas podem gerar grandes danos econômicos; em particular, na infraestrutura e nas atividades agrícolas. Uma elevação do nível do mar de 1 m até o fim deste século colocaria em risco a vida de 60 milhões de pessoas e US\$ 200 bilhões em ativos em países em desenvolvimento (BANCO MUNDIAL, 2009a). Mesmo supondo um aumento de apenas 2°C, algumas estimativas apontam que entre 100 e 400 milhões de pessoas podem passar fome (EASTERLING *et al.*, 2007) e que 1 a 2 bilhões de pessoas podem não ter mais acesso à água suficiente para sua sobrevivência (IPCC, 2007).

Por um lado, o acúmulo dos GEE na atmosfera está principalmente relacionado ao processo de desenvolvimento dos países ricos. Hoje, os países ricos têm um sexto da população mundial, mas são responsáveis por dois terços das emissões atuais (BANCO MUNDIAL, 2009a). Por outro, os países em desenvolvimento, que são os que menos contribuíram com o aumento da concentração destes gases na atmosfera, devem sofrer os piores danos. Há estimativas que apontam que estes países devem arcar com 75% a 80% dos custos das perdas (BANCO MUNDIAL, 2009a). Isso se deve a diversas características dos países em desenvolvimento, tais como: alta dependência econômica dos serviços ecossistêmicos devido à importância da produção agrícola e extrativa na sua economia; populações concentradas em lugares mais expostos a riscos e com condições econômicas vulneráveis; e baixa capacidade econômica e institucional para se adaptar. Estima-se que um aquecimento de 2°C pode levar a perdas de 4% a 5% do produto interno bruto (PIB) em países da África e do sul da Ásia e apenas a perdas

1. *Grosso modo*, considera-se que a permanência do CO₂ na atmosfera seja de um século.

mínimas deste indicador nos países ricos, levando a perdas globais médias de 1% (NORDHAUS, 2007; STERN, 2007; YOHE *et al.*, 2007). Assim, a ausência de uma resposta adequada ao problema deve aprofundar o fosso social e econômico entre países ricos e pobres.

O combate às mudanças climáticas, de acordo com todos os estudos, envolverá quantidades significativas de recursos tanto em termos de mitigação quanto de adaptação; logo, o debate tem sido centrado na trajetória temporal destas ações. Para orientar as políticas públicas, há de se estimar o balanço necessário entre fluxos de consumo e investimentos em adaptação e mitigação e, para tal, os custos de ação devem ser comparados com os de inação. Isto é, investir menos em mitigação requer mais investimentos em adaptação no futuro e a aceitação de maiores impactos climáticos, alguns dos quais não remediáveis ou imprevisíveis.

Para enfrentar o problema, por um lado, os países ricos podem e devem diminuir a intensidade de carbono de suas economias. Por outro, nações em desenvolvimento, que ainda têm necessidades de consumo ainda não atendidas, devem buscar um padrão de crescimento mais sustentável. A mudança na trajetória de desenvolvimento destes países deverá ser específica às situações nacionais, assim como deve depender da extensão da transferência tecnológica e financeira por parte dos países desenvolvidos.

Investir em mitigação e transferir tecnologia para países em desenvolvimento são estratégias que não apenas promovem a equidade em linha com as diretrizes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), mas também fazem sentido economicamente, pois muitas ações de mitigação nestes países são de baixo custo.²

Ademais, há oportunidades de mitigação que não prejudicam o crescimento econômico, mas não são implementadas por falhas de mercado, tais como altos custos de informação ou acesso a crédito para o investimento inicial, sem mencionar barreiras da própria tradição empresarial de determinado local que podem impedir a difusão de tecnologia mais eficiente. Assim, muitas oportunidades de mitigação podem ser executadas sem prejuízo ao crescimento econômico e diversos mercados se tornarão mais dinâmicos em vista das mudanças climáticas. Ainda outras estratégias de mitigação apresentam diversos cobenefícios. É o caso das estratégias de redução das emissões por desmatamento e degradação (REDD), que também protegem a biodiversidade (BANCO MUNDIAL, 2009a; ONU, 2011), ou da substituição de diesel e gasolina por etanol ou carros elétricos, que deverá diminuir custos com saúde pública devido à redução dos níveis de poluição local.

2. Nesses países, há ainda opções de mitigação com custos negativos ainda não internalizadas por questões de financiamento ou barreiras tecnológicas.

Em face desse grande problema global e da necessidade da tomada de decisões, a ciência econômica desenvolveu modelos que procuram quantificar a diferença do custo das ações de mitigação em relação aos de inação – que seria o benefício na forma de impactos evitados – e, a partir disso, determinar qual seria a trajetória ótima de mitigação em termos econômicos. Todavia, a modelagem desses impactos e a valoração e a comparação deles com os custos de mitigação não é livre de controvérsia.

Diversos estudos já foram realizados utilizando uma gama de diferentes metodologias e bases de dados e a diversidade de seus resultados reflete bem a incerteza que ainda acompanha os estudos de análise de custo-benefício sobre mudança do clima que, portanto, vão se refletir nos processos políticos de regulação nacional e internacional das emissões de GEE. Esse capítulo procurará resumir esse debate e suas principais controvérsias. Assim, a seção 2 apresenta a lógica dos modelos pioneiros e resenha seus principais resultados, que tendem a propor uma trajetória de mitigação mais gradual. Em seguida, na seção 3, discute-se o Relatório Stern que em 2007 fez uma severa crítica aos trabalhos anteriores e orienta para ações imediatas. A seção 4 resenha as repercussões dos resultados desse relatório, apontando as principais críticas aos seus pressupostos e suas implicações para o desenvolvimento futuro dos estudos econômicos sobre mudanças do clima. Nas considerações finais, concluiu-se o capítulo com algumas análises sobre os desafios da economia do clima e sua relação com as recomendações de políticas públicas.

2 ANÁLISES DA ECONOMIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A mudança do clima é considerada uma das externalidades negativas mais difíceis para lidar, pois sua dimensão global a torna mais complexa e incerta do que a maioria das outras externalidades que ocupam a teoria econômica. Suas causas e suas possíveis consequências estão relacionadas a quase todas as atividades econômicas e afetam todas as pessoas, países e seus ecossistemas e biodiversidade. As incertezas sobre as possíveis consequências das mudanças climáticas são tão grandes, e o horizonte de tempo sobre o qual as emissões atuais serão relevantes são tão longos, que as ferramentas usuais de tomada de decisão sob incertezas podem não ser apropriadas (DIETZ; MADDISON, 2009; TOL, 2009). É nesse contexto que modelar e comparar os riscos e as incertezas relacionados às mudanças climáticas tem sido um dos maiores desafios vividos pelos economistas nos últimos tempos, com o objetivo de oferecer recomendações de políticas de combate ao aquecimento global aos tomadores de decisão e à sociedade como um todo (WEITZMAN, 2007).

Análises de custo-benefício dos investimentos em mitigação da mudança do clima ou adaptação a ela começam necessariamente com pressupostos sobre o

padrão futuro de emissões, o padrão de aquecimento esperado a partir destas e o comportamento de outras variáveis em face às mudanças na temperatura – nível do mar, por exemplo –, às mudanças na concentração dos GEE – acidificação dos oceanos e aumento da fotossíntese, por exemplo – e aos efeitos indiretos destes fatores, como alterações na evapotranspiração³ dos ecossistemas e a retroalimentação climática dela consequente.⁴ Depois, se busca traduzir em termos econômicos as consequências previstas pelos modelos. As decisões sobre o padrão eficiente de reduções de emissão baseiam-se na equalização entre o custo marginal da diminuição do consumo por causa da redução de emissões e o benefício marginal dos menores riscos climáticos que serão enfrentados no futuro trazidos a valor presente.

Os modelos econômicos de análise custo-benefício das mudanças climáticas são baseados em modelos padrão da teoria do crescimento econômico. Além disso, os modelos usados em análises empíricas procuram ser simples para serem tratáveis matematicamente. Nestes, procura-se maximizar o bem-estar social, que é a simples soma da utilidade de todos os indivíduos, em todos os períodos de tempo (uma medida de renda ou consumo trazida a valor presente por uma taxa de desconto), em função de condições climáticas projetadas (ponderados pela probabilidade de cada uma). Por questões de ordem prática, a utilidade de todas as pessoas de cada região é agregada em único indivíduo representativo em cada uma delas e multiplicada pela população da região. Cada modelo trabalha geralmente algumas poucas regiões no mundo (entre 10 e 20). Os indivíduos representativos vivem por centenas de anos ou até para sempre. Seu bem-estar depende exclusivamente de seu consumo agregado de bens e serviços⁵ (DIETZ; MADDISON, 2009). Os modelos calculam assim padrões de investimento e crescimento de emissões que maximizam a função de bem-estar social. Ou seja, tenta-se achar padrões de investimento e consumo que, considerando custos e benefícios presentes e futuros – trazidos a valor presente por uma taxa de desconto – possibilitem o maior bem-estar possível para os indivíduos.

Considerando-se que políticas públicas são capazes de desviar as trajetórias de emissão, concentrações de gases, impactos e consumo em relação a um cenário *business as usual* (BAU) (cenário que aconteceria sem ações de mitigação e, assim,

3. Somatória da evaporação da superfície terrestre com a transpiração da vegetação, importante para se entender a dissipação de calor e a transferência de umidade entre ecossistemas e a atmosfera; por exemplo, na formação de nuvens.

4. Além dos GEE, os modelos climáticos hoje utilizados pelo IPCC – disponível em: <www.ipcc.ch> – também consideram emissões de aerossóis (partículas capazes de refletir a luz incidente ou interferir na formação e na condensação de nuvens) ou alteração de albedo (característica das superfícies de refletir a luz solar incidente), devido à alteração das áreas cobertas de neve, gelo ou florestas, por exemplo, ou, ainda, ao impacto da refletância das nuvens – declaradamente, uma fonte-chave de incertezas no 4o Relatório de Avaliação do IPCC.

5. Renda e consumo que incluem bens e serviços materiais, sociais e ambientais – em alguns casos. Note-se que ao se utilizar medidas de renda ou consumo, se está indiretamente medindo também emprego.

define uma linha de base para comparações), diferentes políticas – e a ausência destas – podem ser comparadas usando uma função de bem-estar social que ranqueie os diversos níveis deste, resultantes de cada cenário. Essas análises são feitas utilizando-se modelos de avaliação integrada (IAM, na sigla em inglês), que são modelos de simulação computacional de múltiplas equações que combinam relações econômicas dinâmicas com a dinâmica geofísica do clima para analisar os efeitos econômicos das mudanças climáticas (WEITZMAN, 2007).

Há abordagens distintas quanto a identificação e mensuração de custos e benefícios de políticas de mitigação de emissões por conta da adoção de diferentes pressupostos normativos quanto a interesses nacionais, padrões de comportamento econômico, grau de aversão ao risco, assim como de dados científicos utilizados, estratégias de modelagem e previsões sobre as curvas de aprendizado futuro (NORDHAUS, 2007). Conforme será discutido em mais detalhes adiante, a taxa de desconto escolhida também tem um grande impacto sobre os resultados dos modelos. Quanto maior esta taxa, maior a preferência dos indivíduos para o consumo do presente em detrimento do futuro e, portanto, mais se privilegia a elevação do consumo atual e posterga os investimentos em mitigação e adaptação.

Tol (2009) compila alguns resultados dos modelos mais recentemente publicados por autores do *mainstream* da economia das mudanças climáticas e busca padrões e consensos entre eles. Em comum, a maioria dos modelos revisados assume a duplicação dos níveis de concentração dos GEE e um aumento da temperatura concentrado na segunda metade do século XX.

O primeiro consenso identificado entre esses estudos é o de que o impacto negativo no bem-estar relacionado à duplicação da concentração de GEE na atmosfera é relativamente pequeno – poucos pontos percentuais de PIB. Entretanto, Tol (2009) afirma que os custos não são negligenciáveis e que, como as perdas identificadas afetariam as economias para sempre, seria justificável que esforços fossem feitos para evitar os custos. O segundo, entre os autores revisados, é o consenso de que haveria pequenos ganhos econômicos a curto prazo – até a metade do século, com aumentos de temperatura de 1°C a 2°C –, seguidos por perdas substanciais a longo prazo. Esses benefícios seriam concentrados na zona temperada, onde se concentra a maior parte do PIB mundial, e estariam em grande parte relacionados à redução de custos de aquecimento e à diminuição das doenças relacionadas ao frio. Segundo o autor, a curto prazo, os ganhos nas zonas mais ricas de-

vem exceder as perdas nas zonas mais pobres, que serão as mais afetadas negativamente.⁶ É importante notar como essa visão diverge da maior parte da opinião pública e dos negociadores, como discutiremos mais adiante.

O terceiro consenso encontrado seria o de que os impactos adversos das mudanças climáticas devem se concentrar nas regiões mais pobres. Por último, há também uma convergência sobre o alto nível de incerteza sobre estes impactos; em particular, os mais extremos. Tol (2009) destaca que é muito mais fácil imaginar um cenário desastroso do que um grande *boom* econômico relacionado ao fenômeno e, portanto, esse viés afeta também as recomendações de políticas públicas.

A despeito da variação entre os diversos estudos e a controvérsia sobre alguns de seus pressupostos, a conclusão geral que se mostrou consistente e robusta, pois é comum a diversas estratégias de modelagem e especificações de custos e benefícios, é a de que o padrão ótimo de redução de emissões seria uma modesta diminuição a curto prazo, com reduções maiores a médio e longo prazo. Essa abordagem ficou conhecida como “rampa climática” ou abordagem gradualista (NORDHAUS, 2007).

A partir de estudos de custos totais de mitigação, adaptação e inação, pode-se calcular o custo social do carbono (SCC, na sigla em inglês), que é o valor presente líquido do custo marginal que a emissão de GEE gera. Do ponto de vista de políticas públicas, esse valor seria igual ao de uma taxa que internalizaria esses custos sociais na economia e induziria a sociedade a adotar a trajetória de redução de emissões que maximizasse seu bem-estar.⁷ Segundo Tol (2009), há mais de 200 estimativas de SCC que são baseadas em nove estimativas de custo total do carbono.

A escolha da taxa de desconto é a maior fonte de variação entre as diversas estimativas de SCC. Outros fatores que geram divergências são as projeções de crescimento populacional e emissões, a especificação da função de custos, a agregação dos efeitos regionais e o tratamento dado a incerteza (TOL, 2009).

6. Muitos dos pressupostos utilizados por autores que chegaram a essas conclusões são controversos e criticados por diversos outros. Alguns assumem uma grande redução na mortalidade por conta do aquecimento em locais frios. Isso representaria, para eles, um ganho grande, já que há autores que derivam o valor da vida a partir da renda per capita. Assim, faz-se uma pressuposição, por muitos considerada moralmente ofensiva, de que uma vida em um país rico vale mais do que uma em um país pobre (ACKERMAN; STANTON, 2010). No caso de bens e serviços ambientais, por exemplo, os modelos pressupõem que estes são perfeitamente substituíveis por bens e serviços produzidos pelo homem e, ainda, que seus preços relativos são constantes. Sterner e Persson (2008) mostram que o preço relativo de bens e serviços ambientais deveria subir à medida que sua disponibilidade é reduzida pelas mudanças do clima. E, como já indicavam Daly (1977) e Perrings *et al.* (1995), a substituíbilidade do capital natural pode ser limitada por um nível crítico de estoque necessário à geração dos capitais material e humano. Entretanto, o problema desde então tem sido como incorporar o grau de substituíbilidade apropriado formalmente nos modelos – ver Seroa da Motta e Dubeux (2011).

7. Conhecida na literatura econômica como taxa pigouviana. Ver, por exemplo, Seroa da Motta (2006).

Tol (2009) conclui, a partir de sua revisão de modelos de SCC, que os economistas ainda não têm conhecimento suficiente para afirmar com certeza se os gastos propostos para combater as mudanças climáticas são justificáveis economicamente. A evidência da grande incerteza é que a média geral das estimativas de SCC é de US\$ 105,00/tC, enquanto a mediana é de US\$ 29,00/tC e a moda, US\$ 13,00/tC.

3 O RELATÓRIO STERN

O maior esforço para superar esse grau de variabilidade nos resultados e remover as deficiências dos estudos pioneiros foi um documento encomendado pelo governo britânico para analisar o estado da arte do conhecimento sobre a economia das mudanças climáticas. O Relatório Stern (STERN, 2007), como ficou conhecido, recebeu grande mídia e passou a ser utilizado por diversos atores das discussões sobre clima como argumento para mostrar que haveria racionalidade econômica por trás das ações imediatas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

O relatório fez uma grande revisão de literatura sobre os impactos físicos e ambientais das mudanças climáticas e desenvolveu um modelo integrado de avaliação próprio que também estima um preço ótimo do carbono.

Assim como outros estudos, o documento segue a tradição das análises custo-benefício que comparam os custos de mitigação com os custos e os riscos da inação e recomenda que seja colocado algum tipo de restrição à emissão de GEE. Stern (2007) faz uma grande descrição dos danos que podem ocorrer por conta do aumento de temperatura e, também, de como estes devem se concentrar nas regiões mais pobres, como no caso da redução do rendimento das culturas agrícolas na África. Ele também ilustra os danos potenciais trazendo dados sobre problemas ambientais, como a perda da biodiversidade prevista devido ao aquecimento global.

Sua maior contribuição, contudo, é que, além de analisar somente os impactos médios mais prováveis, considera explicitamente o risco da ocorrência de efeitos catastróficos ou extremos, frutos de processos que se retroalimentam e têm baixa probabilidade de acontecer, mas que produziriam efeitos devastadores, como o derretimento das camadas polares.

Dessa forma, o estudo sensibiliza o leitor para os problemas relacionados à questão antes de entrar nas análises econômicas mais formais. A pesquisa se apega ao princípio da precaução na forma que devemos “pagar um seguro” contra os possíveis desastres climáticos, diferentemente do proposto pelos estudos anteriores, que recomendam ações gradualistas baseadas em custos e benefícios médios esperados.

Utilizando um modelo integrado de avaliação baseado no PAGE 2002, Stern (2007) critica os modelos anteriores por usarem taxas de desconto muito altas e faz uma longa discussão sobre argumentos morais e éticos que o levaram a escolher uma taxa de desconto mais baixa. De maneira geral, afirma que não seria ético considerar o bem-estar das gerações futuras como menos importante do que o da geração presente.

Uma das razões para o Relatório Stern ter ganhado tanta notoriedade é que ele chega a conclusões bem distintas da maior parte da literatura econômica que o precedera. Não só suas conclusões e recomendações políticas são distintas, como também estão mais em linha com aquelas defendidas por grande parte da sociedade civil organizada, ambientalistas e países que advogam por ações mais ambiciosas no combate às mudanças climáticas.

Stern (2007) afirma categoricamente que todas as análises do estudo levam à conclusão inequívoca de que os benefícios de uma ação imediata e ambiciosa de combate às mudanças do clima ultrapassam seus custos. Isso está em desacordo com a maioria dos estudos econômicos que o precederam, que recomendam uma mitigação mais gradual das emissões. O relatório afirma que, se o mundo prosseguir no cenário BAU, podem ocorrer rupturas nas atividades econômicas na segunda metade deste século e no próximo, similares às grandes guerras e à crise econômica de 1929. Assim, tomar ações imediatas seria também uma estratégia em prol do crescimento econômico e do bem-estar a longo prazo.

O relatório enfatiza também que quanto mais cedo as ações forem tomadas, menor será seu custo e maior seu benefício. E que, dado que as mudanças climáticas já são uma realidade, ações para promover a adaptação também são essenciais. Ademais, nos lembra enfaticamente do *trade-off* existente entre tomar mais medidas de mitigação hoje ou mais medidas de adaptação no futuro.

Suas conclusões centrais são que, se a sociedade não agir rapidamente, os custos e os riscos da mudança do clima seriam possivelmente equivalentes à perda de 5% do PIB mundial a cada ano, agora e para sempre. Além disso, o relatório elenca outros fatores que, se considerados juntos nas análises, poderiam elevar esse percentual para até 20%. Entre estes, ele destaca: impactos diretos no meio ambiente, nos serviços ecossistêmicos e na saúde humana, efeitos de retroalimentação possíveis em diversos fenômenos e uma ponderação especial entre as diversas regiões que colocasse mais peso para as perdas nas regiões pobres, uma vez que o impacto sobre estas é desproporcionalmente maior devido à sua maior vulnerabilidade aos eventos climáticos extremos e à mudança climática como um todo.

Na parte do cálculo dos custos de mitigação, Stern (2007) utiliza tanto uma metodologia de agregação de custos setor a setor como um modelo de equilíbrio geral computável. Ambas as análises indicam um custo de mitigação da ordem

de 1% do PIB mundial ao ano até 2050. Ou seja, os custos de mitigação seriam muito menores do que os custos associados à inação, o que embasa suas recomendações de ações enérgicas e imediatas de combate às mudanças climáticas.⁸

4 AS REPERCUSSÕES DO RELATÓRIO STERN

Uma vez que o Relatório Stern – ainda que usando basicamente os mesmos dados e a mesma estrutura analítica – trouxe conclusões e recomendações políticas muito diferentes dos estudos anteriores, ele suscitou diversas críticas por parte dos estudiosos do assunto. Entre as principais críticas, destacam-se aquelas feitas por Nordhaus (2007) e Weitzman (2007).

Entre os pontos positivos apontados por esses autores, o primeiro deles reconhece a importância do Relatório Stern para colocar em destaque políticas para o clima que tenham preocupações econômicas e ambientais ao mesmo tempo. Além disso, lembra que o documento enfatiza a necessidade de se estipular um preço para o carbono a fim de que os agentes internalizem a externalidade gerada pela emissão de GEE em suas decisões de consumo e investimento.

Weitzman (2007) afirma que outro mérito do Relatório Stern é argumentar intuitivamente que é importante considerar as incertezas sobre desastres climáticos raros e extremos que são potencialmente desastrosos e difíceis de serem quantificados. Isso, segundo o autor, poderia justificar as escolhas metodológicas do estudo. Além disso, o autor elogia o relatório por reconhecer a importância das ações de adaptação, além das de mitigação, e por popularizar o método de análise custo-benefício para não economistas.

Há vários fatores que explicam a diferença dos resultados de Stern (2007) em relação aos outros estudos que o precederam, mas pelo menos dois ganharam maior destaque na literatura. Primeiro, diversos autores classificam o texto como de natureza política, e não acadêmica. Por isso, ele não necessariamente refletiria de forma balanceada a literatura existente, mas, sim, privilegiaria aquela que estivesse de acordo com suas recomendações de políticas (NORDHAUS, 2007; WEITZMAN, 2007). No caso, ele teria enfatizado estudos que traziam baixos custos de mitigação e altos custos associados a danos das mudanças climáticas.

Segundo, e o de maior destaque, é que seus resultados dependem decisivamente do pressuposto de uma taxa de desconto muito baixa e de uma função de bem-estar muito específica.⁹

8. Em Margulis, Dubeux e Marcovitch (2010), um grupo de cientistas e instituições brasileiros, baseado no Relatório Stern, estimam para 2050 os custos de adaptação em diversos setores da economia em cenário de inação. Tal como Tourinho, Seroa da Motta e Alves (2003), também estimam os efeitos macroeconômicos de taxas de carbono e mostram que serão concentrados em alguns setores.

9. No caso, a diferença é como tratar a elasticidade do consumo. A literatura sempre considera uma elasticidade maior que 1 para internalizar que aumentos de consumo têm utilidade decrescente. Stern (2007) opta por uma elasticidade unitária, em que variações de consumo são valoradas ao par.

Teoricamente, a taxa de desconto carrega um componente de preferência pura no tempo que os indivíduos têm devido à sua finitude e um específico relacionado às suas expectativas de consumo futuro. Stern (2007) iguala o componente de preferência pura no tempo a 0 por razões éticas de igualdade entre gerações¹⁰ e ainda estima um custo muito baixo, 1,4%, para o custo de oportunidade do consumo futuro. Ao usar a taxa de desconto muito baixa, o autor coloca, assim, um peso muito grande às gerações futuras em detrimento às presentes. A diferença causada pela escolha da taxa de desconto é muito grande. Por exemplo, um dano que irá ocorrer daqui a 100 anos, trazido a valor presente pela taxa de 6%, como sugerido por autores como Nordhaus (2007), é 100 vezes menor do que se descontado à taxa usada por ele, de 1,4%.¹¹

Dasgupta (2006) também critica a escolha de Stern (2007) para os dois componentes, inclusive quanto ao segundo, que induziria a níveis muito altos de poupança que nunca foram historicamente observados.

Para embasar suas críticas ao Relatório Stern, Nordhaus (2007) estima o SCC ótimo utilizando seu modelo DICE-2007 – que é diferente do utilizado por Stern (2007) (o modelo PAGE 2002) –, utilizando a mesma taxa de desconto e função de bem-estar utilizadas por ele. Os resultados obtidos são muito parecidos com os do documento, o que leva o autor a concluir que os resultados deste dependem muito fortemente desses dois pressupostos. O autor afirma inclusive que as recomendações políticas do relatório “não sobreviveriam a substituições de seus pressupostos por outros que sejam consistentes com as taxas de juros reais e taxas de poupança observadas no mercado hoje”.

Ademais, argumenta que se tomarmos a taxa de crescimento do PIB *per capita* mundial usado por Stern (2007), teremos que este indicador passará dos US\$ 10 mil atuais, para US\$ 130 mil em dois séculos. O autor então pergunta quão ético seria argumentar que teremos que diminuir o consumo agora para melhorar o bem-estar das gerações futuras? Com uma taxa de desconto próxima de 0, como a utilizada, perdas “incertas” que vão ocorrer daqui a muitos séculos, quando trazidas a valores presente, ganham uma grande magnitude em termos de perdas de consumo *per capita* de “hoje” (NORDHAUS, 2007).

Por outro lado, Weitzman (2007) argumenta que a taxa de juros de Stern (2007) pode não estar tão errada. Para ele, na maioria dos modelos, a incerteza sobre a taxa de desconto não é considerada. Ao incorporar diversos aspectos sobre

10. Ele se utiliza de argumentos da Teoria da Justiça sobre ética distributiva do trabalho seminal de John Rawls. Nordhaus (2007) comenta que essa consideração não é consensual entre filósofos, economistas e políticos. Pelo contrário, outros postulados éticos levariam a afirmações muito diferentes.

11. Podemos agregar as posições entre os que adotam uma estratégia descritiva, ao usar as taxas de juros de mercado para gerar eficiência nas decisões de investimento no tempo, tal como em Nordhaus, (2007) e aqueles que usam de uma perspectiva mais normativa ao utilizar parâmetros baseados em princípios éticos para garantir uma alocação de recursos “justa” entre as gerações, tal como em Stern (2007).

a incerteza da taxa de desconto em termos de setores atingidos e que nível de risco usar, seus cálculos levam à adoção de uma taxa intermediária entre os 1,4% de Stern e os 6% a 7% dos outros autores para níveis entre 2% e 4%. Isso poderia levar a um senso de urgência intermediário. O autor lembra, porém, que, apesar de discordar dos pressupostos de Stern, na verdade, não se sabe qual taxa deveria ser utilizada. Ele afirma inclusive que “não seria exagero dizer que a maior incerteza da economia do clima é a incerteza sobre qual a taxa para trazer a valores presentes os fluxos futuros”.

Em estudo recente, Acemoglu *et al.* (2009), por sua vez, argumentam que tanto Stern (2007) como outros modelos não capturam o desenvolvimento tecnológico que ocorre em trajetória de inovação – isto é, não endogeneizam a mudança tecnológica – induzida por uma taxa de carbono em conjunto com subsídios à pesquisa em tecnologias limpas. Se esse efeito tecnológico fosse capturado, os custos de mitigação seriam tão reduzidos após certo período que a polêmica e a influência da taxa de desconto nos resultados desapareceriam.

O Banco Mundial (2009a) também revisou recentemente uma gama de modelos de economia do clima. A grande maioria destes concorda que o cenário BAU seria desastroso. E os principais resultados destes preveem que os custos da inação são maiores do que os do combate às mudanças climáticas para um aumento de temperatura de 2,5°C, mas nem todos têm essa conclusão para 2°C. Autores da linha da “rampa climática” tipicamente concluem que o aumento de temperatura ótimo, em termos de custo-benefício, poderia ser maior do que 3°C, diferentemente dos 2°C perseguidos como objetivo pela CQNUMC.¹²

Para o Banco Mundial (2009a), podemos dividir as estimativas de custos de combate às mudanças climáticas em termos de horizontes considerados. A maioria dos cálculos de custos de mitigação a médio prazo adota como pressuposto que esta vai ser feita no momento e nos lugares em que é mais barata. Isso significa aproveitar oportunidades em diversos países e setores e investir rápido para poupar emissões no futuro. A aplicação desse pressuposto na realidade vai depender de um acordo de ação global. Caso essa cooperação não se estabeleça, os custos de mitigação podem sofrer aumentos consideráveis.

Para a análise de longo prazo, os modelos revisados pelo Banco Mundial (2009a) estimam um custo para 2100 entre 0,3% e 0,7% ao ano do PIB mundial e de 0,5% a 1,2% ao ano para o PIB dos países em desenvolvimento. Em termos de adaptação, embora haja menos estudos disponíveis e a comparabilidade destes

12. Hof, Den Elzen e Van Vuuren (2008) mostram que, utilizando-se os mesmos modelos que recomendam 3°C, o custo extra de se atingir um aumento de temperatura máximo de 2°C em vez de 3°C é de apenas 0,5% ao ano do PIB mundial. Optar por esse investimento adicional para evitar maiores catástrofes possíveis seria escolher um “seguro de clima”, que seria o custo extra de transitar de um ótimo cenário econômico em termos de combate às mudanças climáticas (2,5°C a 3°C) para um que as ciências naturais recomendam (2°C).

seja menor, os investimentos nos países em desenvolvimento devem estar entre US\$ 75 e US\$ 100 bilhões por ano (BANCO MUNDIAL, 2009b).

Além das estimativas de custos totais de mitigação e adaptação, é necessário se calcular qual seria o montante de investimento a ser feito, porque este tem uma dinâmica própria em termos de fluxo de caixa e gera problemas adicionais para os governos e as empresas. A necessidade de financiamento é maior do que os custos totais, pois muitos dos investimentos feitos *upfront* geram economias em termos operacionais – como de combustível, por exemplo – que vão se materializar no futuro. A McKinsey & Company (2009) estimou em US\$ 563 bilhões as necessidades de financiamento em 2030 para os países em desenvolvimento – bem maior do que suas estimativas de custos de mitigação totais de US\$ 175 bilhões. Este valor, apesar de alto, representaria apenas 3% dos investimentos do cenário BAU e seria então factível para o mercado financeiro mundial (BANCO MUNDIAL, 2009b).

Nesse contexto, a criação de instrumentos de financiamento que separem aquele que paga daquele que efetivamente reduz as emissões é essencial para gerar eficiência econômica. Caso isso não ocorra, grande parte das oportunidades de mitigação em países em desenvolvimento (65% a 70%) não conseguirão se materializar até 2030 (BANCO MUNDIAL, 2009a). Um fluxo de financiamento apropriado para países em desenvolvimento – combinado com transferência de tecnologia e *capacity building* – pode garantir mitigações de baixo custo e ao mesmo tempo ajudar o crescimento econômico em bases sustentáveis e desenvolvimento.

Em suma, existem inúmeras dificuldades em se comparar os custos de mitigação e adaptação com os da inação. Pelo lado das incertezas teóricas, podemos destacar as dúvidas sobre: as tecnologias que estarão disponíveis no futuro e seus custos; a capacidade adaptativa das sociedades e dos ecossistemas; os danos que seriam causados por concentrações muito altas de GEE; e as descontinuidades e os extremos de alguns fenômenos naturais.¹³ Pelo lado ético, as principais dificuldades são como ponderar as possíveis perdas e benefícios para populações com diferentes níveis de bem-estar e exposição a riscos tanto no plano espacial (entre os diferentes países e regiões hoje) quanto no temporal (gerações presentes e futuras). No campo dos aspectos difíceis de serem mensurados, muitos problemas sociais potenciais relacionados como migrações em massa e conflitos políticos podem ter consequências desastrosas; porém, são

13. Weitzman (2009a) mostrou recentemente que a incerteza é ainda maior e de uma forma matematicamente mais complicada do que se pensava antes. A consideração explícita nos modelos da existência de cenários catastróficos que têm baixa probabilidade de se materializarem poderia implicar recomendações de cortes mais imediatos de emissões. O autor afirma ainda que as análises tradicionais talvez estejam enganando os tomadores de decisão com sua aparente concretude, mas que, na verdade, estas escondem muitas escolhas arbitrárias e suas conclusões podem ter consequências sérias.

muito difíceis de prever. Além disso, há dificuldade em valorar as perdas de vidas, *habitats* e benefícios que não são capturados nos mercados, como é o caso dos serviços ecossistêmicos.¹⁴

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises sobre a economia da mudança do clima têm fornecido importantes subsídios para informar tanto tomadores de decisão nacionais e negociadores internacionais como a opinião pública. Mesmo que, muitas vezes, não explicitamente, essas análises permeiam os posicionamentos dos diversos atores que discutem o assunto na arena nacional e internacional. As conclusões dos modelos, embora não discutidas em detalhes nas mesas de negociação, pautam o posicionamento de grande parte dos países. Alguns países julgam os diferentes modelos e consideram aqueles que lhes parecem melhores tecnicamente. Outros, apoiam-se naqueles resultados que mais se alinham com suas posições políticas.

A grande incerteza que ainda cerca os modelos de custos e benefícios e as conclusões e recomendações muito diferentes a que eles chegam têm impactos nas negociações globais. Podemos traçar paralelos entre posições nacionais e linhas de argumentações econômicas. Enquanto alguns países, como os Estados Unidos, defendem uma estratégia gradualista em linha com as recomendações de Nordhaus (1994) e Tol (2009), a União Europeia (UE) e o Brasil, entre outros, argumentam por ações mais ambiciosas e imediatas mais em linha com Stern (2007). Por esta influência, os Estados Unidos têm evitado adotar políticas nacionais restritivas às emissões de GEE que aumentariam, por exemplo, o preço dos combustíveis fósseis e optado somente por generosos subsídios à energia limpa. Já os países com políticas agressivas de combate climático introduzem geralmente restrições às emissões em conjunto com subsídios.

Por conta dessas incertezas, é importante que essa agenda de pesquisa seja aprofundada para que as discussões no âmbito político sejam, cada vez mais, cientificamente embasadas, e não apenas baseadas em ideologia. As análises da economia das mudanças climáticas dão uma contribuição importante para o debate ao incluir explicitamente nas discussões fatores ligados ao bem-estar dos indivíduos e suas diversas nuances em termos temporais e espaciais. Assim, complementando os estudos das ciências naturais, essas análises são imprescindíveis na informação dos tomadores de decisão e do público que os legitima.

14. Tendo em vista os diversos problemas e controvérsias metodológicas dos cálculos de custo-benefício, alguns autores argumentam que estimativas de custo de abatimento de carbono (MAC, na sigla em inglês) seriam mais confiáveis em diversos aspectos. Primeiro, baseiam-se em preços de bens e serviços transacionados no mercado, não requerendo valorações de dimensões como a vida humana ou os serviços ambientais. Segundo, cada elemento da curva de abatimento reflete o custo de única tecnologia ou inovação de políticas públicas. Terceiro, os horizontes são mais curtos, o que diminui o papel da taxa de desconto (ACKERMAN *et al.*, 2009). Entretanto, cálculos de MAC também apresentam algumas dificuldades, entre as quais se destaca a dependência do preço do petróleo. Para mais detalhes, ver McKinsey & Company (2009).

A questão de como calcular custos e benefícios econômicos e sociais relacionados às mudanças climáticas está entre os maiores desafios enfrentados pela ciência econômica nos últimos anos. Uma vez que é um problema global, de difícil reversão e que tem desdobramentos a longo prazo, as análises têm que incluir, primeiramente, as conclusões de estudos das ciências naturais – também permeadas por um grande nível de incerteza – sobre os problemas ambientais, localizados em diversos países, com diferentes horizontes de tempo. Ademais, os modelos econômicos têm que avaliar como isso tudo vai impactar, direta e indiretamente, a infraestrutura existente, o bem-estar das populações nos diversos espaços e no tempo, além de ter que fazer suposições sobre a capacidade de adaptação da sociedade a novas realidades. Isso tudo é ainda agravado pela incerteza sobre qual taxa de desconto deve ser adotada.

O alto grau de desconhecimento sobre potenciais eventos catastróficos, que ocorrerão com baixa probabilidade, impõe um desafio extra para a modelagem econômica acostumada a lidar com análises de efeitos médios. Para o caso das mudanças climáticas, a consideração da incerteza sobre certos aspectos é crucial para as recomendações de políticas públicas. Nesse sentido, uma pergunta-chave a ser respondida é se se deve continuar a fazer estudos sobre os efeitos médios que ocorrerão com altas probabilidades, ou mudar o enfoque para a garantia de um bem-estar mínimo para as populações de hoje e de um futuro próximo, ao mesmo tempo em que se investe em mitigação e adaptação para que se minimize a chance de que eventos extremos, com baixas probabilidades, aconteçam. Essa seria uma atitude mais parecida com a compra de um “seguro climático”.

Embora as análises de custo-benefício sejam muito úteis para que se conheça o tamanho relativo do problema, as decisões políticas devem se valer também de outras análises e princípios. Por exemplo, o princípio da precaução, segundo o qual “quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental”, é um argumento para tomar medidas ambiciosas agora para evitar possíveis danos ambientais sobre os quais não se tem conhecimento completo. Por outro lado, uma dosagem excessiva de precaução pode resultar em opções estagnantes ao desenvolvimento econômico – em particular, dos países mais pobres.

Em suma, em que pesem as incertezas dos estudos sobre os custos e os benefícios no combate ao aquecimento global, há de se considerar os pontos convergentes que apontam para a necessidade de estabelecimento de algum tipo de preço para o carbono e de reconhecimento de que não só a mitigação, mas também a adaptação é um tema importante e que, seja qual o for a trajetória de mitigação escolhida, há de se encontrar instrumentos e incentivos econômicos que minimizem seus custos.

REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, D. *et al.* **The Environment and Directed Technical Change**. Cambridge, MA, 2009 (NBER Working Paper, n. 15451).
- ACKERMAN, F.; STANTON, E. A. **The Social Cost of Carbon**. Portland: Economics for Equity and Environment, Apr. 2010. Disponível em: <www.progressive-economists.net/papers/SocialCostOfCarbon>.
- ACKERMAN, F. *et al.* Limitations of integrated assessment models of climate change. **Climatic change**, v. 95, n. 3, p. 297-315, 2009.
- AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). **Energy Technology Perspective 2008: Scenarios and Strategies to 2050**. 1. ed. Paris, 2008.
- BANCO MUNDIAL. **World Development Report 2010: Development and Climate Change**. Washington, DC: The World Bank, 2009a.
- _____. **The Economics of Adaptation to Climate Change**. Washington, DC: The World Bank, 2009b.
- DALY, H. E. **Steady-state economics: the economics of biophysical equilibrium and moral growth**. San Francisco: WH Freeman, 1977.
- DASGUPTA, P. **Comments on the Stern Review of Climate Change**. Cambridge, UK: University of Cambridge, 2006. Disponível em: <www.econ.cam.ac.uk/faculty/dasgupta/STERN.pdf>.
- DIETZ, S.; MADDISON, D. J. New frontiers in the economics of climate change. **Environmental and Resource Economics**, v. 43, n. 3, p. 295-306, 2009.
- EASTERLING, W. *et al.* (2007). Food, Fibre, and Forest Products. **IPCC WGII Fourth Assessment Report: draft for government and expert review**, IPCC, 2007. p. 1-59.
- HOF, A. F.; DEN ELZEN, M. G. J.; VAN VUUREN, D. P. Analysing the costs and benefits of climate policy: Value judgements and scientific uncertainties. **Global Environmental Change**, v. 18, n. 3, p. 412-424, 2008.
- HOUGHTON, J. T. **Global Warming: the complete briefing**. 4. ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009.
- MARGULIS, S.; DUBEUX, C.; MARCOVITCH, J. (Coord.). **Economia da mudança climática no Brasil: custos e oportunidades**. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010.
- MCKINSEY & COMPANY. **Pathways to a Low-carbon Economy**. Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve. McKinsey & Company, 2009.

NORDHAUS, W. D. Managing the Global Commons. **The Economics of Climate Change**, v. 37, n. 223, 1994.

_____. A Review of the “Stern Review on the Economics of Climate Change”. **Journal of Economic Literature**, v. 45, n. 3, p. 686-702, Sept. 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication – A Synthesis for Policy Makers**. New York, 2011. Disponível em: <www.unep.org/greeneconomy>.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). IPCC: **Climate Change 2007: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2007. 104 p.

PERRINGS, C. A. *et al.* Biodiversity conservation and economic development: the policy problem. In: _____. (Ed.). **Biodiversity Conservation**. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, 1995.

SEROA DA MOTTA, R. S. **Economia Ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2006.

SEROA DA MOTTA, R.; DUBEUX, C. Mensuração nas políticas de transição rumo a economia verde. **Política Ambiental**, n. 8, p. 197-207, jun. 2011.

STERN, N. H. **The Economics of Climate Change: The Stern Review**. 1. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

STERNER, T.; PERSSON, U. M. An even sterner review: Introducing relative prices into the discounting debate. **Review of Environmental Economics and Policy**, v. 2, n. 1, p. 1-61, 2008.

TOL, R. S. J. The Economic Effects of Climate Change. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 23, n. 2, p. 29-51, 2009.

TOURINHO, O. A. F.; SEROA DA MOTTA, R. S.; ALVES, Y. L. B. **Uma aplicação ambiental de um modelo de equilíbrio geral**. Rio de Janeiro: Ipea, 2003 (Texto para Discussão, n. 976).

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (UNEP). **The Emissions Gap Report: are the Copenhagen Accord Pledges Sufficient to Limit Global Warming to 2°C or 1.5°C? A Preliminary Assessment: Technical Summary**, 2010. Disponível em: <http://www.unep.org/publications/ebooks/emissionsgapreport/pdfs/EMISSIONS_GAP_TECHNICAL_SUMMARY.pdf>.

WEITZMAN, M. L. A review of the Stern Review on the economics of climate change. **Journal of Economic Literature**, v. 45, n. 3, p. 703-724, 2007.

_____. On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change. **The Review of Economics and Statistics**, v. 9, n. 1, p. 1-19, 2009.

YOHE, G. W. *et al.* Perspectives on Climate Change and Sustainability. *In*: PAR-RY, M.L. (Ed.). **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability – Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007. p. 811-841.

AS METAS DO ACORDO DE COPENHAGUE E AS DECISÕES DE CANCUN

Ronaldo Seroa da Motta*
Jorge Hargrave**
Gustavo Luedemann**

1 INTRODUÇÃO

A atual concentração dos gases de efeito estufa (GEE) já é preocupante e não se vislumbra a possibilidade de reduzi-la no curto prazo. Os cientistas estimam que a temperatura média do planeta possa se elevar entre 1,8°C e 4,0°C até 2100, o que causaria uma alteração de perceptível a drástica no meio ambiente (IPPC, 2007). Diversos estudos postulam que são economicamente justificáveis os gastos com mitigação de emissões para que a temperatura média do planeta não suba acima de 2°C.¹

Foi com a incumbência de tratar dessa urgente questão para além do primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto (PQ), que expira já em 2012, e fazê-lo de forma mais abrangente do que se conseguiu até então, que os países signatários da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC)² se reuniram entre 7 e 18 de dezembro de 2009, em Copenhague na Dinamarca, na sua Conferência das Partes (COP 15).

O objetivo era concluir uma agenda de negociações baseada no Plano de Ação de Bali (BAP – sigla em inglês), a saber: uma visão compartilhada para ação cooperativa de longo prazo; ações mais intensas de adaptação e mitigação; e finanças, tecnologia e capacitação. Isso inclui termos de compromissos e metas de cortes absolutos de emissão por parte dos países desenvolvidos, contribuições voluntárias de mitigação de emissões dos países em desenvolvimento mediante aporte de recursos e transferência de tecnologia por parte dos países desenvolvidos.

* Técnico de Pesquisa e Planejamento da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

** Técnico de Pesquisa e Planejamento da Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea.

1. Ver, por exemplo, Stern (2007) para uma análise mundial e Margulis, Dubeux e Marcovitch (2010) para o caso brasileiro. O capítulo 17 desse livro resenha esses e outros estudos.

2. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

As negociações se realizaram principalmente por meio de dois grupos de trabalho, a saber: o Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Ações de Cooperação de Longo Prazo no Âmbito da Convenção (AWG-LCA), que discute as possibilidades futuras de acordo, e o Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Compromissos Adicionais para as Partes do Anexo I no Âmbito do Protocolo de Quioto (AWG-KP), que debate especificamente o próximo período de compromisso do protocolo.³ O resultado alcançado na COP 15 ficou muito aquém dos objetivos postulados. Um novo acordo que fosse vinculante a todos os signatários não foi concretizado, tendo sido possível somente a assinatura do chamado Acordo de Copenhague, assinado entre vários países, mas não incorporado ao texto oficial da convenção com *status* legal vinculante.

Assim, os mandatos dos dois grupos *Ad Hoc* (AWG-LCA e AWG-KP) foram prorrogados até a COP 16, realizada em Cancun no México, de 29 de novembro a 10 de dezembro de 2010. Conforme veremos, as principais contribuições das decisões elaboradas em Cancun foram incorporar e detalhar os princípios, os objetivos e as metas de mitigação afirmados no Acordo de Copenhague no texto formal da convenção e dar novo fôlego às negociações, criando uma base sólida para os acordos da próxima conferência das partes, a ser realizada em Durban, na África do Sul.

Este texto resumirá inicialmente os principais resultados das Conferências das Partes de Copenhague e Cancun que serão temas de outros capítulos deste livro, quando então serão abordados em maior profundidade. Em seguida, nos dedicaremos a uma análise detalhada das metas notificadas no Acordo de Copenhague e confirmadas nas decisões de Cancun, discutindo as suas implicações para as negociações futuras e sua contribuição para o compromisso de se limitar o aumento de temperatura global entre 1,5°C e 2,0°C.⁴

2 OS ACORDOS GLOBAIS DO CLIMA

Durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) realizada em 1992, no Rio de Janeiro (Rio92), foi adotada a CQNUMC, ou apenas convenção, como doravante se denominará neste texto.⁵ A convenção é um acordo internacional, já assinado por 192 países, que estabelece

3. As principais questões técnicas são discutidas nos órgãos subsidiários: Órgão Subsidiário de Implementação (SBI) e o Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico (SBSTA).

4. Embora façamos referência ao longo do texto às promessas individuais de países apresentadas no âmbito do Acordo de Copenhague, essas análises são válidas para as promessas que foram confirmadas nos Acordos de Cancun, uma vez que são, em grande medida, as mesmas promessas, porém agora com um novo *status* jurídico mais forte. As promessas registradas nos Acordos de Cancun podem ser encontradas em CQNUMC (2011a, 2011b).

5. Além da convenção do clima, foram adotadas também na conferência a Convenção da Diversidade Biológica e a do Combate à Desertificação. O texto completo da CQNUMC está disponível em: *site*: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4069.html#ancora>>. Acesso em: 12 abr. 2011.

objetivos e regras para o enfrentamento ao desafio imposto pelo aquecimento global. Entre estes objetivos e regras estão as ações de mitigação para a redução de emissões de GEE e as de adaptação às mudanças climáticas que forem inevitáveis.

Como a concentração atual dos GEE acima dos níveis naturais esperados para a atual fase geológica do planeta é resultante de atividades econômicas passadas, adotou-se na convenção o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas. Este princípio reconhece que a responsabilidade de cada país é diferenciada, em virtude da contribuição das suas emissões passadas na variação da temperatura do planeta.

Dessa forma, ficou estabelecido na convenção que os países desenvolvidos liderariam os esforços globais e, portanto, assumiriam compromissos para limitar as suas emissões e assistir nas ações de mitigação e adaptação de países mais vulneráveis.⁶ Assim, reconhecia-se também a necessidade de garantia do crescimento econômico dos países em desenvolvimento.

Esses compromissos só foram efetivamente estabelecidos em 1997, quando foi assinado o PQ, por meio do qual 37 países desenvolvidos e economias em transição se comprometiam a reduzir, em conjunto, em 5,2% suas emissões em relação a 1990. As metas de cada país foram também diferenciadas, cabendo metas superiores aos países integrantes da União Europeia (UE), do Japão, dos Estados Unidos e do Canadá.⁷

Os países listados no Anexo I da convenção, na maioria países desenvolvidos, que também aparecem em sua quase totalidade no Anexo B do PQ, geralmente são referidos como *países Anexo I*. Os que não são listados no Anexo I da convenção não têm compromissos quantitativos de redução absoluta de GEE no âmbito do protocolo e são, na maioria, países em desenvolvimento. Estes países são geralmente denominados de *países não Anexo I*.

Visto que há enormes diferenças de custos de mitigação entre os países, possibilitou-se que países Anexo I possam atingir suas metas por ações que sejam realizadas em outros países, por meio de um mercado de “unidades de Quioto” (sempre em toneladas de CO₂), quais sejam direitos (permissões) de emissão ou ainda captura ou reduções certificadas de emissão de carbono. São três os mecanismos de flexibilização previstos no PQ: *i*) mercados de cotas de carbono para transações entre países Anexo I; *ii*) mecanismos baseados em projetos: implementação conjunta (IC, em inglês *joint implementation*) entre países Anexo I; e *iii*) o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL, em inglês *clean development mechanism*) entre países Anexo I e países não Anexo I (hospedeiros dos projetos).

6. Vulnerabilidade devido ao nível de renda muito baixo e/ou à magnitude e à extensão dos impactos das mudanças climáticas. Há inclusive uma aliança, The Alliance of Small Island States (Aosis), reconhecida pela convenção.

7. Os Estados Unidos acabaram por não ratificar o PQ.

Enquanto o mercado de carbono e IC são instrumentos que aumentam o custo-efetividade entre países com metas, o MDL permite este ganho de eficiência com transações entre países com metas e países sem metas de redução absoluta de redução de emissões de GEE.⁸

Embora o PQ tenha sido um início de colaboração global, as metas de redução com as quais os países ricos se comprometeram, além de insuficientes para reverterem a tendência de aumento de concentração de gases na atmosfera, até agora não estão sendo totalmente cumpridas.⁹

A implementação do PQ é baseada em períodos de compromissos. O primeiro, iniciado em 2008, se finda em 2012. Nesse contexto, a integridade das ações do protocolo depende de uma decisão sobre um segundo período de compromisso e isso tem sido um dos cerne das negociações sobre o clima nos últimos anos, principalmente em Cancun. Em um lado das discussões, estão os países que reconhecem no PQ um grande avanço e defendem a negociação de um segundo período de compromisso que se pautem por reduções de emissões mais ambiciosas por parte dos países Anexo I.

De um lado, a maioria dos defensores da manutenção dos termos firmados em Quioto são países em desenvolvimento, entre os quais o Brasil, que ocupa papel de destaque nessa discussão. De outro lado, estão países (na sua maioria Anexo I) que acreditam que o PQ não é a única resposta para a questão climática nos próximos anos. O argumento principal é que o PQ não inclui nem os Estados Unidos (maior emissor absoluto), nem as economias emergentes, cujas emissões já figuram entre as mais altas de fluxos atuais de GEE.

Nesse contexto, emerge um consenso de que para se dar continuidade ao protocolo, há que se forjar um acordo global que inclua, de alguma maneira, também as economias emergentes. Isso porque, mantidos o padrão e o nível da taxa de crescimento de países como China, Índia e Brasil, logo estes terão uma responsabilidade importante nas emissões atuais e futuras e, sem sua contribuição, uma ação global rápida e eficaz será muito mais difícil.

Essa realidade já estava reconhecida no Plano de Ação de Bali aprovado na COP 13 indicando a agenda de negociações a ser concluída na COP 15 que poderia ser assim resumida:

- Compromissos e metas mais ambiciosos por parte dos países desenvolvidos, que poderiam almejar reduções de até 40% em 2020 e 80% em 2050.

8. Para uma discussão desse mecanismo no contexto brasileiro, ver Seroa da Motta (2002).

9. Considerando que o primeiro período de compromissos do PQ expira em 2012, apenas os países da Comunidade Europeia, em seu conjunto, estão conseguindo atingir suas metas.

- Contribuições voluntárias, na forma de ações de mitigação nacionalmente apropriadas (Namas, sigla em inglês), que visam reduzir a inclinação da curva de trajetória das emissões (ou as emissões tendenciais) até 2020 de países não Anexo I, as quais seriam monitoráveis, reportáveis e verificáveis.
- Aporte de recursos por parte dos países em desenvolvimento para financiamento dessas contribuições voluntárias e para assistência em ações de adaptação.

A despeito da diferenciação que o plano faz de compromissos entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, a questão principal é como dividir os esforços entre as partes, considerando suas respectivas responsabilidades e capacidades. Isto é, a partição de cada um no orçamento de carbono, que reflete o total desejado de emissões globais.

Durante a COP 15, como citado anteriormente, os resultados alcançados ficaram muito aquém dos objetivos esperados. Um novo acordo que fosse vinculante a todos os signatários não foi concretizado, tendo sido possível somente a assinatura do chamado Acordo de Copenhague. Neste acordo, todavia, ratifica-se o compromisso de se limitar o aumento de temperatura em 2°C.

Embora a adesão seja ampla entre os signatários da convenção,¹⁰ o Acordo de Copenhague foi apenas reconhecido como existente por uma resolução da COP 15 e não representa um tratado e, portanto, as metas nacionais lá notificadas, mesmo que fossem suficientes para a consecução dessa trajetória de 2°C, não seriam obrigatórias ou vinculantes. No âmbito do Acordo de Copenhague, acordou-se que os países em desenvolvimento devem adotar Namas, no contexto do desenvolvimento sustentável, com o objetivo de reduzir suas emissões tendenciais em 2020. Países desenvolvidos devem prover apoio tecnológico, financeiro e capacitação para que os países não Anexo I possam implementar suas Namas, considerando as diferentes circunstâncias e capacidades nacionais.

Houve avanço também no que se refere às diretrizes sobre mecanismo de redução de emissões por desmatamento e degradação (REDD) tendo como foco principal a conservação de estoques de carbono.

A falta de definição nas fontes e nas regras para financiamento, na verificação e registro das Namas e para transferência de tecnologia em Copenhague frustrou fortemente aqueles que acreditaram que a COP 15 seria o início de uma nova era para o combate ao aquecimento global.

10. Ver lista completa e atualizada no site: <http://unfccc.int/home/items/5262.php>.

Conforme observado anteriormente, as expectativas de uma resposta substantiva à questão das mudanças climáticas foram transferidas para a COP 16, em Cancun. Entretanto, mais uma vez fracassou um novo acordo que fosse vinculante a todos os signatários, mas foi possível avançar sobre as bases do Acordo de Copenhague. Cancun logrou trazer para o texto oficial da convenção os princípios e os objetivos acordados em Copenhague, detalhando-os, e suplantando algumas barreiras.

Em termos gerais, a COP 16 oficializou o objetivo de limitar o aquecimento global a 2°C e reconheceu a necessidade de se considerar, em uma primeira revisão, um reforço da meta de longo prazo, para uma trajetória de 1,5°C (CQNUMC, 2010a). Além disso, os Acordos de Cancun trazem para a convenção os compromissos de mitigação indicados por quase todos os países.

Para facilitar o aporte de auxílio financeiro, tecnológico e de capacitação, determinou a criação de um registro para armazenar informações sobre as Namas que buscam apoio internacional. Para que os países em desenvolvimento consigam obter este apoio internacional, eles devem informar ao secretariado os custos estimados e a redução de emissões para cada Nama, assim como o prazo previsto para sua execução. Namas apoiadas internacionalmente estarão sujeitas a monitoramento, relatório e verificação (MRV, sigla em inglês) nacional e internacional, em conformidade com diretrizes a serem desenvolvidas, enquanto as ações de mitigação financiadas domesticamente estarão sujeitas a MRV nacional, em conformidade com orientações também a serem desenvolvidas.

As decisões de Cancun também avançam no que se refere às diretrizes sobre REDD, definindo seu escopo e sua abordagem em fases e sugere que os países estabeleçam estratégias de controle do desmatamento que poderão ser incorporadas ao mecanismo a ser criado. Nesse sentido, os países em desenvolvimento são solicitados a desenvolverem planos de ação nacional de redução do desmatamento com níveis de emissão de referência para florestas nacionais e um sistema de monitoramento nacional transparente (CQNUMC, 2010a).

Em relação ao financiamento, foi criado o Green Climate Fund, que prevê investimentos anuais de US\$ 100 bilhões até 2020 com foco na elaboração de projetos de adaptação e desenvolvimento de baixo carbono em países de menor desenvolvimento relativo. O fundo terá um comitê gestor constituído por um grupo de 24 membros de países desenvolvidos, em desenvolvimento e de menor desenvolvimento relativo. Entretanto, no ínterim, o Banco Mundial irá gerir os ativos, tendo sua posição de *trustee* reavaliada após os primeiros três anos do fundo. A estruturação deste será realizada por um comitê de transição, composto por 40 membros de diferentes regiões do mundo, sendo sete deles da América Latina (CQNUMC, 2010a).

Em relação à adaptação, a COP concordou que a intensificação da implementação das ações é necessária para reduzir a vulnerabilidade e aumentar a resiliência dos países em desenvolvimento, tendo em conta as necessidades daqueles que são particularmente vulneráveis. O acordo afirma que a adaptação deve ser realizada em conformidade com a convenção. Este também estabeleceu o quadro de adaptação de Cancun, um comitê de adaptação e um programa de trabalho sobre perdas e danos. As partes estão convidadas a submeter ao secretariado, até 21 de fevereiro de 2011, seus pontos de vista sobre a composição, as modalidades e os procedimentos para o referido comitê (CQNUMC, 2010a).

A questão mais controversa da COP 16 foi a definição de um segundo período de compromisso para o PQ, dado que houve declarações de países (Japão e Austrália) contrárias a uma definição durante o processo de negociação. A decisão tomada parece, inclusive nos encontros informais recentes em Bangkok, indicar pela continuidade dos trabalhos sob o AWG-KP para que os resultados sejam adotados “o mais cedo possível” evitando-se, assim, um hiato entre o primeiro e segundo períodos de compromisso do protocolo. Desta forma, foram submetidos compromissos a serem firmados por países Anexo I, no que se refere às metas de redução de emissões, países estes exortados a aumentar seu nível de ambição.¹¹ A decisão indica ainda que o comércio de emissões e os mecanismos de flexibilização baseados em projetos devem continuar disponíveis.

Conforme observado anteriormente, os resultados das negociações das COPs 15 e 16 serão objeto de outros capítulos desse livro, em que serão abordadas em detalhes as questões das Namias, das REDD e do PQ.

3 AS METAS DO ACORDO DE COPENHAGUE E DAS DECISÕES DE CANCUN

Embora haja controvérsia do poder vinculante das metas nacionais do Acordo de Copenhague, e que foram incluídas nas Decisões de Cancun, há também um problema de comparabilidade relacionado com as distintas métricas utilizadas.

Para coordenação do esforço global seria ideal que a métrica dos compromissos nacionais fosse comparável. A métrica, que oferece melhor capacidade de monitoramento e verificação, é aquela que indica um percentual de redução relativo às emissões de certo ano-base já inventariado, o que permite estimar um orçamento de emissões futuras que resulte no aumento de temperatura até um limite definido. As reduções de emissões voluntárias dos países em desenvolvimento, cuja métrica é baseada em um desvio de uma tendência de emissões futuras, não permitem que se faça um orçamento preciso, pois dependem de um

11. Esses compromissos a serem firmados foram submetidos à CQNUMC em março de 2011 e podem ser encontrados em CQNUMC (2011a).

cenário-base hipotético não verificável.¹² Por último, há metas de intensidade de dióxido de carbono (CO₂) por unidade de renda (setorial ou *per capita*), oferecidas por alguns países em desenvolvimento, que não especificam diretamente uma quantidade de emissões e sim apenas uma relação técnica.

Os grandes poluidores, portanto, divergiram nas suas métricas notificadas ao Acordo de Copenhague. Conforme mostra a tabela 1, os países desenvolvidos tiveram que seguir a métrica do PQ e adotaram reduções percentuais em relação a um ano-base inventariado, tal como se adotou no PQ, mas quase sempre com salvaguardas quanto à existência de um acordo global vinculante com a participação de todos os grandes poluidores e, em alguns casos, com níveis de ambição diferenciados, condicionados ao nível de ambição dos outros países. Ademais, nem esses países adotaram um ano-base único, como no caso do PQ, o que dificulta a comparação de esforços relativos.

Por exemplo, a Comunidade Europeia que, por diversos motivos associados ou não ao aquecimento global e outras preocupações ambientais, adotou um modelo de crescimento com energia cara ou renovável – em comparação aos outros grandes emissores – e, portanto, já em uma trajetória de baixo carbono, propõe que sejam estabelecidas metas quantitativas claras e ampla participação de outros países. Dessa forma, notificou uma meta de redução nas emissões de GEE para 2020, de 20% em relação a 1990, que poderia se elevar para 30% dependendo dos montantes que vierem a ser compromissados pelos outros grandes emissores de GEE.¹³ A tabela 1 traz as metas apresentadas por alguns dos principais emissores entre os países desenvolvidos.

TABELA 1
Metas do Acordo de Copenhague dos países desenvolvidos

Países	Metas de redução de emissões para 2020 (%)	Ano-base
Austrália	5-15	2000
Canadá	17	2005
Comunidade Europeia	20-30	1990
Japão	25	1990
Noruega	30-40	1990
Estados Unidos	17	2005
Rússia	15-25	1990

Fonte: CQNUMC (2010b).

12. A verificação somente seria possível se o desvio fosse medido tendo como referência um ano-base inventariado.

13. Houve em julho de 2010 uma iniciativa dos ministros do Meio Ambiente da Grã-Bretanha, França e Alemanha em sugerir a adoção de 30% sem condicionantes.

O Japão, com uma meta ambiciosa de redução em 25% para 2020 em relação a 1990, também a condicionou à participação dos grandes emissores de GEE.

Os Estados Unidos se comprometeram com uma meta tímida de 17% em relação a 2005, mas que poderia chegar a 30% em 2025, 42% em 2030 e 83% em 2050.¹⁴ Em todo caso, a implementação desses compromissos dependerá de aprovação do Senado americano, em que o debate questiona desde os efeitos na competitividade da economia até a própria evidência do aquecimento global.¹⁵

Os países em desenvolvimento, que não têm metas no PQ (não Anexo I), adotaram métricas distintas, na forma de desvios de tendência, na tentativa de flexibilizar suas emissões futuras, tal como a tabela 2 mostra para alguns deles. Esses compromissos por parte dos países em desenvolvimento, além de difícil quantificação, ainda estão condicionados, na maioria das vezes, ao aporte de recursos financeiros e à transferência de tecnologia pelos países desenvolvidos ou ainda à possibilidade de se comercializarem as reduções de emissões de GEE no âmbito do MDL. Em alguns casos, são apresentados compromissos incondicionais e em nível adicional de ambição condicional a esses fatores.

Por exemplo, o Brasil que, além da sua matriz limpa, tem obtido êxito no controle do desmatamento, pôde se compromissar com metas voluntárias de reduzir entre 36,1% e 38,9% as emissões projetadas para 2020.¹⁶

TABELA 2
Emissões de GEE – segundo as Namas propostas no Acordo de Copenhague pelos países em desenvolvimento
(Em %)

Países	Desvio de tendência das emissões projetadas para 2020
Coreia do Sul	30
México	30
África do Sul	34
Indonésia	26
Brasil	36,1-38,9
Redução de intensidade de CO ₂ no produto interno bruto (PIB) projetada para 2020	
China	40-45
Índia	20-25

Fonte: CQNUMC (2010b).

14. Inferior inclusive àquela que não ratificaram no PQ.

15. Lei da Energia Limpa nos Estados Unidos (Waxman-Markey Bill) aprovada na Câmara em 2009 e o seu recente substitutivo (The American Power Act ou The Kerry & Lieberman Bill) enviado ao Senado. Esta legislação objetiva primeiramente a segurança energética ao reduzir a dependência de importações da matriz energética americana, com base em gastos maciços em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e em energias limpas/alternativas, e cria um mercado de carbono. Todavia, com a nova composição do Congresso americano, com maioria republicana, espera-se muita dificuldade para a aprovação de normas regulatórias de GEE nesse país.

16. Para uma análise mais detalhada dessas metas, ver, por exemplo, Seroa da Motta (2010).

China e Índia, por outro lado, adotaram reduções de intensidade de CO₂ do PIB. Na China, as emissões acompanham o crescimento vertiginoso da economia, o que favorece uma rápida conversão tecnológica, mas dificulta a adoção de metas absolutas. Assim, o pleito chinês foi o de atingir em 2020 uma redução de 40%-45% na intensidade de CO₂ por unidade de renda quando comparada à de 2005.

Esse tipo de métrica, embora reflita possíveis avanços em termos tecnológicos, não possibilita antever com precisão a escala da redução das emissões desses países, pois essa irá depender da suas trajetórias de renda. A Índia, por sua vez, com uma intensidade de emissões *per capita* ainda muito baixa, comprometeu-se com uma redução de intensidade de CO₂ por unidade de renda de 20%-25% em relação à de 2005.

Em suma, no Acordo de Copenhague e nas decisões tomadas em Cancun, há várias formas de métricas das metas e das Namas notificadas. De um lado, há as que definem um orçamento de emissões medido em relação às emissões observadas em certo ano (1990, 2005 etc.), mas cujas magnitudes variam de acordo com os compromissos que vierem a ser assumidos por outros países. Por outro lado, há as que estimam um futuro orçamento como um desvio na tendência das emissões futuras e, ainda, outras, baseadas na intensidade de emissões por unidade de renda, que não condicionam a compromissos de outros, mas também não definem um orçamento.

Dessa forma, os compromissos sugeridos não permitem uma comparação direta e inequívoca, o que dificultará imensamente um julgamento de compatibilidade entre esforços de mitigação entre os países.

4 OS EFEITOS CLIMÁTICOS DAS METAS DE COPENHAGUE E CANCUN

Os Acordos de Copenhague e as decisões tomadas em Cancun afirmam que cortes profundos nas emissões são necessários para manter o aquecimento da temperatura global média no limite de 2°C. Entretanto, em termos objetivos, não fica claro nos acordos se as propostas individuais dos países que constam em seus anexos, quando consideradas em conjunto, são suficientes para atingir uma trajetória de emissões que seja consistente com o limite de aumento de temperatura proposto.

O estudo da UNEP (2010) faz uma ampla revisão de diversos modelos que tentaram responder a essa pergunta e consolida seus resultados. As análises se basearam nas propostas individuais dos países apresentadas anexas ao Acordo de Copenhague, mas que, conforme já salientado anteriormente, foram quase na sua totalidade confirmadas pelos países no âmbito das decisões de Cancun.¹⁷

17. As metas dos países no âmbito dos Acordos de Cancun foram submetidas apenas em março de 2011 e não puderam ser analisadas em detalhe por nenhum estudo. Para mais detalhes ver CQNUMC (2011a, 2011b).

Primeiro, o estudo afirma que, em um cenário de linha de base (BAU – *business as usual*, sigla em inglês), as emissões globais anuais projetadas para 2020 seriam de 56 GtCO₂eq – um crescimento de 11 GtCO₂eq em relação às emissões de 2005 de 45 GtCO₂eq. Em dissonância com essa projeção, o estudo estima que as emissões globais anuais consistentes com uma provável chance de limitar o aumento de temperatura a 2°C seriam de aproximadamente 44 GtCO₂eq (com um intervalo de confiança de 39-44 GtCO₂eq).¹⁸ Ou seja, comparando estes dois cenários, é identificada uma lacuna de emissões anuais de aproximadamente 12 GtCO₂eq que deveria ser preenchida por esforços de mitigação para que os objetivos do acordo fossem alcançados.

O estudo analisa, então, em que medida as propostas dos países incluídas no acordo podem ajudar a reduzir as emissões do cenário BAU, levando as emissões globais em direção ao cenário de emissões necessárias. E para tal se considera três aspectos, a saber:

1. Se os países vão implementar suas “metas incondicionais” (que apresentam menor ambição) ou condicionais (maior ambição). Essa diferenciação decorre do fato de vários países terem condicionado reduções mais ambiciosas de suas emissões à provisão de recursos financeiros pelos países ricos ou a ações mais ambiciosas de outros países.
2. Como as regras de contabilidade de emissões do setor de uso e mudança do uso da terra (sigla em inglês, Land use landuse change – LULUCF) serão usadas para enfraquecer as metas pelos países industrializados. Isso poderia ocorrer se forem contabilizadas reduções de emissões de atividades do setor que ocorreriam mesmo na ausência das metas de emissão.
3. De que forma o excesso de créditos de emissão restantes do primeiro período de compromisso do PQ serão usados para que países industrializados atinjam suas metas.

O relatório então combina esses quesitos criando quatro diferentes cenários do cumprimento das propostas individuais dos países e examina em que medida cada um deles ajudaria a diminuir essa diferença. Para o quesito 1, a classificação diferencia entre o atingimento das metas “incondicionais” e “condicionais”, de acordo com o explicado anteriormente. Para os aspectos 2 e 3, a classificação diferencia entre “regras lenientes” para identificar a maximização do uso de créditos de emissões excedentes do primeiro período do PQ e a utilização de regras lenientes em relação à contabilidade de LULUCF; o caso contrário é identificado como “regras estritas”. Assim, são formados os seguintes cenários de emissões globais anuais para 2020, baseados nos graus de implementação dos compromissos firmados no acordo:

18. O estudo se refere como provável para uma probabilidade maior do que 66%.

Metas incondicionais e regras lenientes: levaria a emissões anuais de 53 GtCO₂eq (3 GtCO₂eq abaixo do cenário BAU) e a uma diferença de 9 GtCO₂eq em relação às emissões necessárias.

- Metas incondicionais e regras estritas: emissões anuais seriam reduzidas para 52 GtCO₂eq e a diferença ainda seria de 8 GtCO₂eq.
- Metas condicionais e regras lenientes: emissões anuais de 51 GtCO₂eq e uma diferença de 7 GtCO₂eq.
- Metas condicionais e regras estritas (implementação máxima): emissões reduzidas a 49 GtCO₂eq e uma diferença restante de 5 GtCO₂eq.

Ou seja, o melhor cenário de implementação levaria a uma diminuição das emissões globais de 7 GtCO₂eq em relação ao cenário BAU, mas ainda deixaria uma diferença de 5 GtCO₂eq para que os objetivos afirmados no acordo fossem alcançados. Isso equivale, por exemplo, às emissões anuais de todo o setor de transporte hoje.

UNEP (2010) levanta ainda alguns pontos que não foram levados em consideração nas estimativas, mas que poderiam afetar as emissões globais em 2020 de maneira significativa. Pelo lado de riscos negativos, a redução alcançada de cada um dos cenários pode ser ainda mais tímida se os países industrializados usarem como *offsets* parte das reduções de emissões das Namias propostas pelos países em desenvolvimento para cumprir seus compromissos. Pelo lado das incertezas positivas, se fundos de grande envergadura forem colocados à disposição dos países em desenvolvimento, a redução de emissões pode ser maior.

Ademais, o estudo lembra que a consecução da meta de 44 GtCO₂eq de emissões anuais em 2020 não garante a meta de longo prazo de 2°C. Pelo contrário, essa elevação de temperatura no longo prazo está associada a um padrão específico da evolução das emissões que inclui o pressuposto de pico de emissões globais antes de 2020 e condicionada a robustas diminuições de emissões após esse ano em uma trajetória que inclui reduções de 50%-60% em 2050, abaixo de 1990, e emissões negativas de CO₂ nos setores de energia e indústria a partir da segunda metade do século.

Ou seja, além do fraco *status* legal do acordo (que foi parcialmente resolvido em Cancun), mesmo que todos os países implementem de maneira máxima suas promessas, ainda haveria uma lacuna de reduções de emissão em relação ao que seria necessário para que o objetivo do acordo – e o que a ciência recomenda – fosse alcançado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado alcançado na COP 15 ficou muito aquém dos objetivos postulados. Um novo acordo que fosse vinculante a todos os signatários não foi concretizado, tendo sido possível, porém, a assinatura do chamado Acordo de Copenhague. Neste, ratifica-se o compromisso de se limitar o aumento de temperatura em 2°C e propõe-se a criação de mecanismos de financiamento e de redução de desmatamento e degradação florestal. A COP 16, em Cancun, até por pressão da opinião pública, avança nesses resultados trazendo-os para o texto oficial da convenção, detalhando-os e criando uma base sólida para os acordos da próxima conferência das partes, a ser realizada em Durban, na África do Sul.

Assim, a plataforma de negociação atual baseia-se nos termos dos Acordos de Cancun, nas metas nacionais notificadas ao Acordo de Copenhague, confirmadas em Cancun, e na expectativa sobre a continuidade do PQ.

As ofertas quantitativas do Acordo de Copenhague e das decisões em Cancun, mesmo que implementadas em seu grau máximo, configuram uma redução global insuficiente para que o objetivo de 2°C seja atingido. Pelo contrário, não só ainda deixariam uma lacuna de redução de emissões necessárias em 2020 de 5-9 GtCO₂eq anuais, como também enorme incerteza sobre os padrões de emissão pós-2020. Como fator complicador das negociações, a existência de várias formas de métricas nos compromissos firmados, que não permitem uma comparação direta e inequívoca entre as metas nacionais, dificultará imensamente um julgamento de compatibilidade entre esforços de mitigação entre os países. Assim, é possível que ocorra uma diversidade de ações nacionais, regionais e locais em formatos distintos de parcerias – entre as esferas pública e privada, em âmbito local ou regional, ou mesmo entre subconjuntos de países.

Por exemplo, com tratados bilaterais e internacionais e não necessariamente globais, tais ações passariam por reavaliações periódicas, para ajustes contínuos de trajetórias.¹⁹ Esse arranjo acarretaria, entre outros problemas, maior dificuldade de se quantificar com precisão as reduções efetuadas por cada país e a negociação sobre a parte “justa” do orçamento de carbono a ser ocupada por cada um.

Do ponto de vista da geopolítica da convenção, por um lado, a polarização entre os Estados Unidos e a China terá que ser resolvida para que se viabilize a possibilidade de um novo acordo com metas ambiciosas. Por outro, esses dois países poderão, a despeito da evolução dos acordos da convenção, escolher estratégias balizadas por necessidades concorrenciais, tanto com a criação de barreiras comerciais como por competitividade tecnológica.

19. Ver uma análise dos incentivos nessa forma policêntrica de governança em Ostrom (2009).

A criação de sanções comerciais não avançou na COP 16, mas alguns países desenvolvidos já estão propondo leis climáticas nacionais que penalizam a importação de produtos dos países que não tenham redução de emissões reconhecidas pela convenção do clima. A justificativa para essas medidas é que a penalização das emissões em um país incentiva seu deslocamento para outro onde o custo pela emissão de GEE é menor. Esta possibilidade é chamada de fuga ou vazamento (*leakage*).²⁰

Outra possibilidade é que esse confronto seja dirigido para a conquista de mercados internacionais. Os Estados Unidos detêm o maior estoque de capital humano do planeta e são líderes incontestáveis em ciência e tecnologia. A China ainda está construindo seu estoque de capital físico e, portanto, utilizando capital novo tecnologicamente avançado. Assim, estes dois países, que criaram as principais barreiras para o tão esperado acordo global, prometem investir em ganhos de produtividade de carbono. Isto é, cada vez menos carbono por unidade de renda gerada.²¹

Dessa forma, em que pesem possíveis avanços nas próximas conferências das partes da convenção, as lideranças econômicas mundiais poderão se engajar via mercado em um novo paradigma concorrencial de crescimento limpo, com efeitos indiretos significativos para todos os países.²² Embora tudo indique que estaremos iniciando um novo paradigma tecnológico, falhas de mercado persistirão e esses incentivos não regulatórios podem não ser suficientes para evitar uma elevação indesejada da temperatura global.

REFERÊNCIAS

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (CQNUMC). **Decision 1/CP. 16**. Cancun Agreements. Bonn, Germany, 2010a. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211243.pdf>.

_____. **Copenhagen Accord**. Bonn, Germany. Disponível em: <<http://unfccc.int/home/items/5262.php>>. Acesso em set. 2010b.

_____. **Compilation of economy-wide emission reduction targets to be implemented by Parties included in Annex I to the Convention**. Bonn, Germany, 2011a. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2011/sb/eng/inf01.pdf>>.

20. Ver, por exemplo, Matoo *et al.* (2009).

21. Por exemplo, estudo recente de Dechezleprêtre *et al.* (2009) indica que os Estados Unidos lideram as patentes de tecnologias de baixo carbono e que a China foi o país que apresentou maior taxa de crescimento destes registros na última década. Conhecimento que já se traduz em projetos líderes em energias eólica, solar e de destruição de metano.

22. Até porque a estrutura das economias emergentes irão se transformar na direção de setores com menor intensidade de carbono, por exemplo, serviços tal como hoje se observa nas economias mais desenvolvidas.

_____. **Compilation of information on nationally appropriate mitigation actions to be implemented by Parties not included in Annex I to the Convention.** Bonn, Germany, 2011b. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2011/awgla14/eng/inf01.pdf>>.

DECHEZLEPRÊTRE, A. *et al.* Invention and transfer of climate change mitigation technologies on a global scale: a study drawing on patent data. **Review of Environmental Economics and Policy**, Nov. 2009.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Climate Change 2007: Synthesis Report.** Geneva, Switzerland: 2007. p. 104. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (Ed.)].

MARGULIS, S.; DUBEUX, C.; MARCOVITCH, J. **Economia da mudança climática no Brasil: custos e oportunidades.** São Paulo: IBEP Gráfica, 2010.

MATTOO, A. *et al.* **Reconciling climate change and trade policy.** Washington, DC: The World Bank, Nov. 2009 (Policy Research Working Paper, n. 5123).

OSTROM, E. **A polycentric approach for coping with climate change.** Washington, DC: The World Bank, Oct. 2009 (Policy Research Working Paper, n. 5095).

SEROA DA MOTTA, R. Social and economic aspects of CDM options in Brazil. **International Journal of Global Environmental Issues**, v. 2, n. 3, 4, 2002.

_____. **A regulação das emissões de gases de efeito estufa no Brasil.** Brasília: Ipea, maio 2010 (Texto para Discussão, n. 1492).

STERN, N. **The Economics of Climate Change: The Stern Review.** Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (UNEP). **The Emissions Gap Report: Are the Copenhagen Accord Pledges Sufficient to Limit Global Warming to 2°C or 1.5°C? A Preliminary Assessment – Technical Summary.** 2010. Disponível em: <http://www.unep.org/publications/ebooks/emissionsgapreport/pdfs/EMISSIONS_GAP_TECHNICAL_SUMMARY.pdf>.

AS NEGOCIAÇÕES SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PERSPECTIVA DA INDÚSTRIA

Paula Bennati*

1 INTRODUÇÃO

As negociações que se dão no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC),¹ neste estudo tratado como processo negociador da Convenção sobre Mudança do Clima, exercem impacto crescente nas economias internas dos países, sejam estes desenvolvidos, sejam estes em desenvolvimento. O presente capítulo analisará o tema sob a perspectiva do setor privado, em especial do setor produtivo brasileiro.

A análise internacional tem como ideia central a dificuldade inerente ao processo negociador da Convenção sobre Mudança do Clima em se alcançar um acordo global. De maneira ampla, este trabalho demonstra como as alterações do contexto econômico mundial interferem no processo negociador desta convenção, trazendo à tona a reflexão sobre o que de fato queremos: crescimento ou desenvolvimento econômico.

A partir desta análise internacional geral, analisa-se o grau e a natureza com que os compromissos assumidos internacionalmente afetam o setor privado brasileiro e o modo de participação deste no processo negociador.

No contexto interno, o foco desta análise é a participação do setor privado na elaboração e na implementação das medidas de enfrentamento das mudanças climáticas no Brasil. Este texto deixa clara a necessidade de tal participação ganhar mais robustez, conforme plenamente demonstrado pela análise dos temas que se encontram atualmente em negociação, bem como pelo contexto socioeconômico do país.

A governança interna das políticas públicas de clima no Brasil também é um assunto tratado neste capítulo, sendo a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) o pensamento central da análise. Ressalta-se aqui a importância de a elaboração e a implementação desta política se dar de modo participativo e convergente aos interesses de crescimento do país.

* Mestre em Mudança do Clima e analista sênior de Meio Ambiente na Confederação Nacional da Indústria (CNI).
1. United Nations Convention on Climate Change (UNFCCC).

De modo geral, este estudo conclui sua análise demonstrando que o avanço das negociações implica um maior envolvimento das empresas no processo de elaboração e de implementação das políticas externas e internas.

Não obstante a necessidade de fortalecimento do canal de articulação com o Estado, o setor industrial tem dado grandes contribuições ao país, fornecendo respostas positivas ao desafio de crescer em uma base menos carbono intensiva.

A seção 2 analisa o processo negociador no âmbito da convenção do clima com destaque para os resultados das últimas conferências das partes (COPs). Na seção 3 discute-se a posição do setor privado nacional nesse contexto internacional e em relação às recentes legislações brasileiras sobre mudança do clima. Por fim, a seção 4 apresenta as considerações finais com algumas recomendações.

2 EVOLUÇÃO DO PROCESSO NEGOCIADOR DA CONVENÇÃO DO CLIMA

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) sobre mudanças climáticas, assinada durante a Rio92, teve como base um processo negociador difícil em virtude de os novos temas tratados, em especial os custos das medidas de mitigação, exercerem impactos diretos às metas de crescimento econômico dos países participantes da cúpula.

Assim, já em 1992, o processo negociador da convenção do clima acabou por dividir o mundo em três blocos: “*os países em desenvolvimento*, que esperavam recursos financeiros novos e adicionais e transferência de tecnologia para tomar as medidas que exigem maiores recursos”; *os países ricos*, principalmente os da Comunidade Europeia, “que já haviam progredido na diminuição de emissões e cujos gastos para atingir as primeiras metas sugeridas não pareciam proibitivos”; e outros países ricos, em especial os Estados Unidos e os países produtores de petróleo, que “não enxergavam a possibilidade de se atingir as metas sugeridas sem sacrifícios econômicos excessivos” (LAGO, 2007, p. 73).

No entanto, para que fosse levada à comunidade internacional uma posição convergente com o tema central da Rio92 (Desenvolvimento sustentável), seria necessário que todos os países, ou pelo menos as economias mais relevantes, aderissem à Convenção sobre Mudança do Clima.

Optou-se, assim, naquela ocasião, pela omissão de metas específicas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) no texto da Convenção sobre mudança do Clima, possibilitando que a grande maioria dos países presentes assinasse o tratado, inclusive os Estados Unidos que já tinham, desde então, um posicionamento contrário às metas quantitativas de redução. Tal solução, embora pudesse se mostrar insustentável no longo prazo, configurou-se como o primeiro grande passo rumo à sustentabilidade global.

De fato, naquela época a maioria dos países não estava ainda pronta para assumir metas de redução de emissões de GEE e aqueles que reuniam todas as condições para liderar as demais partes no caminho para uma economia global menos intensiva em carbono mantiveram-se contrários a qualquer proposta que pudesse ser minimamente traduzida em compromisso de redução de emissões.

O cenário da economia global em 1992, no entanto, era bastante diferente do atual. Tomemos como exemplo a China, que é ao mesmo tempo uma emissora prodigiosa de GEE e uma inovadora que está avançando em direção ao próximo estágio da economia. Atualmente, com a queima de carvão ainda representando dois terços da eletricidade que empurra a economia chinesa, em impressionante curva ascendente, o governo comunista investe maciçamente em tecnologias limpas – ainda que a seriedade deste compromisso seja contestada por diversos especialistas –, sendo o vento a segunda maior fonte de energia elétrica do país (LASH, 2010).

Estima-se que, se a China mantiver o atual índice de crescimento de uso das fontes renováveis, ela poderá, na próxima década, superar sua meta de elevar o uso do percentual de energia renovável em 15% até 2020 (hoje com 7%, ante 47% do Brasil), meta esta que deverá ser alcançada mediante uma combinação de incentivos e de legislação (LASH, 2010). Em 2010, durante a COP 16, o chefe da delegação chinesa declarou em Plenária que a procura por um modelo mais verde é motivada pela percepção de que o desenvolvimento com base em um intensivo consumo de energia e na emissão de GEE não pode ser sustentado no longo prazo.

Essas mudanças rápidas e substanciais no retrato econômico mundial exercem impactos diretos no processo negociador da Convenção sobre Mudança do Clima, seja com a extinção de antigos e a criação de novos blocos de países, que reúnem esforços com vista ao alcance de objetivos comuns, seja com a criação de canais específicos de interlocução, em que são discutidos determinados temas.

Após importantes acordos terem sido firmados, em especial o Protocolo de Quioto e o Plano de Ação de Bali, foram estabelecidos dois trilhos para as negociações: o trilho da convenção, para os países em desenvolvimento e os países desenvolvidos que não tenham ratificado o Protocolo de Quioto (ou seja, os Estados Unidos), e o trilho do Protocolo de Quioto, para os países desenvolvidos constantes do Anexo 1 da Convenção sobre Mudança do Clima.

O formato dos *dois trilhos das negociações* foi uma proposta muito acertada do Brasil que, juntamente ao Mapa do Caminho e ao Plano de Ação de Bali, forma um conjunto precioso de ferramentas que visam ao alcance de um acordo multilateral, trazendo os Estados Unidos formalmente às negociações sobre o futuro do regime.

2.1 Crescimento ou desenvolvimento econômico?

Essa rápida análise do processo negociador da Convenção sobre Mudança do Clima implica o exame do conceito de desenvolvimento sustentável, em que está implícita a necessidade de se encontrar o “caminho do meio” que, em se tratando do equilíbrio do planeta, deve estar sustentado por três pilares igualmente relevantes: justiça ou relevância social, razoabilidade ou prudência ecológica e viabilidade econômica.

Nesse sentido, é preciso refletir sobre o que de fato queremos: desenvolvimento ou crescimento econômico? No crescimento a mudança é quantitativa, enquanto no desenvolvimento, é qualitativa. Não parece razoável reduzir o conceito de desenvolvimento a simples crescimento econômico, medido apenas em termos de renda *per capita* ou produto interno bruto (PIB) e que não considera as variáveis sociais, como o acesso da população à educação e à promoção da saúde, nem as relacionadas à proteção ambiental. Estaríamos, desse modo, fortalecendo um sistema que já se mostrou insuficiente e insustentável, em desequilíbrio por lhe faltar seus dois outros pilares.

O *Relatório Nosso Futuro Comum*, também conhecido como *Relatório Brundtland*, afirma que desenvolvimento sustentável é

(...) um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas (CMMAD, 1991, p. 49).

Esse processo de transformação a que o *Relatório Brundtland* faz referência demonstra que crescimento econômico e redução de emissões não são alternativas excludentes, mas que somente serão possíveis mediante uma progressiva descarbonização das economias dos países desenvolvidos e da promoção do crescimento dos países emergentes e em desenvolvimento com base em atividades pouco intensivas em carbono.

É somente o desenvolvimento econômico que, em última análise, conduzirá o mundo ao caminho da sustentabilidade. Estando a capacidade de produção do país no topo da pirâmide do crescimento econômico, o setor privado se coloca como um ator central nas discussões sobre a nova economia de baixo carbono.

2.2 As negociações sobre mudança do clima e o setor industrial brasileiro

O que está hoje na pauta das negociações é de especial interesse do setor privado, que será responsável por cobrir a maior parte dos custos das ações de mitigação,

mediante maciços investimentos em energia e tecnologia limpas, ainda que com a necessária contrapartida do Estado.

Felizmente, o processo negociador tem evoluído de maneira a privilegiar uma abordagem que exige maior participação dos países na apresentação de propostas e na construção de agendas. Valemo-nos de dois relevantes acordos para demonstrar essa mudança de abordagem que o processo negociador da Convenção sobre Mudança do Clima vem sofrendo: o Protocolo de Quioto e o Acordo de Copenhague.

O Protocolo de Quioto está fundado em uma abordagem *top-down*, na qual os compromissos assumidos pelos países no plano internacional devem ser internalizados nacionalmente. O Acordo de Copenhague, por sua vez, privilegia uma abordagem *botton-up*, em que as iniciativas de mitigação voluntárias, adotadas de modo mensurável, reportável e verificável, devem servir de base para a avaliação dos esforços nacionais de mitigação de emissões de GEE. Se entendermos a abordagem *botton-up* como a tendência do processo negociador na convenção do clima, a participação do setor privado nas negociações ganha ainda mais relevância.

2.3 A COP 16

Tomemos por base o *status* atual das negociações, em especial a última Conferência das Partes, realizada em Cancun, para melhor analisar a importância do setor privado nesse processo, seja interferindo na definição do posicionamento que o país defende na arena internacional, seja no cumprimento dos compromissos nela assumidos.

De maneira geral, o resultado alcançado na COP 16 atendeu à expectativa das partes: salvaguardar a governança pública do processo da CQNUMC – não deixar afundar o regime multilateral, restabelecendo-se a confiança no processo da Convenção sobre Mudança do Clima.

Mas decisões sobre itens importantes das agendas foram proteladas para a COP 17, em especial as de natureza emergencial tratadas no âmbito do Protocolo de Quioto (Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Compromissos Adicionais para as Partes do Anexo I no Âmbito do Protocolo de Quito – AWG-KP). Elementos importantes que não foram contemplados nas decisões incluem um acordo sobre a meta global de redução das emissões de longo termo (2050) e um ano de pico máximo das emissões globais (idealmente entre 2015 e 2020), ainda que a necessidade de um acordo nesse sentido tenha sido reconhecida.

Sobre tal aspecto, a decisão considerada um grande avanço em Cancun foi a definição do limite de 2°C no aumento da concentração da temperatura até 2050,

com relação aos níveis pré-industriais – limite acima do qual as consequências das mudanças climáticas devem ser mais nefastas. Esse limite deve ainda estar alinhado integralmente às conclusões do 4º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que afirma que “as emissões de gases do efeito estufa deveriam atingir seu auge até 2015, para que o aumento da temperatura média global se restrinja a 2°C” (IPCC, 2007).

Com relação ao segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto, o Acordo de Cancun determina que as negociações devam continuar e sejam concluídas de modo a garantir que não haverá qualquer lacuna entre o primeiro e o segundo períodos de compromisso do Protocolo de Quioto. Em termos práticos, isso significa que a decisão final deve ser adotada na COP 17, que será realizada em Durban, uma vez que o primeiro período de cumprimento do referido protocolo termina em 2012.

Não sendo este o objetivo principal deste trabalho, restrinjo a análise da continuidade do segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto, que é analisado em detalhes no capítulo 20 desta publicação. Importante notar, entretanto, que esta análise nos remete à questão central tratada no início deste texto: a segregação dos países, tendo agora como panos de fundo o futuro do Protocolo de Quioto, o estabelecimento de metas de redução de emissão de GEE mais ambiciosas para os países Anexo I e até mesmo novos compromissos para países não Anexo I.² Por se tratar de um tema crucial para a continuidade das negociações de outros itens das agendas, a credibilidade do processo da convenção estará em risco na COP 17 caso não se alcance um acordo efetivo sobre o futuro do regime.

2.3.1 Temas em negociação relevantes para o setor privado

Alguns elementos-chave que foram acordados em Cancun podem se traduzir não só como importantes ferramentas para um acordo sobre os compromissos futuros das partes, bem como para indicar caminhos que podem ser percorridos pelos países em suas políticas internas: *i*) definição de 1990 como ano-base para cálculo das reduções de emissão; *ii*) permissão de uso pelos países de anos de referência para objetivos próprios; *iii*) permissão para os países desenvolvidos utilizarem-se de comércio de emissões e de mecanismos baseados em projetos, além de atividades florestais e de uso do solo, para alcançarem suas metas de redução; e finalmente *iv*) que o potencial de aquecimento global dos gases de efeito estufa³ será aquele fornecido pelo IPCC.

2. O Anexo I é a relação dos 40 países e a Comunidade Europeia, listados na *convenção do clima*, que assumiram compromissos de reduzir emissões de GEE. Os países “não Anexo I” (países em desenvolvimento) são aqueles que não se comprometeram em assumir metas obrigatórias de redução de emissão, apesar de alguns adotarem ações voluntárias neste sentido.

3. *Global Warming Potential (GWP)*.

Um avanço alcançado na ocasião que afeta diretamente o setor produtivo, e que pode, em última análise, ampliar seu nível de interlocução com o governo, deu-se na área de tecnologia, no que se refere a seu arranjo institucional. Foi extinto o Expert Group on Technology Transfer (EGTT) e estabelecido um novo “mecanismo” de tecnologia, que compreende o Comitê Executivo de Tecnologia (Technology Executive Committee – TEC) e o Centro & Rede de Tecnologia (Climate Technology Centre & Network – CTCN).

Em Cancun foi reforçado o importante papel que o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) desempenha no processo de redução de emissão de GEE. Foi, no entanto, reconhecida a necessidade de reformas estruturais que abram espaço a novos projetos, nos moldes dos Programas de Atividades (PoAs), e também à padronização de linhas de base.

“No Brasil, o MDL tem alcançado um inquestionável sucesso. Mais de 415 projetos brasileiros desenvolvidos no âmbito do mecanismo já reduzem anualmente aproximadamente 7,5% das emissões não florestais brasileiras” (MIGUEZ *et al.*, 2010). O país continua na terceira posição em termos de números de projetos de MDL e de quantidades de redução de emissões. Em nível setorial cumpre ressaltar que apenas cinco atividades de projetos no âmbito da produção de ácido adípico reduziram praticamente todas as emissões de óxido nitroso no setor industrial brasileiro.

Outros itens das agendas merecem ser citados em virtude de sua importância no contexto atual do processo negociador, ainda que hoje não sejam direta e imediatamente significativos para o setor produtivo. São eles:

- Redução de emissões por desmatamento e degradação (REDD): foram acordados em Cancun os elementos-chave e a estrutura do mecanismo, deixando discussões técnicas importantes para Durban, onde acontecerá a COP 17.
- Estabelecimento de três novos órgãos financeiros específicos: Green Climate Fund, o Transitional Committee – que designará o fundo – e o Standing Committee – que supervisionará os fluxos financeiros.

- como o Green Climate Fund é dirigido aos países com menos desenvolvimento relativo, os fluxos de financiamento em mudança do clima no Brasil devem, segundo especialistas, partir de iniciativas como as do Banco Mundial, do KfW – Banco Alemão de Desenvolvimento – e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), e não de fundos atrelados à convenção (DEL PUPO *et al.*, 2010).

- Transportes internacionais aéreo e marítimo (*bunker fuels*): o aspecto de mais divergência das partes diz respeito à aplicabilidade do princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas (*common but differentiated responsibility* – CBDR). Muitos países em desenvolvimento defendem sua aplicabilidade no setor, devendo os países desenvolvidos, portanto, tomar a liderança nas reduções das emissões. Os países desenvolvidos, entretanto, alegam que a aplicação deste princípio nas negociações afetaria negativamente a competitividade da sua indústria e que representaria discriminação, ferindo princípios que governam o transporte internacional.

Uma questão que tem merecido atenção especial por parte dos negociadores brasileiros é a preservação do livre comércio, hoje ameaçado nas discussões sobre mudanças climáticas. A ausência de definições na Rodada de Doha aumenta o risco de uma proliferação de políticas protecionistas, estabelecidas em nome da mudança do clima.

Medidas unilaterais levariam a retaliações, visto que um país elevaria barreiras tarifárias e não tarifárias em resposta às medidas adotadas por outro país. Este protecionismo pode, ainda, prejudicar o crescimento econômico global (fundamental para o desenvolvimento de projetos de baixo carbono), bem como representar uma barreira para o entendimento político entre os países, dificultando sobremaneira as ações de soluções de longo prazo, principalmente no que se refere a investimentos e a desenvolvimento de tecnologia, de fundamental importância em uma economia de baixo carbono.

2.4 Impactos positivos indiretos

Não se pode esperar que o multilateralismo solucione todos os dilemas políticos e econômicos atrelados às mudanças climáticas, especialmente com o cenário econômico global em significativas e rápidas mudanças, conforme mencionado anteriormente, mas devem ser reconhecidos seus resultados indiretos e imediatos.

Os vários encontros internacionais que se dão em torno da questão do clima, dentro e fora do processo da CQNUMC, tem se traduzido, de maneira crescente, em importante canal de interlocução para a realização de negócios de várias magnitudes, para o estabelecimento de parcerias entre empresas e organizações não governamentais (ONGs) e para a ampliação das redes sociais. Acordos bilaterais e regionais têm sido responsáveis por significativos projetos associados à redução de emissão de GEE, à transferência de tecnologia, à capacitação e ao fortalecimento do mercado de créditos de carbono, que ganha robustez interna, regional e globalmente.⁴

4. Exemplos de acordos ou parcerias firmados: Business for Innovative Climate and Energy Policy (BICEP) e Climate Action Partnership (USCAP), representada por empresas e organizações ambientalistas.

Vale notar um relatório elaborado por acadêmicos de Berlim, Shangai e Washington, DC, o *Global Governance (GG 2020)*,⁵ que parece confirmar essa tendência ao sugerir que, se o processo da convenção não for capaz de produzir um acordo multilateral global, uma coalizão de países com maiores ambições, liderada pela União Europeia, atuaria de maneira externa e independente e se tornaria a nova fonte de liderança global.

Essa nova liderança encorajaria outros países e atores não governamentais, como regiões, cidades, empresas e ONGs, a formarem uma aliança complementar ao processo da convenção. Nesse caso, a Convenção sobre Mudança do Clima poderia providir uma estrutura de governança para mensurar, reportar e verificar as reduções de emissão e outras ações desenvolvidas individualmente pelos países, em especial as *ações de mitigação nacionalmente apropriadas* (Namas).⁶

3 PARTICIPAÇÃO DO SETOR PRIVADO BRASILEIRO

Feita a análise dos temas em negociação que afetam o setor privado, impende agora analisar a participação deste setor no processo de elaboração das políticas que são defendidas na arena internacional, bem como daquelas que são estabelecidas internamente, com vista ao cumprimento dos compromissos assumidos pelo país em acordos internacionais.

3.1 Convenção do clima

Tendo em vista o papel central cumprido pelo setor privado na implementação de políticas de combate à mudança do clima, torna-se necessária a criação de um ambiente formal para discussões técnicas ligado ao processo negociador e a eventuais órgãos executivos dos mecanismos de financiamento e de transferência de tecnologia, que deverão ser criados para implementar a Convenção sobre Mudança do Clima (CNI, 2010).

As políticas internas devem ser estabelecidas com base em objetivos nacionais de crescimento e de maneira coordenada com as metas globais de mitigação, de modo que possam ser transformados em ações efetivas pelo país.

Nesse contexto, ao setor privado caberia a apresentação de propostas concretas que sejam incorporadas no planejamento e na implementação das políticas públicas internas, bem como na definição do posicionamento do país no processo negociador da convenção. Trata-se de um modo participativo que depende,

5. O relatório mencionado foi elaborado por 24 membros do Programa GG2020, divididos igualmente entre acadêmicos da Alemanha, da China e dos Estados Unidos.

6. *National Appropriate Mitigation Actions*.

para seu sucesso, de muita maturidade por parte de todos os atores, mas que é extremamente interessante e positivo em termos econômicos, ambientais e sociais dos países.

É de suma importância, no entanto, que os compromissos assumidos na arena internacional sejam comparáveis às metas estabelecidas internamente. Infelizmente, esta “harmonia” não tem sido seriamente considerada no processo negociador atual; ainda que se reconheçam esforços nesse sentido, está claro que temos ainda um longo caminho a percorrer. “(...) o Acordo de Copenhague não permite uma comparação direta e inequívoca entre as metas nacionais, o que dificultará imensamente o julgamento de compatibilidade entre esforços de mitigação entre os Países” (SEROA DA MOTTA, 2010).

Seja lá como for, está claro que o processo de elaboração das políticas públicas em mudança do clima não pode se dar apenas no âmbito governamental. É preciso considerar as imensas necessidades de recursos para fazer frente aos problemas, o alcance do impacto da mudança climática em diferentes locais e setores e ainda a necessidade de um conjunto de ações nas arenas regulatória e econômica. Todos os segmentos da sociedade terão que se envolver em uma transição econômica e ambiental, rumo a uma economia de baixo carbono.

3.2 Política Nacional sobre Mudança do Clima

É urgente a necessidade de fortalecimento do processo de governança pública sobre mudança do clima no Brasil. Em que pese o esforço e a competência dos vários atores envolvidos no tema, é preciso que o debate e a tomada de decisões se deem de forma coordenada entre os governos, o setor privado, a sociedade civil e a comunidade acadêmica.

Um primeiro passo rumo a tal fortalecimento foi dado com a publicação do Decreto nº 6.263/2007, que criou o Comitê Interministerial e o Grupo Executivo sobre Mudança do Clima (CIM). Este comitê cumpriu sua atribuição principal ao encaminhar ao Congresso Nacional o Projeto de Lei nº 3.535/2008, que instituiria a Política Nacional sobre Mudança do Clima – de teor diverso ao da lei aprovada posteriormente na “corrida” que antecedeu a Conferência de Copenhague.

É necessário, no entanto, que o governo informe à sociedade o que será necessário para o país cumprir com sua parte nos compromissos assumidos internacionalmente. No caso do Brasil é preciso que seja garantida a compatibilização dos compromissos assumidos externamente com o que foi estabelecido pela Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 11.127/2010): metas voluntárias de 36,1% a 38,9% de redução de emissão com base no crescimento projetado das emissões para 2020.

Diante da regulamentação da PNMC, em especial da elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação necessários para atender às metas voluntárias supramencionadas, seria apropriada a criação de um órgão central, uma secretaria especial ligada diretamente à Presidência da República.

Formada igualmente por governo, sociedade civil, setor privado e academia, tal secretaria coordenaria o debate sobre o tema e estabeleceria os planos setoriais e as demais regras regulamentadoras da política nacional. Uma agência qualificada para análise e produção de dados poderia estar vinculada a esta secretaria, garantindo-se a incorporação da estrutura já existente no país, em especial os instrumentos mencionados pela política nacional e por outras instituições científicas que desempenham papel relevante no contexto da produção e da interpretação de dados sobre vulnerabilidade e adaptação, bem como em tecnologias, equipamentos, processos e gestão relacionados à redução dos gases de efeito estufa.

É preciso lembrar do objetivo último da Convenção sobre Mudança do Clima – portanto das políticas internas dos países que ratificam as decisões tomadas em seu âmbito – que é permitir e fomentar um desenvolvimento com baixas emissões de gases de efeito estufa, oferecendo ganhos econômicos, sociais e ambientais para toda a sociedade brasileira.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É imprescindível que todos os países tenham consciência de suas responsabilidades na promoção de medidas efetivas em resposta ao desafio, com alcance de longo prazo. É preciso ser criativo nesse processo e reconhecer que não há um formato único que atenda aos diversos interesses envolvidos.

Os acordos internacionais em negociação devem permitir que as economias emergentes tenham flexibilidade para definir e implementar políticas públicas de longo prazo visando ao desenvolvimento econômico e social e maximizando a relação custo-benefício das ações de combate à mudança do clima (CNI, 2010).

Os novos acordos devem refletir as novas realidades econômicas e conquistas da ciência, permitindo novos arranjos mais inclusivos e cooperativos. Será um grande erro se os países recorrerem ao protecionismo, pois a solução parece apontar para outra direção: o aumento do comércio e da qualidade de vida das pessoas, tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento.

De maneira geral, do ponto de vista das empresas, é urgente que os países assumam compromissos em vários temas que dizem respeito a negócios, nas áreas de investimentos, mercados e tecnologia. Até que isso aconteça, será difícil

contar, em escala global, com ideias e projetos inovadores que contribuam efetivamente para a solução do problema, pois são necessários investimentos e ações de longo prazo.

A cooperação internacional deveria servir para a construção de capacidades e para a transferência de recursos financeiros novos e adicionais e de tecnologias limpas, em uma via de mão dupla representada por países desenvolvidos e em desenvolvimento, dirigidos em função da relação disponibilidade – demanda. Aqui deve ser ressaltada a importância da cooperação sul – sul, dos acordos bilaterais entre países e entes privados, do fortalecimento de blocos regionais e de parcerias público-privadas.

A interação entre o setor privado e os governos que negociam as disciplinas internacionais sobre mudança do clima tem se mostrado insuficiente. Apesar de participar – como observador – do processo negociador internacional, não há um canal técnico formal entre o setor privado e os governos em que o setor empresarial possa discutir e expor contribuições técnicas e financeiras sobre as políticas internacionais em discussão na área de mudança do clima.

Desse modo, está claro que o avanço das negociações implica maior envolvimento das empresas. Os governos poderiam aproveitar a estrutura e a experiência do setor privado e este, por sua vez, poderia ampliar seu portfólio de atuação. A cooperação entre ambos facilitaria a execução de ações de mitigação e de adaptação à mudança climática, bem como favoreceria a implementação de políticas nessas áreas.

Muitas das decisões internacionais interferem diretamente nas estratégias que a indústria nacional deve desenvolver para fazer frente ao desafio relacionado à gestão de suas emissões de gases de efeito estufa. É importante seguir determinado padrão na metodologia, no ano-base, na métrica dos gases, bem como garantir, desde já, a utilização de critérios de monitoramento, relatório e verificação (MRV),⁷ ainda que não estejam completamente definidos no âmbito da CQNUMC.

A definição de novos períodos de compromissos para as metas de redução de emissões de países desenvolvidos no âmbito do Protocolo de Quioto é elemento fundamental para que a indústria continue a investir nos mecanismos de mercado de Quioto, em especial o MDL, cuja manutenção e aprimoramento são de grande importância para o setor industrial brasileiro.

O papel regulador do Estado e o seu apoio ao desenvolvimento de tecnologias pouco intensivas em carbono são decisivos, como no estímulo ao uso de

7. *Monitoring, report and verification.*

energias renováveis, no incentivo a programas de eficiência energética, no desenvolvimento de tecnologias específicas, entre outros exemplos.

De qualquer modo, o desafio que permeia as discussões sobre mudanças climáticas é de longo prazo e exige muita criatividade, seriedade e dedicação para seu enfrentamento. A solução deve acompanhar as mudanças dos cenários políticos e econômicos dos países, conforme exemplo referente à China, já utilizado neste capítulo, que, quando da assinatura do Protocolo de Quioto, em 1997, não era a potência que é hoje (desenvolvida com base em combustível fóssil).

Estamos diante de um tema novo, complexo, cujas decisões refletem diretamente em todos os setores da economia. É preciso capacitar cientistas, técnicos, engenheiros, administradores de empresas e empresários. Daí a importância da sensibilização e da promoção de um debate qualificado sobre o assunto com toda a sociedade brasileira. Estamos todos aprendendo durante o processo; todos tomando assento no trem que está em pleno vapor: *learning by doing*.

O uso de ferramentas, como incentivos fiscais e licenças negociáveis para promover investimentos e inovações verdes, também é essencial, assim como o investimento em capacitação, treinamento e educação. É importante fortalecer a governança internacional e os mecanismos globais que apoiem a transição.

No caso da indústria, é especialmente importante a escolha por caminhos mais práticos e positivos, que demonstrem claramente o que pode ser feito para trilhar o caminho rumo à nova economia de baixo carbono, sem afetar a competitividade do setor. É preciso construir capacidades técnicas e intelectuais em toda a rede de negócios da empresa, pois todos são indispensáveis na transição para tecnologias limpas e novos modos de fazer negócios (CNI, 2011).

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm>. Acesso em: 1º fev. 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **COP 16: a contribuição da indústria brasileira**. Brasília, 2010.

_____. **Estratégias corporativas de baixo carbono: gestão de riscos e oportunidades**. Brasília, 2011.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV Editora, 1991.

DEL PUPO, C. H. *et al.* **Key associados** – Relatório COP 16: edição especial para clientes e parceiros, 2010. Disponível em: <http://www.keyassociados.com.br/md/md_10-12_cop_16.html>. Acesso em: 1º fev. 2011.

GLOBAL GOVERNANCE 2020. **Relatório Global Governance 2020 (GG2020)**. Disponível em: <<http://www.gg2020.net/>>. Acesso em: 1º fev. 2011.

LAGO, A. A. C. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo**: o Brasil e as três conferências ambientais das nações unidas. Brasília: Instituto Rio Branco, Fundação Alexandre de Gusmão, 2007.

LASH, J. A China verde é sustentável? **Exame CEO**, ed. 6, p. 49 *et seq.*, jun. 2010.

MIGUEZ, J. D. G. *et al.* O Protocolo de Quioto e sua regulamentação no Brasil. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, Ipea, n. 4, jul. 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**, 1992. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5390.pdf>. Acesso em: 1º fev. 2011.

_____. **Protocolo de Quioto**, 1997. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/28739.html>>. Acesso em: 2 jan. 2011.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Mudança do clima 2007**: mitigação da mudança do clima, 2007. Sumário para os Formuladores de Políticas e Contribuição do Grupo de Trabalho 3 ao 4º *Relatório de Avaliação* do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0024/24520.pdf>. Acesso em: 1º fev. 2011.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Rumo a uma economia verde**: caminhos para o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza. Disponível em: <www.unep.org> e <www.unep.org/greeneconomy>. Acesso em: 22 fev. 2011.

SEROA DA MOTTA, R. Análise das metas do Acordo de Copenhague. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, Ipea, n. 4, jul. 2010.

SILVA, C. H. R. T. **Mudança do clima**: desafios ao desenvolvimento. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/senado/conleg/textos_discussao.htm>. Acesso em: 1º fev. 2011.

O PROTOCOLO DE QUIOTO NO ÂMBITO DA ATUAL NEGOCIAÇÃO DO REGIME INTERNACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

José Domingos Gonzalez Miguez*

1 INTRODUÇÃO

O processo de negociação do futuro do regime internacional sobre mudança do clima vem sendo conduzido com base em dois trilhos de negociação, inseridos no chamado Mapa do Caminho de Bali (*Bali Roadmap*), acordado por ocasião da Conferência das Partes (COP 13), da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC),¹ ocorrida em dezembro de 2007, na cidade de Bali, Indonésia. Dois grupos de trabalho *ad hoc* foram estabelecidos com o fim de facilitar esse processo.

As partes do Protocolo de Quioto, por meio de seu Art. 3º, § 9º, concordaram que os compromissos de limitação e redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) das partes incluídas no Anexo I, no que se refere aos períodos subsequentes ao primeiro, deveriam ser estabelecidos pelo menos sete anos antes do término desse período, que vai de 2008 a 2012. Portanto, em dezembro de 2005, durante a Conferência das Partes (COP 1) na qualidade de Reunião das Partes do Protocolo (CMP 1), realizada em Montreal, no Canadá, estabeleceu-se o Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Compromissos Adicionais para as Partes do Anexo I do Protocolo de Quioto (AWG-KP).

Por ocasião da já mencionada COP 13, as partes da CQNUMC concordaram em estabelecer o Plano de Ação de Bali, que compreende o processo de implementação plena, efetiva e sustentada da convenção, por meio de ação cooperativa de longo prazo, agora, até e além de 2012. Na ocasião, o objetivo era o de que se chegasse a um resultado com vista à adoção de uma decisão na COP 15, que seria realizada na Dinamarca, em dezembro de 2009. A COP 13 decidiu também que esse processo seria conduzido por meio do Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Ações de Cooperação de Longo Prazo no Âmbito da Convenção (AWG-LCA).

* Coordenador geral de Mudanças Globais do Clima do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

1. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

Portanto, esses grupos de trabalho *ad hoc* constituíram os dois trilhos de negociação: o AWG-KP constituiu o dos futuros períodos de compromisso dos países pertencentes ao Anexo I, no âmbito do Protocolo de Quioto, enquanto o AWG-LCA foi estabelecido como o trilho para implementação adicional da convenção.

A Conferência de Copenhague, apesar de não ter chegado a resultado que permitisse a definição do futuro do regime de mudança do clima da maneira que se esperava, decidiu manter os dois grupos de trabalho *ad hoc* e, portanto, os resultados obtidos até aquele momento, por meio da negociação em nível técnico, foram considerados no processo de negociação em curso. O resultado acordado no âmbito do AWG-LCA, vinculado oficialmente ao Plano de Ação de Bali, foi essa decisão de prorrogar a conclusão dos trabalhos para a COP 16. O chamado Acordo de Copenhague, costurado no âmbito político, tentou desobstruir a pauta de trabalho na esfera do AWG-LCA, mas não houve consenso para sua aceitação e a COP 15 apenas tomou nota do documento. Tendo em conta o paralelismo entre os dois trilhos de negociação, a decisão de prorrogar a conclusão dos trabalhos para a CMP 6, na qualidade de Reunião das Partes do Protocolo, também foi tomada no âmbito do AWG-KP.

Para o nível de ambição gerado ao longo de 2009, o Acordo de Copenhague deixava muitas lacunas e se situava muito aquém da expectativa que se criou. A elaboração do acordo envolveu 29 países e contou com a participação direta de vários chefes de Estado, em um número e nível de importância jamais registrado na história da convenção sobre mudança do clima. Mas isso não foi suficiente para se alcançar o consenso acerca do futuro do regime internacional sobre mudança do clima. Pelo contrário, o acordo foi oficialmente rejeitado em plenária por várias partes da CQNUMC assim que foi apresentado, com base em várias irregularidades de procedimento que vinham sendo denunciadas ao longo de toda a conferência, que apenas tomou nota do acordo, conforme já mencionado.

O desafio de promover o diálogo entre o acordo político, objeto de dissenso e rejeição em Copenhague, e os resultados alcançados ao longo dos difíceis anos de negociação, desde 2005, no caso do Protocolo de Quioto, e desde 2007, no caso do Plano de Ação de Bali, foram retomados com sucesso pela Presidência mexicana da COP 16/CMP 6, que soube, por meio de um processo inclusivo e transparente de negociação, retomar a confiança no processo negociador internacional no âmbito da CQNUMC.

Especificamente no que se refere ao processo negociador do Protocolo de Quioto, o mandato do grupo *ad hoc* é o de estabelecer o segundo período de compromisso deste protocolo e os subsequentes para o período após 2012, em conformidade com o Art. 3º, § 9º, do protocolo, conforme já mencionado.

Apesar de o processo negociador estar mais avançado em termos técnicos, pois o AWG-KP havia iniciado os trabalhos dois anos antes, esse processo negociador se encontrava travado pela falta de avanço no processo do trilho paralelo do AWG-LCA. A visão oposta de várias partes, sobre diversos assuntos específicos da negociação, estava impedindo a concordância quanto a compromissos que permitissem a adoção de uma solução de consenso. Contudo, foi obtido um avanço significativo no processo do AWG-LCA durante a COP 16 em Cancun, no México, quando se conseguiu obter uma decisão abrangente, por meio da qual foram resolvidas as questões principais que impediam o avanço para a obtenção de decisões em todos os temas em negociação (as chamadas *crunch issues*). Essas questões foram resolvidas a partir de um processo negociador conduzido pela Presidência mexicana, o qual contou com a participação de diversos ministros de países selecionados, culminando com um pacote de decisões que foi adotado sem discussão (*take or leave*), com a objeção legal de apenas um país (Bolívia). Essa situação leva a uma nova discussão legal sobre a definição de consenso, provavelmente, durante 2011 e, certamente, o tema voltará a ser discutido em Durban.

Infelizmente, o processo de negociação do segundo período de compromissos no âmbito do Protocolo de Quioto foi retardado para permitir que a solução dos impasses no trilho de negociação do AWG-LCA acontecesse e, com isso, não houve avanço significativo no trilho de Quioto. Isso é preocupante, levando-se em conta que o estabelecimento de compromissos para o segundo período deste protocolo deverá ocorrer por emendas ao Anexo B e emendas consequenciais. Portanto, haverá a necessidade de ratificação dessas emendas por todos os países partes do protocolo, o que demandará tempo e, com a conclusão dos trabalhos do AWG-KP adiada para a CMP 7, em Durban, na África do Sul, restará apenas um ano para que o processo de ratificação ocorra sem que haja um interstício entre o fim do primeiro período de compromisso do protocolo – que cobre o período 2008-2012 – e o início do segundo.

2 A CONFERÊNCIA DAS PARTES NA QUALIDADE DE REUNIÃO DAS PARTES DO PROTOCOLO DE QUIOTO, CMP 6, EM CANCUN, MÉXICO

A negociação em Cancun começou com o negociador principal do Japão afirmando que o país não concordaria, de forma alguma, com um acordo que determinasse a continuação do Protocolo de Quioto, com a consequente definição de metas para o segundo período de compromisso após 2012. Essa afirmação causou espanto pela maneira não diplomática que foi feita e por estar a negociação em um ponto muito delicado depois da CMP 5. Deve-se notar que nações que também têm uma visão contrária ao segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto para os países Anexo I, como Federação da Rússia, Austrália e Canadá, foram bastante discretas em Cancun, tiveram participação construtiva e não bloquearam os trabalhos.

Em questões legais, houve acordo com o objetivo de rever ou atualizar propostas no texto negociador, mas não ocorreu tentativa de se discutir quais seriam as implicações de uma eventual ausência de acordo no intervalo de tempo entre o primeiro e o segundo período de compromisso. Esse cenário será possível caso não haja um entendimento na CMP 7 ou, caso haja, não ocorra ratificação das emendas até 2012.

Deve-se deixar claro, que diferentemente do veiculado pela imprensa – em especial a europeia –, o Protocolo de Quioto não expira em 2012, pois não possui cláusula de expiração. Ao contrário, o Art. 3º, § 9º, contém a previsão de que a negociação dos períodos subsequentes seria iniciada sete anos antes do fim do período anterior, o que foi feito em 2005, em Montreal.

As falsas discussões sobre o Protocolo de Quioto expirar levam a opinião pública a crer que não haverá instrumento legal após 2012, o que resulta em um ambiente favorável para os países Anexo I criarem nas negociações um movimento para tentar obter acordo único em torno do AWG-LCA. Esse entendimento hipotético seria de natureza mais fraca que o Protocolo de Quioto, porque, provavelmente, não teria cláusulas legalmente vinculantes como aquelas existentes no âmbito do protocolo. Além disso, a expectativa disseminada pelo fim deste facilitaria o eventual não cumprimento de metas dos países Anexo I, na medida em que o constrangimento moral do não cumprimento seria mitigado pela alegada expiração do protocolo e tornaria menor o custo político de retirada deste.

3 DECISÕES EM CANCUN

O AWG-KP chegou a duas decisões em Cancun, sendo uma específica sobre o tratamento de florestas (FCCC/KP/AWG/2010/L.8/Add.2).

A decisão principal (FCCC/KP/AWG/2010/L.8/Add.1) sobre o Protocolo de Quioto consistiu de seis parágrafos operativos em que a Conferência das Partes, na qualidade de Reunião das Partes do Protocolo (CMP):

1. Concorde que o AWG-KP deve completar seu trabalho de acordo com a Decisão 1/CMP 1 e ter seu resultado aprovado pela CMP o mais breve possível e a tempo para assegurar que não haja intervalo de tempo entre o primeiro e o segundo períodos de compromisso.
2. Solicita que o AWG-KP continue o trabalho tendo como base as propostas contidas no documento FCCC/KP/AWG/2010/CRP.4/Rev.4.
3. Toma nota das metas quantificadas de redução de emissões para toda a economia a ser implementadas pelas partes do Anexo I, conforme comunicado por estas e apresentado no documento FCCC/SB/2010/INF.X.

4. Urge as partes do Anexo I para aumentar o nível de ambição das reduções de emissão de GEE a ser atingido por estas individual ou conjuntamente, com vista a reduzir o nível agregado de emissões de GEE de acordo com a faixa indicada pelo Grupo de Trabalho 3 do *4º Relatório de Avaliação* do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e, levando em conta as implicações quantitativas da utilização de atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas, comércio de emissões e mecanismos baseados em projetos e a transposição de unidades do primeiro para o segundo período.
5. Concorde que trabalho adicional é necessário para converter metas de redução ou limitação de emissão em compromissos quantificados para toda a economia.
6. E também concorda que:
 - a) No segundo período de compromisso o ano-base deve ser 1990, ou o ano-base ou período determinado de acordo com o Art. 3º, § 5º do Protocolo de Quioto para o propósito de calcular as quantidades atribuídas; adicionalmente, um ano de referência pode ser usado por uma parte em modo opcional para seus próprios propósitos para expressar seus objetivos quantificados de redução ou limitação de emissões como um percentual daquele ano, que não é internacionalmente vinculante sob o Protocolo de Quioto, adicionalmente à listagem de seu objetivo quantificado de redução ou limitação de emissões em relação ao ano-base.
 - b) Comércio de emissões e os mecanismos, baseados em projetos no âmbito do Protocolo de Quioto, devem continuar a estar disponíveis às partes do Anexo I, como meios para atender seus objetivos quantificados de redução ou limitação de emissão de acordo com as relevantes decisões da CMP, assim como pode ser ainda melhorados por meio de decisões a ser adotadas, baseadas no texto rascunho contido no capítulo III do documento FCCC/KP/AWG/2010/CRP.4/Rev.4.
 - c) Medidas para reduzir as emissões de GEE e aumentar as remoções resultantes de atividades antrópicas de uso da terra, mudança do uso da terra e florestas devem continuar a estar disponíveis para as partes do Anexo I como meio para atingir seus objetivos quantificados de redução ou limitação de emissão de acordo com a Decisão 10/CMP 6 (documento FCCC/KP/AWG/2010/L.8/Add.2).

- d) Os potenciais de aquecimento global usados para calcular as equivalências em dióxido de carbono das emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de GEE, listados no Anexo A para o segundo período de compromisso, devem ser aqueles fornecidos pelo IPCC e acordados na CMP junto a outras questões metodológicas, baseados no texto rascunho contido no capítulo IV do documento FCCC/KP/AWG/2010/CRP.4/Rev.4.
- e) Trabalho adicional sobre a consideração de informação acerca das consequências potenciais ambientais, econômicas e sociais, incluindo efeitos de *spillover*, de instrumentos, políticas, medidas e metodologias disponíveis para as partes do Anexo I deve continuar na base das propostas contidas no capítulo V do documento FCCC/KP/AWG/2010/CRP.4/Rev.4.

No AWG-KP, de maneira diferente do AWG-LCA, a questão principal em que não há consenso é sobre a continuação do próprio Protocolo de Quioto. Os diversos capítulos que contêm o detalhamento das opções técnicas não apresentam nenhuma questão em que as negociações estão em impasse, mas, ao contrário do AWG-LCA, não há um interesse político de resolver essas questões técnicas, pois levaria à conclusão do AWG-KP, sem que houvesse do AWG-LCA.

Assim, a solução adotada na decisão citada anteriormente foi similar à executada no AWG-LCA de resolver alguns impasses para remover obstáculos da negociação. Como o grande obstáculo, representado principalmente pelo Japão, é a definição de metas para o segundo período de Quioto e a própria continuação do protocolo, a solução encontrada foi inserir na decisão os consensos já existentes no AWG-KP, para que fosse transmitida uma mensagem positiva de continuação do protocolo, desejo de todas as partes do não Anexo I e Noruega e, de forma ambígua, às vezes manifestada pela União Europeia.

Nesse sentido, a decisão é positiva, pois a CMP 6 define a continuação do AWG-KP até terminar os trabalhos, toma nota das metas – sem prejudicar o direito do Japão e de outras partes do Anexo I de aderir ou não ao segundo período de compromisso –, urge que o nível de ambição seja elevado nas próximas negociações e reafirma o uso de mecanismos e atividades florestais como meio de atender aos compromissos quantificados, dando clara indicação ao mercado e definindo o ano-base do segundo período de Quioto como 1990 ou o acordado para algumas partes (economias em transição) no Art. 3º, § 5º.

Apesar de não haver uma clara definição sobre a continuidade de Quioto, a retomada dos mecanismos internacionais – em particular, o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) –, ficou condicionada à existência de compromissos quantificados, o que aumenta a demanda pela manutenção do protocolo como forma de continuação desses mecanismos.

Com a solução adotada, apesar de não haver avanço significativo, permite-se certo ganho de tempo enquanto uma melhor e mais concreta definição nos trabalhos do AWG-LCA não é alcançada. Todavia, o aguar do desenvolvimento dessas negociações pode significar, em alguma extensão, uma perda de tempo para a adoção do segundo período de compromisso, pondo em risco a continuidade entre o primeiro e o segundo períodos sem lapso, dada uma eventual adoção tardia em 2012, ou uma adoção em 2011, sem que haja um processo significativo de ratificação pelas partes do Anexo I.

A união das partes do não Anexo I em favor do Protocolo de Quioto é a única força que vai permitir condicionar os avanços do AWG-LCA à continuação deste protocolo sem descontinuidade entre os períodos de compromisso. Isso ficou refletido no último parágrafo preambular da decisão, o qual faz essa ligação com a adoção de uma decisão no âmbito do AWG-LCA.

Cabe registrar que o Brasil coordena o Grupo dos 77 (G-77) e a China no âmbito do AWG-KP e o governo brasileiro tem manifestado, publicamente por declarações do então presidente Lula e da atual Dilma Roussef, o apoio total à continuação do Protocolo de Quioto, e essa é uma condição para haver um acordo global sobre o futuro do regime internacional sobre mudança do clima.

Na segunda decisão da CMP, a qual versa sobre florestas, esta:

1. Afirma que os princípios da Decisão 16/CMP.1 continuam a governar o tratamento de atividades do uso da terra, mudança do uso da terra e florestas; os seguintes princípios regem o tratamento das atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas:
 - a) Que o tratamento dessas atividades baseie-se em ciência sólida.
 - b) Que metodologias consistentes sejam utilizadas ao longo do tempo para a estimativa e o relato dessas atividades.
 - c) Que a meta estabelecida no Art. 3º, § 1º, do Protocolo de Quioto não seja alterada com a contabilização das atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas.
 - d) Que a mera presença de estoques de carbono seja excluída da contabilização.
 - e) Que a implementação das atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas contribua com a conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais.
 - f) Que a contabilização de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas não implique transferência de compromissos para um futuro período de compromisso.

- g) Que a reversão de qualquer remoção devida a atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas seja contabilizada no momento adequado no tempo.
 - h) Que a contabilização exclua remoções decorrentes de: *i)* concentrações elevadas de dióxido de carbono acima do nível pré-industrial; *ii)* deposição indireta de nitrogênio; e *iii)* efeitos dinâmicos da estrutura etária resultantes das atividades e práticas anteriores ao ano de referência.
2. Concorda que as definições de floresta, florestamento, reflorestamento, desmatamento, revegetação, manejo de florestas, manejo agrícola e manejo de pastos devem ser as mesmas do primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto.
 3. Solicita ao AWG-KP considerar, em tempo para a possível inclusão no segundo período de compromisso, caso apropriado, se um limite deve ser aplicado a emissões e remoções de manejo florestal e como ocorrências extraordinárias (chamadas de força maior) cuja severidade está além do controle e não materialmente influenciada pela parte podem ser enfrentadas.
 4. Solicita a cada parte do Anexo I submeter ao secretariado, até 28 de fevereiro de 2011, informação sobre os níveis de referência inscritos no apêndice do Anexo I da decisão em questão, incluindo qualquer atualização para substituir o valor, de acordo com as diretrizes descritas na parte I do anexo II da decisão em referência.
 5. Decide que cada submissão, referida no item anterior, deve estar sujeita a uma avaliação técnica por uma equipe revisora de acordo com as diretrizes descritas na parte II do Anexo II da decisão em consideração e que os resultados da avaliação técnica serão considerados na próxima sessão da CMP.
 6. Solicita ao secretariado, sujeito a disponibilidade de fundos, organizar as avaliações técnicas, referidas no item 5.
 7. Solicita adicionalmente ao AWG-KP continuar sua consideração de definições, modalidades, regras e diretrizes relacionadas com as atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas no âmbito do Protocolo de Quioto para sua aplicação no segundo período de compromisso.

Analogamente ao que foi manifestado anteriormente sobre a primeira decisão, também na sobre florestas, há quase um consenso sobre como definir os aspectos técnicos em questão. Portanto, lista-se na decisão o que existia de consenso no grupo, havendo um detalhamento sobre como tratar o manejo florestal, que constituía um dos principais impasses.

De maneira análoga à primeira decisão, ao se considerar o tema sobre florestas, o que se fez foi ganhar tempo para permitir que houvesse decisões nos temas do AWG-LCA e, novamente, existe o risco de descontinuidade entre o primeiro e o segundo período de compromisso.

4 OS IMPASSES SOBRE O FUTURO DO PROTOCOLO

A argumentação do Japão contra o segundo período de compromisso se baseia em que as emissões atuais – sem citar ano ou fonte da informação e, provavelmente, apenas emissões de gás carbônico – dos países Anexo I que ratificaram o Protocolo de Quioto são 28% das emissões mundiais, pois não incluem os dois maiores emissores (Estados Unidos – parte Anexo I da convenção, que não ratificou o protocolo; e China – parte não Anexo I).

Como o Japão pertence ao grupo guarda-chuva (*umbrella*), provavelmente está sendo porta-voz de posição do grupo, constituindo um meio de forçar que a China tenha compromissos quantificados de redução ou limitação de emissões no segundo período de compromissos do protocolo. Os negociadores do Japão também argumentam que a ausência dos Estados Unidos no Protocolo de Quioto, bem como a falta de certeza sobre o regime vinculante no AWG-LCA que obrigasse esse país a assumir compromissos quantificados equivalentes aos de Quioto para toda a economia americana, cria uma situação que isenta esse país de esforços comparáveis aos de europeus ou de japoneses para combater a mudança do clima, acarretando custos adicionais para estes últimos e consequente perda de competitividade econômica.

A China, como os demais países do grupo Brasil, África do Sul e Índia (BASIC), reafirmou, por diversas vezes, que não assumirá compromissos quantificados no âmbito do Protocolo de Quioto, pois a mudança do clima é resultado das emissões históricas acumuladas dos países desenvolvidos – estimativa na proposta brasileira de 1997 aponta para uma responsabilidade histórica das partes do Anexo I acima de 85% –, e não da emissão pontual em dado ano de referência, ou seja, o argumento de 28% das emissões atuais não se coaduna com a responsabilidade histórica dos países desenvolvidos. Além do mais, estes cresceram e se desenvolveram em um ambiente sem restrição ambiental e sem restrição a emissões. Adicionalmente, a pressão para que os países em desenvolvimento – em especial os principais emergentes – tenham metas no segundo período de compromissos é uma tentativa de travar ou desacelerar o progresso destes países, com foco em diminuir ou mesmo retirar vantagens competitivas, bem como aumentar o custo de produção nesses países emergentes. Esse arranjo conformar-se-ia como um novo meio de colonialismo.

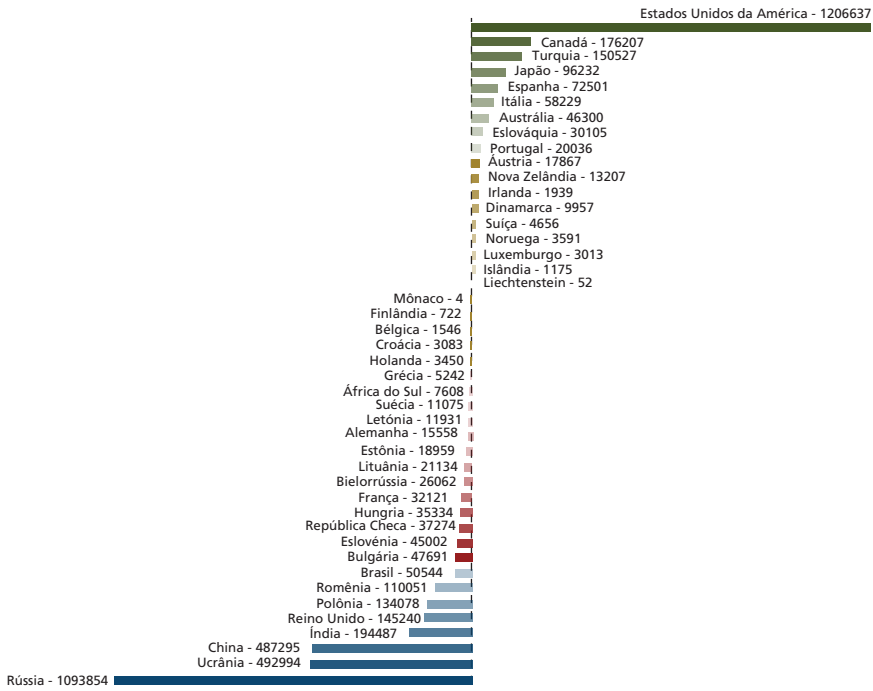
Não é coincidência que a discussão das metas do segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto se transformou em uma disputa Norte – Sul, apenas com a Noruega adotando uma posição de vanguarda coerente com a maior responsabilidade histórica dos países desenvolvidos. Esta divisão Norte – Sul também representa uma reação do Japão ao crescimento vigoroso da China e a uma possível perda de hegemonia regional. Coletivamente, os países desenvolvidos podem também recear que um eventual segundo período de compromisso sem a participação dos principais países em desenvolvimento emergentes aceleraria a perda de hegemonia global.

Outro fator que complicou a negociação do segundo período de compromisso foi a crise financeira de 2008, devido ao problema dos empréstimos imobiliários nos Estados Unidos (crise da *subprime*), que teve impactos nos países da Europa e no Japão por meio da securitização desses ativos norte-americanos. Com esta crise e sua continuação até o início de 2011, os países desenvolvidos tiveram desaceleração nas economias e consequente redução da atividade antrópica, implicando redução de emissões e criando uma folga para o atendimento das metas do primeiro período de compromisso. Esse cenário diminuiu a pressão das sociedades dos países desenvolvidos no que se refere a questões sobre mudança do clima.

Acrescem-se a isso, a disputa entre os países na seara da crescente competitividade econômica, a ameaça de perda de hegemonia dos países desenvolvidos frente ao crescimento acelerado dos países emergentes e a crise econômica em seus próprios territórios. Esses elementos levam a uma reação forte das empresas europeias e japonesas, ao se oporem a novas metas obrigatórias de redução de emissão que irão aumentar seus custos competitivos e ainda favorecer países emergentes como China, Índia e Brasil, que são grandes supridores de créditos resultantes de atividades do MDL. Nesse cenário, estas empresas estariam fornecendo suporte aos principais competidores para avançarem em seus mercados por meio da criação de subsídios indiretos aos países em desenvolvimento, reduzindo o custo destes via “crédito de carbono”.

GRÁFICO 1

Distribuição entre emissões em 2008 e metas do Protocolo de Quioto em 2012 para os países do Anexo I e reduções dos projetos MDL para os países do BASIC (-1.576.810 tCO₂eq), inclusive os Estados Unidos (-370.173 tCO₂eq)



Fonte: Documento FCCC/SBI/2010/18.

Elaboração do autor.

Obs.: Para os países Anexo I, a linha central do eixo horizontal significa que as emissões em 2008 estão iguais às metas. Os desvios para a direita significam que as emissões nesse ano são maiores que as metas adotadas em Quioto em 1997. Os desvios para a esquerda significam que as emissões em 2008 são menores que as metas acordadas em Quioto.

No gráfico 1, são comparadas as emissões dos inventários dos países Anexo I com seus compromissos quantificados (quantidades atribuídas) para o primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto, e ainda são apresentadas as reduções potenciais devidas às atividades de projeto no âmbito do MDL já submetidas ao conselho executivo deste mecanismo – desde a validação até a implementação – nos países do BASIC apenas para referência.

Verifica-se o déficit de atendimento dos Estados Unidos em comparação com sua meta proposta em 1997, de cerca de 1,2 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente, e o superávit da Federação da Rússia e da Ucrânia em 2008, de cerca de 1,6 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente. Estes superávits dos países desenvolvidos da ex-União Soviética e do Leste Europeu são conhecidos como *hot-air*, definição atribuída pelo Greenpeace às metas de limitação de emissões que eram maiores do que as emissões dos países em 1997.

Vale recordar que a recessão econômica de 2008 e anos seguintes em muitas partes do Anexo I fazem que as emissões de gases de efeito estufa sofram um decréscimo nos países desenvolvidos. As emissões decrescentes nos países Anexo I, por outro lado, criam uma folga para cumprirem suas metas para 2012, reduzindo o esforço para atendimento às metas do primeiro período do protocolo. A adição das reduções certificadas de emissão – mais popularmente conhecidas como créditos de carbono – provenientes do MDL, que foram compradas pelas empresas europeias e japonesas, agora com excedente em alguns países, leva a um cenário de atendimento mais fácil do primeiro período de compromisso. Esse seria um cenário provavelmente muito distinto do segundo período, com a retomada do crescimento nos países desenvolvidos e o custo de implementação de novas atividades de projetos deste mecanismo mais caros, tanto na China como na Índia ou no Brasil, dados os custos marginais crescentes de reduções adicionais no MDL.

Finalmente, um último aspecto que também complica a negociação do segundo período de compromisso é a transferência de excesso de permissões (quantidades atribuídas, ou *assigned amounts* em inglês) do primeiro período de compromisso para o segundo no caso específico da Federação da Rússia e da Ucrânia, cujas emissões estão bem abaixo das metas propostas em 1997. Nesse ano, com a queda das economias centralmente planejada da ex-União Soviética, as emissões desses países já estavam em cerca de 70% dos níveis de 1990 e, quando da adoção do Protocolo de Quioto, a meta adotada para estes países foi a estabilização das emissões nos níveis de 1990. Isso gerou um excesso de permissões, com o consenso dos demais países na negociação final em Quioto, que permitiria o eventual aumento das emissões desses países para cobrir uma diferença de até 30% das emissões de 1990, se houvesse crescimento econômico acelerado no regime de economia de mercado, ou eventual venda dessas unidades para um possível déficit destas para o total das partes do Anexo I – planejado, pensando-se na ratificação do protocolo pelos Estados Unidos. Com a não ratificação do Protocolo de Quioto por esse país, a Federação da Rússia e a Ucrânia não têm compradores para esse excesso de permissões e não veem como atrativo um segundo período de compromisso. A União Europeia vem propondo que é necessário retirar esse excesso de unidades, o que encontra, obviamente, oposição nesses países.

Acresce-se a esse fato que as metas propostas para o segundo período de compromisso pela Federação da Rússia, Ucrânia, Belarus e Croácia recriam o mesmo problema. O Brasil fez uma submissão na reunião do AWG-KP em Bonn, Alemanha, realizada em 2010, apresentando uma maneira de resolver o problema de criação de excesso de unidades no segundo período de compromissos, ao propor que este excesso em relação ao último inventário revisado desses países seja possível de ser usado apenas para cumprimento doméstico de suas metas, mas que não possa ser transferido para o próximo período de compromisso conforme o

Art. 3º, § 13, ao passo que a Micronésia e a União Europeia propuseram formas de limitar a transferência do primeiro para o segundo período do excesso de permissões que provavelmente existirá no fim do primeiro período de compromisso.

A forma como a Federação da Rússia e a Ucrânia vão reagir a uma possível limitação desses excessos de unidades constitui mais um fator que complica o atendimento de consenso nas negociações do AWG-KP.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A decisão adotada pela CMP 6 em Cancun, México, representa um sinal positivo de que as negociações do AWG-KP podem resultar em acordo na próxima CMP 7 a ser realizada em Durban, África do Sul, basicamente resultando de um acordo entre G-77 e China e União Europeia, assim como aconteceu em Quioto. Por sua vez, a oposição vocal do Japão e, possivelmente, dos demais países do grupo guarda-chuva é um sinal bastante negativo, bem como a posição da Federação da Rússia e da Ucrânia – em especial, na questão de transferência do excesso de unidades para o segundo período de compromisso – são elementos que adicionam incerteza para se atingir o consenso em Durban.

O precedente criado em Cancun, no México, quando a Bolívia ficou isolada e as decisões foram adotadas pela Presidência mexicana ao manifestar que uma posição contrária de um país não representava falta de consenso, deixa o Japão, possivelmente, em um posicionamento delicado, uma vez que, se ficar isolado em Durban contra o Protocolo de Quioto, pode ser que o acordo seja adotado à revelia desse país. Nesse sentido, as posições da Federação da Rússia e da Ucrânia serão decisivas.

Deve-se ter em mente que, caso seja adotado um acordo em Durban, os países do grupo guarda-chuva teriam o ônus político adicional de se retirar do Protocolo de Quioto, além de justificar perante a opinião pública interna a falta de esforço para combater o aquecimento global, o que pode ser uma séria dificuldade para a maior parte do grupo em termos de política doméstica.

Finalmente, deve-se lembrar que o documento de negociação tem muito poucos elementos em que é necessário algum tipo de decisão, ou seja, este não se caracteriza como um obstáculo ao acordo para o segundo período de compromisso. A questão restante e fundamental diz respeito ao nível de ambição das partes do Anexo I no segundo período de compromissos do Protocolo de Quioto, que deve continuar baixa, refletindo a visão de curto prazo que prioriza o baixo crescimento econômico dos países desenvolvidos. Muito em função da crise financeira de 2008, vislumbra-se ainda a tentativa de se direcionar grande parte do esforço adicional para combater o aquecimento global para os países em desenvolvimento no âmbito da convenção (AWG-LCA).

Contudo, pode-se traçar dois cenários para o futuro da negociação no âmbito do Protocolo de Quioto:

- O cenário otimista, em que as partes do Anexo I ratificam as emendas do Anexo B com os novos compromissos quantificados para o segundo período do Protocolo de Quioto, mesmo sem a presença dos Estados Unidos, em troca de uma participação mais efetiva deste país e dos países em desenvolvimento. Isto ocorreria no âmbito de um grande acordo envolvendo os dois trilhos, continuando um esforço internacional e preservando o regime de combate à mudança do clima, com o objetivo de reverter o aquecimento global no longo prazo, ainda que sem grande nível de ambição no curto prazo.
- O cenário pessimista, por outro lado, seria a retirada do grupo guarda-chuva das negociações do segundo período de Quioto e um acordo parcial entre a União Europeia e o G-77 e a China, que criaria um mundo dividido em duas zonas. Uma de Quioto, com esforço quantificado e continuado de combate ao aquecimento global e outra zona “guarda-chuva” na convenção, sem esforço quantificado internacionalmente, com regras nacionais e esforços pouco monitorados no âmbito internacional, o que levaria, provavelmente, a uma redução global do esforço de combate à mudança do clima nos próximos cinco anos.

A busca de consenso ocorre em um contexto em que os países têm maior conhecimento do problema de mudança do clima, seja na base científica, seja na análise dos custos e impactos econômicos e de desenvolvimento. Com isso, as divergências ficam mais nítidas e acirradas quando comparadas com aquelas que se apresentavam no passado. Portanto, permanecem alguns desafios que precisam ser enfrentados pelos países na busca do consenso em termos da definição do futuro do regime internacional sobre mudança do clima. Os resultados alcançados em Cancun abrem nova perspectiva, com vista a que alguns desses desafios sejam enfrentados de maneira mais efetiva do que se imaginava logo após a Conferência de Copenhague.

Por outro lado, o fracasso de um acordo sobre o futuro do regime internacional sobre mudança do clima levaria a novas rodadas de definição de um novo regime, que serão muito mais difíceis que as atuais, dado o nível de conhecimento sobre o assunto adquirido por todos os países, e deverão se estender por, pelo menos, uma década, tomando como base a experiência anterior de negociação da convenção e do Protocolo de Quioto, cenário este que não deve ser considerado plausível. Dado o aumento de 2 a 3 partes por milhão em volume (ppmv) por ano da concentração de CO₂ na atmosfera que ocorre atualmente, alcançar-se-ia uma concentração por volta de 2020 de 430 ppmv, o que representaria um risco que os países não podem e não devem aceitar.

REDD E O DESAFIO DA PROTEÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL GLOBAL

Thaís Linhares Juvenal*

1 INTRODUÇÃO

O mecanismo de mitigação das mudanças climáticas, baseado na redução de emissões por desmatamento e degradação (REDD), está entre as mais importantes contribuições voluntárias que podem ser oferecidas pelos países em desenvolvimento à estabilização do clima do planeta. De acordo com o *4º Relatório* do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), publicado em 2007, as emissões por mudança do uso da terra e das florestas contribuem com cerca de 17% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE). No Brasil, segundo o último inventário nacional destas emissões, 61% são geradas nesse setor, com destaque para as emissões por desmatamento na Amazônia. O reconhecimento da importância das florestas nativas para a mitigação das mudanças climáticas levou à inclusão da REDD no Plano de Ação de Bali e alavancou investimentos dos setores público e privado para a redução de emissões por desmatamento e degradação, bem como estimulou a formação de arranjos institucionais específicos para um mecanismo de REDD em vários países em desenvolvimento.

A REDD, tal como expresso no Plano de Ação de Bali, envolve, além da redução do desmatamento e da degradação florestal, a conservação e o aumento de estoques de carbono florestal e o manejo florestal sustentável, comumente denominado redução de emissões por desmatamento e degradação, conservação e aumento de estoques de carbono florestal e manejo florestal sustentável (REDD+). Tal escopo atende à percepção da necessidade de consideração das florestas em sua integralidade, respeitando suas dimensões ambiental, econômica e social, para garantir a efetividade das medidas de redução de desmatamento e degradação. Observa-se, também, a preocupação de que a REDD promova condições para o desenvolvimento florestal sustentável e a melhoria das condições de vida das populações florestais e sinergias para a promoção de outros benefícios ambientais,

* Diretora do Departamento de Mudanças Climáticas da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

como a preservação da biodiversidade. Em contrapartida, tal escopo enseja maior complexidade da REDD, demandando uma forte governança florestal, além dos requerimentos de monitoramento, relatório e verificação (MRV). O desafio reside em definir meios de implementação capazes de atender às necessidades da REDD de forma eficiente, levando em consideração a urgência necessária para a ação e os custos envolvidos. Este capítulo pretende apresentar as necessidades colocadas pelo conceito e pelo escopo da REDD, conforme o texto que saiu da Conferência das Partes (COP 15), em Copenhague, e discutir suas implicações sob o ponto de vista de implantação e financiamento.

É importante ressaltar que a REDD foi finalmente aprovada pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), em 2010, durante a COP 16, realizada em Cancun, no México. O presente capítulo foi escrito previamente à esta conferência. Por esta razão, a análise do mecanismo de REDD, proposta neste trabalho, será baseada no texto de negociação finalizado na COP 15, em Copenhague. A opção por não atualizar o texto deriva do fato de que o texto finalizado em Cancun e adotado pela convenção apresenta poucas alterações em relação ao que emergiu da COP 15. As mudanças ocorridas refletem, em sua maioria, a solução de questões de negociação ainda não resolvidas em Copenhague e superadas em Cancun, por exemplo, a opção de que a REDD seja uma estratégia nacional. Uma consideração sobre o texto deste mecanismo aprovado em Cancun será feita nas considerações finais. Tendo em vista que o escopo da REDD encontra-se finalmente definido em texto aprovado na convenção, este capítulo sempre se referirá a esse mecanismo como REDD, e não mais como REDD+.

A seção 2 deste trabalho vai analisar o texto de REDD que foi negociado na COP 15 e a identificação das principais características do mecanismo ora proposto. A análise do Relatório do Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Ações de Cooperação de Longo Prazo (AWG-LCA – na sigla em inglês) referente à sua décima sessão e da Decisão 4/CP 15 sobre os aspectos metodológicos da REDD permite decodificar os princípios fundamentais sobre os quais a REDD se estrutura e evidencia a importância da governança para este instrumento. A ênfase em aspectos relativos à governança tem fortes implicações sobre os meios de implementação da REDD, em especial o financiamento. Os mecanismos financeiros para REDD deverão promover a redução de emissões de GEE, mas também promover mudanças transformacionais que alicercem uma estratégia de longo prazo de conservação de recursos florestais. Nesse sentido, os financiadores da REDD deverão estar dispostos a alocar recursos em atividades sem correspondência direta com os resultados mensuráveis de redução de emissões de GEE ou aumento de estoques de carbono florestal nas fases iniciais de implantação da REDD, até que os resultados mensuráveis possam ser obtidos. A origem dos recursos para financiamento da REDD estará condicionada a esta disponibilidade, o que significa que em suas

fases iniciais esta será financiada primordialmente por recursos públicos ou de responsabilidade socioambiental das empresas.

O desenho do mecanismo de REDD no texto de Copenhague e também no que foi aprovado em Cancun privilegia a governança como elemento capaz de garantir a integridade ambiental e a consistência deste mecanismo, com os objetivos de mitigação de mudanças climáticas. A boa governança é, de certa forma, um elemento de redução de riscos da REDD e seu papel essencial para o mecanismo origina o que será chamado neste capítulo de o *paradoxo da REDD*. O desafio de construção da boa governança florestal é um aspecto crucial para assegurar a sustentabilidade e a integridade ambiental da REDD. A literatura sobre gestão de recursos naturais renováveis tem nos ensinado que o reconhecimento dos interesses dos diferentes atores relevantes e a produção e a disseminação de informações sobre a oferta e o uso dos recursos naturais são elementos essenciais para a pactuação do uso sustentável desses recursos. As salvaguardas estabelecidas para a REDD atendem, de certa forma, a esta preocupação, assim como as referências no texto aos requisitos para a implementação da REDD e às necessidades de monitoramento, informação e verificação. O reconhecimento de que uma sólida governança florestal é essencial para assegurar a efetividade do mecanismo de REDD permeia todo o texto construído em Copenhague e trará implicações sobre a viabilidade da implantação e do financiamento da REDD nas diferentes partes do mundo. Muitos países florestais com significativo potencial de mitigação por meio da REDD ainda se ressentem da falta de instituições sólidas, capazes de implementar uma estrutura de governança transparente e responsável pelos resultados. Financiadores tendem a buscar países em que a boa governança florestal já foi atingida. O paradoxo refere-se à necessidade de financiar os arranjos instrucionais necessários à boa governança para a construção de uma estratégia de REDD consistente e à simultânea necessidade de que haja boa governança estabelecida para que os recursos para implantação da REDD possam ser captados.

A conclusão deste trabalho procurará fazer considerações sobre as perspectivas da REDD após sua aprovação na COP 16, em Cancun. Reconhecido formalmente como mecanismo de mitigação de mudanças climáticas no âmbito da CQNUMC, A REDD necessitará compatibilizar as várias experiências colocadas em prática até 2010 com o arcabouço efetivamente aprovado. Ademais, caberá à REDD se consolidar como mecanismo de mitigação e de proteção às florestas tropicais. O equacionamento do paradoxo da REDD exigirá uma ampla articulação internacional para prover aos países com mais fraca capacidade institucional de condições de acessar os recursos de financiamento para implantar a REDD em toda a sua dimensão, ou seja, até a fase de obtenção de resultados mensuráveis. Ademais, existe o desafio de promover as sinergias com outras iniciativas florestais

e fortalecer os instrumentos para manejo florestal sustentável, preservação da biodiversidade e demais serviços dos ecossistemas. Em 2011, ano internacional das florestas, poderá ter início uma bem-sucedida história de instrumentos internacionais de proteção às florestas, tendo a REDD como principal eixo estruturador.

Conforme previamente mencionado, este trabalho irá se referir sempre à REDD, entendendo como tal o mecanismo que abrange as atividades de redução do desmatamento e da degradação florestal, a conservação e o aumento de estoques de carbono florestal e o manejo florestal sustentável.¹ Na seção 2, discutem-se os avanços regulatórios deste mecanismo na COP 15, em Copenhague, e a seguir, na seção 3, são analisados os seus desafios e paradoxos. A seção 4 conclui com as decisões da COP 16, em Cancun.

2 A REDD EM COPENHAGUE

A importância da REDD como um mecanismo de mitigação é hoje inquestionável. Além de constituir uma fonte importante de emissões pelos países em desenvolvimento, a redução de emissões por desmatamento e degradação tem custos mais baixos do que em outros setores² e configura-se em uma opção atrativa para a mitigação voluntária dos países em desenvolvimento. A urgência necessária à ampliação das ações de mitigação de mudanças climáticas associada aos baixos custos relativos da REDD intensificou as negociações desse mecanismo. A importância da REDD deve-se ainda ao seu potencial como instrumento de redução da pobreza, preservação da biodiversidade e outros cobenefícios.

A introdução da redução como desmatamento e degradação florestal na agenda da CQNUMC se deu formalmente em 2005, quando Papua Nova Guiné, Costa Rica e um grupo de oito países apresentaram uma submissão propondo um mecanismo para redução de emissões por desmatamento e degradação (PARKER *et al.*, 2009). Dois anos antes, contudo, pesquisadores ligados a organizações não governamentais brasileiras já haviam apresentado a proposta de redução compensada de emissões, que buscava pagamentos internacionais por redução do desmatamento em relação a uma linha de base histórica. Desde a COP 13 no âmbito da convenção CQNUMC, com a inclusão da REDD no Plano de Ação de Bali e a recomendação de exploração de opções para implantação deste mecanismo, surgiram diferentes propostas de escopo, as quais englobariam as múltiplas atividades e os meios de execução que foram se designando REDD+ e REDD++, conforme as atividades contempladas pelo mecanismo (CQNUMC, 2007, 2009b).

1. A análise e conclusão apresentadas neste trabalho baseiam-se fortemente nas observações da autora a partir de sua experiência com o tema, assim como, as ideias que são pessoais e de sua total responsabilidade.

2. Em 2009, um estudo da consultoria McKinsey, baseado no relatório do IPCC de 2007 demonstrou ser o REDD uma das mais baratas opções de mitigação das mudanças climáticas, foi amplamente divulgado. Na mesma linha, os artigos de Stern (2006) e de Eliasch (2008) tiveram as mesmas conclusões.

QUADRO 1
Opções de escopo da REDD em debate até a COP 15

RED	Redução de emissões por desmatamento
REDD	Redução de emissões por desmatamento e degradação
REDD+	Redução de emissões por desmatamento e degradação, conservação e aumento de estoques de carbono florestal e manejo florestal sustentável
REDD++	REDD+ adicionado das atividades de reforestamento, inclusive em áreas onde não havia florestas no passado (aforestamento)

Em Copenhague, um novo acordo legalmente vinculante sobre a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas não pôde ser alcançado, mas a proposta de mecanismo REDD ganhou maturidade. Um grande avanço foi a definição do escopo da REDD que se consolidou como REDD+, indicativo do reconhecimento de sua importância para a redução de emissões de gases de efeito estufa, mas também da conservação e do aumento dos estoques de carbono florestal e da visão integral da floresta que estes objetivos requerem. A proposta de decisão finalizada em Copenhague apresenta claros progressos em relação às salvaguardas para a implantação da REDD, enfatizando os aspectos relacionados à conservação de florestas nativas, promoção de todas as funções da floresta – ambiental, social e econômica – e o respeito às populações que vivem e dependem delas. Tanto a proposta de decisão do AWG-LCA quanto a Decisão 4/CP 15 (CQNUMC, 2009a), sobre as diretrizes metodológicas para a REDD, remetem a um mecanismo de REDD que reconheça a complexidade da gestão florestal e a necessidade de prover incentivos positivos que reduzam os riscos de vazamento internacional.

As partes signatárias da CQNUMC produziram um texto de negociação que associa a efetividade da REDD como mecanismo de mitigação à boa governança florestal. Especialmente por meio do requerimento de que as partes interessadas em implantar estratégias de REDD considerem não apenas os vetores de desmatamento e degradação, mas também aspectos relacionados à propriedade fundiária e à governança florestal, além das salvaguardas específicas. De forma diversa de outros mecanismos de mitigação, o mecanismo depende intrinsecamente tanto de decisões microeconômicas, tais como as de proprietários rurais, comunidades locais, tradicionais e indígenas e instâncias locais de governo sobre o uso das florestas, como de decisões macroeconômicas, como o comprometimento em nível político nacional de conservação da cobertura florestal e a adoção de um arcabouço participativo de governança.

A necessidade de reduzir os riscos de vazamento e permanência associados à REDD, em parte, explica o tratamento diferenciado aplicado a este mecanismo de mitigação. Diversamente de outros projetos do segmento de uso da terra, da mudança de uso da terra e florestal, a REDD requer forte coordenação entre as

ações de múltiplos atores, as quais devem convergir para as reduções de desmatamento e degradação e a conservação das florestas naturais, em uma escala capaz de mitigar o risco de vazamento (DUTSCHKE; WERTZ-KANOUNNIKOFF, 2008; ELIASCH, 2008; WERTZ-KANOUNNIKOFF; KONGPHAN-APIRAK, 2009). Da mesma forma, é fundamental a construção de um arcabouço institucional que defina as responsabilidades capazes de tornar a estratégia de REDD crível para mitigar os riscos relativos à permanência.

Governança é, de fato, um dos pilares para a integridade ambiental da REDD. Ainda que um texto de negociação da CQNUMC não discuta aspectos teóricos, a proposta de decisão de REDD negociada em Copenhague inclui muitos elementos preconizados pela abordagem institucionalista sobre a boa governança de recursos naturais renováveis, especialmente os chamados *common pool resources* (OSTROM, 1990; AGRAWAL; OSTROM, 2001), como as florestas. A obrigação de consultar a todos os atores relevantes, criar um sistema de monitoramento, promover a participação plena e efetiva de todos os atores relevantes, identificar todos os vetores de desmatamento, bem como considerar as questões de governança no momento de formulação e implantação de uma estratégia de REDD está em consonância com as propostas institucionalistas. A literatura sobre cooperação e ação coletiva aponta para a necessidade de instituições capazes de elaborar um plano de ação que reflita as preferências e os interesses de todos os atores relevantes, especialmente os atores locais.³ Esse plano de ação deve conter provisões para sanções em caso de não cumprimento de seu conteúdo (KEOHANE; OSTROM, 1995; REES, 2006).

Nesse contexto, o êxito da estratégia de REDD está relacionado com a construção de um pacote balanceado de ações, cujos objetivos beneficiarão tanto os atores individuais quanto a coletividade, como os mecanismos de fiscalização e controle que assegurem que as medidas estabelecidas estão sendo cumpridas. A existência de um mecanismo transparente de informação completa o arranjo institucional necessário para que se estabeleça um padrão de governança capaz de equacionar os interesses competitivos de forma a garantir a sustentabilidade da conservação da cobertura florestal. Tais orientações estão contidas no texto do mecanismo de REDD que emergiu de Copenhague em vários de seus parágrafos, especialmente nos referentes a salvaguardas, conteúdo e forma de implementação de uma estratégia de REDD.

3 O DESAFIO E O PARADOXO DA REDD

Se, por um lado, as definições de escopo e abrangência e o nível de referência tiveram grande avanço no texto de Copenhague, por outro, as negociações relativas

3. Instituições aqui se referem tanto a agências como a instrumentos formais e informais de regulação.

ao financiamento tiveram pouco progresso. O texto de negociação reconhece uma REDD nacional, com uma potencial abertura para o subnacional em casos específicos, o qual deverá ser implementado em fases. O texto é claro ao estabelecer que a REDD necessita de uma preparação técnica e institucional – fase 1, fase preparatória ou *readiness* no jargão em inglês –, uma fase de consolidação da preparação e início de demonstração com quantificação de resultados – fase 2, ainda *readiness*, incluindo atividades demonstrativas – e uma fase de implementação plena, quando os países já teriam capacidade de apresentar resultados totalmente mensuráveis, reportáveis e quantificáveis – fase 3. Reconhece-se, portanto, a importância das estruturas de governança para a REDD. Tal reconhecimento, contudo, torna de certa forma as possibilidades de financiamento da REDD menos flexíveis e origina o que será neste texto explicado como o *paradoxo da REDD*.

QUADRO 2
Fases da REDD

Fase 1 – fase preparatória ou <i>readiness</i>	Desenvolvimento de estratégias ou planos de ação nacionais e de políticas Construção de capacidades
Fase 2 – preparação e atividades demonstrativas	Implementação de estratégias ou planos de ação e de políticas e programas Consolidação da construção de capacidades Desenvolvimento e transferência de tecnologias Atividades demonstrativas com resultados quantificáveis e consideração das salvaguardas
Fase 3 – implementação plena	Implementação plena de estratégias nacionais ou planos de ação com resultados quantificáveis, mensuráveis e reportáveis

A adoção da abordagem das três fases no texto de REDD negociado em Copenhague aponta para a necessidade de financiamento das várias fases de implantação do mecanismo e de suas diferentes atividades, inclusive a elaboração das estratégias e a implantação das salvaguardas. Tal abordagem implica que uma grande quantidade de recursos deve ser destinada à preparação da REDD, antes mesmo que os resultados em termos de emissões reduzidas possam ser mensurados. Considerando as opções de financiamento existentes, quais sejam, fundos públicos, doações e mercados, observa-se que as diferentes atividades exercerão atratividade diferenciada em relação às fontes de recursos. Mercados usualmente são mais propensos a pagar por resultados com elevado grau de certeza na sua realização. Na fase de *readiness*, portanto, o uso de recursos de mercado não seria provável ou poderia ter implicações negativas sobre o valor final a ser pago aos países implementadores deste mecanismo, uma vez que os mercados tendem a precificar o risco de não realização e o custo de oportunidade de investimento inicial. Fundos públicos poderiam ser mais apropriados às fases iniciais da REDD, por sua natureza menos avessa ao risco e por sua maior capacidade de influenciar as condições institucionais que a afetam.

Ainda que as condições de financiamento sejam equacionadas entre os fundos públicos e privados, a relação entre a necessidade fundamental de boa governança e a capacidade de acesso aos recursos de financiamento para a REDD será crítica. A boa governança é um fator de mitigação de risco deste mecanismo, tanto por ser o elemento indispensável para o sucesso de uma estratégia de REDD quanto por ser capaz de criar instituições confiáveis para assumir o controle de riscos. Em suma, o texto negociado em Copenhague define um mecanismo de REDD cuja estrutura de financiamento embute o desafio de assegurar que a atração de recursos para a sua implantação irá contribuir para o estabelecimento de novos arranjos institucionais que permitirão superar os obstáculos colocados pela eventual inexistência prévia de boa governança que normalmente é exigida, tanto por mercados quanto por fundos públicos. Este parece ser o grande desafio de viabilidade da REDD.

O desafio da boa governança embute também o paradoxo da boa governança. Países com grande cobertura de florestas tropicais são países, em geral, com problemas de governança. Regimes políticos instáveis, arranjo institucional ainda não adequado às necessidades da REDD, problemas no monitoramento e no controle são alguns destes normalmente encontrados nos países em que a REDD será implantado. O grau de ocorrência e de gravidade desses problemas poderá gerar uma assimetria na alocação de recursos para financiamento da REDD, que poderá não obedecer à lógica de proteção dos maiores estoques de carbono florestal do mundo. Ainda, essa assimetria pode prejudicar o objetivo de prover incentivos positivos para todos os países com cobertura de florestas tropicais simultaneamente e afetar a escala de mitigação projetada para a REDD. Notadamente, as duas maiores extensões contíguas de florestas tropicais do mundo são a Amazônia e a bacia do Congo, em que muitos países ainda estão estabelecendo condições institucionais para implementar estratégias sustentáveis, com resultados mensuráveis e verificáveis de REDD simultaneamente ao atendimento dos requisitos de governança previstos no mecanismo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução das negociações sobre o papel das florestas tropicais na mitigação das mudanças climáticas está consolidada no mecanismo da REDD. O desafio de redução de emissões por desmatamento e proteção dos estoques de carbono florestal de forma permanente e em âmbito global está estabelecido no texto adotado pela COP 16, em Cancun, no México. O texto aprovado no México contém poucas mudanças em relação ao texto negociado em Copenhague e, portanto, define a REDD como uma estratégia nacional de redução de desmatamento e degradação florestal, conservação e aumento de estoques de carbono florestal, reconhecendo o manejo florestal sustentável como atividade consistente com esses

objetivos. Trata-se, portanto, de um mecanismo que vai nortear a gestão florestal em todos os países em desenvolvimento com cobertura florestal que decidirem por sua implantação. O impacto da REDD, nesse sentido, poderá ir muito além da mitigação das mudanças climáticas e prover benefícios para os serviços dos ecossistemas, a preservação da biodiversidade e o alívio da pobreza, entre outros.

O texto aprovado em Cancun mantém a ênfase na governança para a REDD e no seu caráter nacional. Sua aprovação traz a necessidade imediata de construção de diálogo entre os responsáveis nacionais pela gestão florestal e de mudanças climáticas com os demais atores relevantes para o mecanismo, especialmente aqueles que têm iniciativas de REDD em execução. A expansão do financiamento para REDD a partir de 2008, como consequência das decisões adotadas na COP 13, permitiu a implantação de iniciativas e projetos com várias abordagens metodológicas. Muitos se baseavam em abordagens subnacionais e apropriação de resultados de forma similar à estabelecida pelo mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL). Da mesma forma, no nível internacional, várias iniciativas se formaram para preparar os países para a REDD.

Atuando sem um marco legal definitivo, essas iniciativas financiaram ações propostas pelos países, buscando consistência com a redução do desmatamento. O Programa de REDD das Nações Unidas (UN-REDD) e o Forest Carbon Partnership Fund (FCPF) do Banco Mundial estão entre as principais iniciativas. Também o REDD+ Partnership, criado após os avanços obtidos em Copenhague para acelerar a implantação da REDD, terá agora o papel fundamental de consolidar os elementos da decisão da CQNUMC e, conjuntamente às demais iniciativas internacionais, estruturar um arranjo de financiamento internacional que produza estratégias de REDD capazes de gerar resultados comprováveis na CQNUMC. Um dos desafios será compatibilizar esse objetivo com os demais benefícios potenciais que a REDD pode gerar. Em 2011, a construção de instrumentos para a superação desse desafio tem maior chance. No Ano Internacional das Florestas e após a aprovação do sistema Access and Benefit Sharing (ABS), na Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD),⁴ que prevê a repartição de benefícios pelo uso da biodiversidade, o assunto terá espaço de destaque na agenda política mundial.

Inicia-se, portanto, em 2011, a implantação de uma REDD com maior foco em resultados em carbono e uma nova fase de negociação voltada para a regulamentação deste mecanismo. Alguns pontos serão críticos para essa regulamentação, como a definição exata das fases de implantação da REDD. Outra questão ainda aberta é o financiamento da terceira fase. A decisão de Cancun

4. O Protocolo de Nagóia, sobre o acesso aos recursos genéticos e a distribuição justa e equitativa dos benefícios gerados por sua utilização, foi aprovado na COP 10, da CBD, em Nagóia, no Japão, em 29 de outubro de 2010.

vincula claramente o financiamento das duas primeiras fases por meio de iniciativas bilaterais ou multilaterais e requer que o grupo de trabalho, AWG-LCA, continue explorando opções para a terceira fase.

Às iniciativas bilaterais e multilaterais caberá lidar também com o *paradoxo da REDD*, ou seja, o aporte de recursos na construção de um sistema de governança que torne a estratégia de REDD consistente e sustentável. Conforme ressaltado, recursos públicos ou privados tendem a procurar investimentos com maior segurança de resultados. No caso da REDD, a governança é elemento fundamental para sucesso da estratégia implantada. A tendência natural dos recursos, portanto, é procurar países com grande concentração de estoques de carbono florestal e boa governança. Tais características poderão ser não coincidentes. E países com grande potencial para REDD poderão continuar sem apoio por falta de capacidade institucional. A vinculação do financiamento das duas primeiras fases da REDD às iniciativas bilaterais e multilaterais confere a estas, portanto, um papel crucial para a superação do paradoxo. A atuação das iniciativas multilaterais adquire fundamental importância para dar condições aos países com problemas de governança de receber os recursos de REDD e construir uma estrutura de governança que atenda às necessidades de integridade e consistência ambiental. A REDD, se implantada à luz do que está preconizado no texto aprovado em Cancun, poderá ser o ponto de inflexão na forma da sociedade mundial lidar com a cobertura florestal e promover a valorização das florestas em sua integridade. Esforços domésticos e multilaterais poderão resultar na transformação de um novo modelo de desenvolvimento que privilegia as florestas em pé. Que venha 2011!

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, A.; OSTROM, E. Collective action, property rights and decentralisation in resource use in India and Nepal. **Politics and Society**, v. 29, n. 4, p. 485-514, 2001.

ANGELSEN, A. (Ed.). **Moving Ahead with REDD: issues, options and implications**. Bogor: Cifor, 2008.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (CQNUMC). **Decision 1/CP.13**: Bali Action Plan. Bali, 2007. p. 60.

_____. **Decision 4/CP.15**: methodological guidance for activities relating to reducing emissions from deforestation and forest degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries. Copenhagen, 2009a. p. 11-12.

_____. **Report of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention on its eighth session, held in Copenhagen from 7 to 15 December 2009.** Copenhagen, 2009b. p. 1-44.

DUTSCHKE, M.; WERTZ-KANOUNNIKOFF, S. Financing REDD: linking needs and financing sources. **Cifor Infobriefs**, n. 17, 2008.

ELIASCH, J. **Climate Change** – Financing Global Forests: The Eliasch Review. London: UK Government, 2008.

INFORMAL WORKING GROUP ON INTERIM FINANCE FOR REDD (IWG-IFR). **Report Of The Informal Working Group On Interim Finance For REDD+ (IWG-IFR)**. 27 Oct. 2009 (Discussion Document). Disponível em: <http://www.unredd.net/index.php?option=com_docman&task=doc_details&Itemid=&gid=1096>.

KEOHANE, R.; OSTROM, E. **Local commons and global interdependence**. London: Sage Publications, 1995.

OSTROM, E. **Governing the commons**: evaluation of institutions for collective action. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Climate Change 2007**: Synthesis Report. Genebra, 2007. Summary for Policymakers.

PARKER, C. *et al.* **The Little REDD Book**. Oxford: Global Canopy Programme, 2009.

REES, J. **Urban water and sanitation services**: an IWRM approach. Elanders AB, Sweden: The Global Water Partnership, 2006 (TEC Background Papers, n. 11).

STERN, N. **The Economics of Climate Change**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006.

WERTZ-KANOUNNIKOFF, S.; KONGPHAN-APIRAK, M. **Emerging REDD+**: a preliminary survey of demonstration activities and readiness activities. Bogor Barat, Indonesia: Printed in Denmark, 2009 (Cifor Working Paper, n. 46).

A OBRIGAÇÃO DE FINANCIAMENTO NA CONVENÇÃO CLIMÁTICA

Claudia da Costa Martinelli Wehbe*

1 INTRODUÇÃO

A obrigação de financiamento no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), constitui-se em aspecto-chave para a viabilização de políticas e ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas nos países em desenvolvimento. Com vista a contribuir com tal debate, este capítulo terá como objeto o mecanismo financeiro responsável por dar suporte a essa obrigação no âmbito da convenção. Ainda que se reconheça a importância dos instrumentos de mercado na geração de fluxos financeiros significativos para o clima, em face da amplitude e da complexidade da discussão em tela, este trabalho irá focar somente o mecanismo financeiro e seus desafios, bem como pôr em perspectiva os resultados das Conferências das Partes (COPs 15 e 16) neste tema.

2 O FINANCIAMENTO PARA O CLIMA

As mudanças climáticas e seus potenciais efeitos sobre o desenvolvimento têm sido objeto de estudos¹ recentes que procuram avaliar o problema sob o prisma econômico. Para além dos impactos imediatos, busca-se compreender a influência que estas poderão exercer sobre os padrões de interação da sociedade com seu meio, os níveis de produção, bem como os custos associados. As questões que emergem de tais análises referem-se não só a como minimizar os potenciais efeitos das mudanças do clima, mas também a de que modo se adaptar a uma realidade distinta, potencialmente mais adversa, que aquela incorporada nos modelos tradicionais de planejamento econômico.

* Cientista política, pós-graduada em Finance and Investments in a Low Carbon Economy pela Universidade de Edimburgo e mestranda em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília (UnB); integra a carreira federal de Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental.

1. Ver, a respeito, entre outros: Assad *et al.* (2008), Gouvello (2010), Heal (2009), Margulis e Dubeaux (2010), McKinsey & Company (2008), Parry *et al.* (2009) e Stern (2006).

Em pauta está a transição para um novo paradigma, a migração para uma economia resiliente e de baixa emissão de carbono, para cuja viabilização o tema do financiamento se revela fundamental, mormente aos países em desenvolvimento. A CQNUMC estabeleceu a obrigação dos países Anexo II² de contribuírem com os esforços de mitigação e adaptação das demais nações por meio da transferência de recursos financeiros e tecnológicos. Além de compensarem os países em desenvolvimento pelos impactos das mudanças do clima, tais recursos devem apoiá-los na adoção de trajetórias de desenvolvimento menos intensivas em carbono e, geralmente, mais caras (CQNUMC, 2006).

A obrigação de financiamento na convenção fundamenta-se, entre outros princípios, no do poluidor-pagador. Segundo este, cabe ao poluidor suportar os custos de medidas preventivas e/ou cabíveis para a eliminação ou a neutralização dos danos ambientais de sua responsabilidade histórica. A tarefa de financiamento para o clima refere-se, pois, à internalização de parte desses custos pelos países desenvolvidos em razão da externalidade global suscitada em seus processos de industrialização e desenvolvimento.

Trata-se, ademais, de obrigação legal consubstanciada nos Arts. 4º e 11 da CQNUMC e, portanto, não deve ser vista tal como a Ajuda Oficial ao Desenvolvimento (AOD),³ sob o prisma da filantropia. Seu cumprimento revela-se decisivo para a reversão das atuais ameaças à estabilidade climática, posto que a atmosfera é um bem comum e evitar o aumento nas concentrações de GEE depende da ação coletiva de todos os países. A carência de apoio financeiro para custear trajetórias mais limpas de desenvolvimento nas nações não constantes do Anexo I da convenção pode, assim, comprometer os esforços globais de mitigação e aumentar as incertezas sobre o futuro climático do planeta.

Parte da tarefa de estabilização das concentrações de GEE refere-se ao desenvolvimento de tecnologias, muitas das quais ainda se encontram em estágio muito incipiente nos países em desenvolvimento. O financiamento pela convenção pode contribuir para acelerar o desenvolvimento e a implementação destas, reduzindo o risco para o capital privado até que atinjam a maturidade comercial. Associada à transferência de tecnologias, tal medida pode estimular e alavancar os necessários investimentos privados baseados em cadeias sustentáveis, energias não fósseis e medidas para eficiência energética no transporte, na indústria e nas construções, por exemplo.

2. A CQNUMC possui 192 partes signatárias (191 países e a União Europeia – UE), divididas em três grupos, a saber: Anexo I – composto por países industrializados e economias em transição, obrigados a reduzir suas emissões em termos absolutos; Anexo II – integrado pelos países Anexo I que têm o compromisso de ajudar financeiramente e com tecnologia países em desenvolvimento a mitigar a emissão de GEE e implementar planos de adaptação; e não Anexo I – países em desenvolvimento, sem obrigação de diminuir emissões em termos absolutos e prestar ajuda financeira e tecnológica.

3. A AOD refere-se à provisão de recursos a países em desenvolvimento, visando à melhor distribuição da riqueza e à maior coesão social.

Para a operacionalização da obrigação de financiamento, a CQNUMC definiu um mecanismo financeiro, o qual deve funcionar sob a orientação da COP – a quem cabe decidir sobre suas políticas, suas prioridades programáticas e seus critérios – e prestar contas a esta. Seu funcionamento pode ser atribuído a uma ou mais entidades operacionais, em que estejam representadas de forma equitativa e balanceada as partes da convenção. A provisão de recursos financeiros pode se dar a título de doação ou em base concessional, e a CQNUMC também faculta aportes mediante canais bilaterais, regionais e multilaterais (CQNUMC, 1992).

A CQNUMC também dispõe sobre princípios norteadores do cumprimento da obrigação de financiamento. Esta estabelece que os recursos financeiros a serem providos pelos países Anexo II deverão ser: novos e adicionais, sobretudo, às contribuições a título de AOD; adequados às necessidades da estabilização climática; e previsíveis, para permitir o planejamento efetivo de ações – devendo haver *burden-sharing* de obrigações entre esses países. No que tange ao sistema de governança, a convenção também recomenda a transparência de informações e o *accountability*, além dos já mencionados equilíbrio e equidade na representação das partes.

3 O MECANISMO FINANCEIRO DA CONVENÇÃO

O Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF, na sigla em inglês)⁴ é a entidade operacional do mecanismo financeiro da CQNUMC desde 1992, quando foi adotado interinamente. Nos anos seguintes à sua designação, fora reestruturado, universalizado e depois endossado nesta posição pela COP. Criado em 1991 pelo Banco Mundial, pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) e pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o GEF reúne três fundos sob a convenção, a saber:

- GEF Trust Fund: apoia países em desenvolvimento e economias em transição a contribuírem com os objetivos de mitigação e adaptação da CQNUMC.⁵
- Special Climate Change Fund (SCCF): objetiva implementar medidas de adaptação de longo prazo que aumentem a resiliência de países em desenvolvimento quanto aos impactos das mudanças do clima.
- Least Developed Countries Fund (LDCF): visa atender às necessidades especiais dos países menos desenvolvidos, mais vulneráveis aos impactos adversos das mudanças do clima.

4. O GEF é uma organização financeira independente, responsável por financiar projetos relacionados a questões ambientais globais. Além de servir à CQNUMC, este também atua como mecanismo financeiro da Convenção sobre Diversidade Biológica, da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes e da Convenção de Combate à Desertificação, além de apoiar o Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio.

5. Atende a outras áreas focais, além de mudanças do clima.

O acesso aos recursos dos fundos referidos se dá via apresentação de projetos pelos países elegíveis a uma das agências implementadoras credenciadas,⁶ sendo vedado o acesso direto. Por um lado, essa abordagem por projetos permite que se revisem e aperfeiçoem as ações apresentadas. Por outro, esse processo pode ser demorado, implicar altos custos administrativos e depender da eficiência dos sistemas de análise e aprovação de projetos das agências.

Os aportes financeiros aos fundos gerenciados pelo GEF se dão de forma voluntária, por meio de compromissos apresentados pelos países. Como inexistem mecanismos de *enforcement* para o cumprimento das promessas, a experiência evidencia um hiato entre as contribuições prometidas, as efetivamente realizadas e aquelas desembolsadas pelos fundos da convenção. A título ilustrativo, no período 2002-2010, foram prometidos cerca de US\$ 411 milhões, depositados US\$ 353 milhões e desembolsados somente US\$ 230 milhões, no âmbito dos fundos SCCF e LDCE.⁷

Já nos 18 anos em que atuou como entidade operacional do mecanismo da convenção, o GEF alocou somente cerca de US\$ 3,2 bilhões em apoio a projetos sobre mudanças do clima em países em desenvolvimento e economias em transição (GEF, 2010). Se somados aos valores providos pelo Fundo de Adaptação, ligado ao Protocolo de Quioto, e demais canais multilaterais, regionais e bilaterais, o nível de recursos efetivamente desembolsados não alcança uma dezena de bilhões de dólares, valor muito aquém das contribuições prometidas e das demandas de financiamento. Quanto a estas últimas, a CQNUMC (CQNUMC, 2009a) estima que, para reduzir as emissões globais em cerca de 25% abaixo dos níveis de 2000, o investimento adicional líquido à escala mundial poderá ter de subir para cerca de US\$ 200 bilhões anuais em 2030, dos quais mais da metade seriam necessários para países em desenvolvimento.

Já o Banco Mundial projeta gastos anuais com mitigação e adaptação nos países em desenvolvimento que podem perfazer US\$ 275 bilhões até 2030 e alerta para o fato de que os recursos aportados até então cobrem apenas 5% do necessário (BANCO MUNDIAL, 2010). Alguns estudos mostram, corroborando o princípio da precaução, que os gastos com mitigação da mudança climática devem ser realizados o quanto antes, sob o risco do acirramento do problema, no médio e longo prazos. Nesta linha, Stern (2006) aponta que atrasar os esforços de mitigação, além de arriscado, aumentaria a estimativa de danos, no mínimo, de 5% a 20% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial ao ano.⁸

6. As dez agências são o Banco Africano de Desenvolvimento, o Banco Asiático de Desenvolvimento, o Banco Europeu de Reconstrução e Desenvolvimento, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, na sigla em inglês), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), o Fundo Internacional para o Desenvolvimento Agropecuário, o PNUD, o Pnuma, a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Unido) e o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento.

7. Ver, a respeito, o sítio Climate Fund Updates, disponível em: <<http://www.climatefundupdate.org>>. Acesso em: dez. 2010.

8. Cabe ressaltar que o Relatório Stern é criticado por utilizar uma taxa de desconto muito baixa, próxima a 0%, a qual suscita controvérsias.

No que se refere à forma de provisão do financiamento climático, nota-se que a maior parte do aporte de recursos tem ocorrido fora do mecanismo financeiro da convenção, por meio de canais bilaterais, regionais e multilaterais. Com respeito a estes últimos, o Banco Mundial tem atraído a maior contribuição dos países Anexo II, com destaque para os Fundos de Investimento Climático.⁹ Segundo dados de 2008 da ONU (CQNUMC, 2009a), o montante de recursos para adaptação e mitigação alocados neste banco supera o total disponível no BID, no Banco Asiático de Desenvolvimento, no Banco Africano de Desenvolvimento e no Banco Europeu de Reconstrução e Desenvolvimento juntos.

Além das plataformas multilaterais de financiamento para o clima, também aquelas bilaterais tem se multiplicado, sobretudo a partir de 2007. Ainda que não afastem o papel desempenhado pelo GEF, estas colocam novos desafios à arquitetura de financiamento climático, com destaque para a coordenação e o acompanhamento das ações de suporte financeiro. A pluralidade de canais de financiamento e a inexistência de um órgão supervisor e de definições operacionais para orientar a implementação das obrigações de financiamento têm contribuído para a redução da transparência e da efetividade do mecanismo financeiro da convenção.

O resultado é a pouca clareza quanto aos montantes disponibilizados, obrigações de aportes que se confundem com ofertas voluntárias, e a prevalência do cofinanciamento, em detrimento de doações. Estes fatores contribuem para a desfiguração do objetivo do mecanismo financeiro e geram críticas, sobretudo por populações mais vulneráveis aos desastres climáticos. Por fim, a multiplicidade de canais de financiamento dificulta a gestão e o monitoramento das obrigações financeiras das partes e pode gerar dupla contagem de esforços.

4 AS NEGOCIAÇÕES SOBRE MECANISMO FINANCEIRO

A necessidade de aperfeiçoamento do mecanismo financeiro da convenção fora contemplada como um dos pilares do Plano de Ação de Bali (PAB) (CQNUMC, 2007), aprovado na COP 13. Com o objetivo de fortalecer o cumprimento e o avanço da convenção, o plano lançou um processo negociador visando alcançar uma decisão na COP 15 que compreenda cinco eixos a seguir: visão comum de longo prazo, mitigação, adaptação, financiamento e transferência de tecnologia. No caso de financiamento, o PAB acena para que o novo acordo assegure:

A intensificação das medidas relativas ao fornecimento de recursos financeiros e investimento em apoio às medidas de mitigação e adaptação, bem como cooperação tecnológica, inclusive, entre outros, a consideração de:

(i) Melhor acesso a recursos financeiros e apoio técnico adequados, previsíveis e sustentáveis, e o fornecimento de recursos novos e adicionais, inclusive o financiamento

9. Aprovados pela Diretoria Executiva do Banco Mundial em julho de 2008.

- oficial e em base de concessão às Partes países em desenvolvimento;
- (ii) Incentivos positivos às Partes países em desenvolvimento para a melhoria da implementação de estratégias de mitigação e medidas de adaptação nacionais;
 - (iii) Formas inovadoras de financiamento para auxiliar as Partes países em desenvolvimento particularmente vulneráveis aos impactos adversos da mudança do clima a arcarem com os custos da adaptação;
 - (iv) Meios de incentivar a implementação de medidas de adaptação com base em políticas de desenvolvimento sustentável;
 - (v) Mobilização de financiamento e investimentos dos setores público e privado, inclusive a promoção de escolhas de investimentos que não prejudiquem o clima;
 - (vi) Apoio financeiro e técnico para a capacitação com relação à avaliação dos custos de adaptação nos países em desenvolvimento, em especial nos mais vulneráveis, para ajudar a determinar suas necessidades financeiras (CQNUMC, 2007).

Desde então, as diretrizes referidas têm norteado a negociação sobre a obrigação de financiamento no âmbito do Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Ações de Cooperação de Longo Prazo no âmbito da Convenção (AWG-LCA, na sigla em inglês).¹⁰ Os temas discutidos pelo subgrupo que trata de financiamento resumem-se: *i*) à escala necessária de recursos para expandir as ações de mitigação, adaptação, desenvolvimento e transferência de tecnologias e capacitação; *ii*) à fonte para uma provisão estável e previsível de recursos; *iii*) à estrutura balanceada e eficiente de governança do mecanismo financeiro; e *iv*) à transparência na alocação e no monitoramento relatório e verificação (MRV, na sigla em inglês) dos recursos.

Outros dispositivos do PAB também contêm referência a incentivos financeiros e necessidades de financiamento, como quando da menção a Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (Namas, na sigla em inglês), à redução de emissões por desmatamento e degradação, conservação e aumento de estoques de carbono florestal e manejo florestal sustentável (REDD+) e à adaptação e mecanismos de mercado. Note-se que, com isso, o tratamento desses pontos ocorre simultaneamente em outros subgrupos de negociação do AWG-LCA, aumentando a demanda por coordenação e articulação. O tema também guarda interface com as discussões sobre o segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto, no qual estão sendo negociadas as metas de redução de emissões dos países desenvolvidos. Em tal contexto negocial complexo, esperava-se lograr uma decisão na Conferência de Copenhague contemplando, entre outros objetivos, o fortalecimento do apoio financeiro a medidas para o clima.

10. Estabelecido como órgão subsidiário da convenção para conduzir o processo negociador relativo ao PAB.

Todavia, diversos fatores obstaram o alcance de um acordo legal compreensivo nos termos estabelecidos no Plano de Ação de Bali durante a COP 15 e, como resultado, um novo prazo fora conferido para a conclusão das negociações. Cumpre lembrar que, apesar da pressão popular e de várias sinalizações políticas prévias à conferência, ainda restavam muitos pontos a acordar em Copenhague, para os quais eram necessários elevado grau de confiança entre as partes e compromisso maior pelos países desenvolvidos. O desafio era grande, sobretudo dado o contexto da crise econômica e financeira global iniciada em 2008, a qual provocara a deterioração fiscal generalizada no âmbito das economias desenvolvidas.¹¹

Ainda assim, a despeito das grandes dificuldades negociais na COP 15, tomou-se nota do Acordo de Copenhague (CQNUMC, 2009b), que continha compromissos políticos em geral, vagos e pouco ambiciosos, mas com alguns avanços quanto ao tema de financiamento. Entre estes, destaca-se o compromisso de mobilização coletiva pelos países desenvolvidos de US\$ 30 bilhões para o período 2010-2012 e de US\$ 100 bilhões anuais até 2020. Tais recursos seriam disponibilizados para financiar ações de mitigação – incluindo REDD+, adaptação e transferência de tecnologia e capacitação nos países em desenvolvimento.

O reconhecimento pelo acordo da necessidade de financiamento no curto prazo para combate à mudança do clima fora fato importante para os países em desenvolvimento. Os chamados recursos de “início rápido” têm sido demandados para o apoio imediato a preparação e implemento de planos de adaptação e mitigação, entre outros. Ademais, seu cumprimento efetivo pode constituir-se em sinal importante para a reconstrução da confiança entre as partes da convenção, tão abalada com questões processuais e de transparência na condução da COP 15 (SERRA, 2010).

Boa parte dos recursos supramencionados seria canalizada pelo então chamado Fundo Verde de Copenhague para o Clima, o qual seria estabelecido para atuar como nova entidade operacional do mecanismo financeiro da convenção. Este financiaria políticas, programas, projetos e ações em países em desenvolvimento relacionados a mitigação, adaptação e capacitação e desenvolvimento e transferência de tecnologias. A proposta de criação de fundo, ainda que pouco específica, vinha ao encontro da reivindicada revisão do arcabouço de gestão dos recursos financeiros na convenção, pauta central nas negociações formais em Copenhague e objeto de proposta pelo Grupo dos 77 e China (G-77 + China) (G-77; CHINA, 2010).

11. Em função da desaceleração da atividade econômica e dos gastos em elevação para promover políticas anticíclicas, entre 2007 e 2009, o déficit nominal dos países desenvolvidos aumentou em 7,7 % do PIB.

Embora representassem avanços pontuais, os termos consignados no Acordo de Copenhague deixavam lacunas importantes quanto ao atendimento do preceituado no Plano de Ação de Bali. Entre estas, cabe mencionar, no que tange à obrigação de financiamento, a forma de operacionalização daqueles compromissos, os detalhes sobre o fundo e as fontes de recursos. Sobre estas últimas, o texto somente se referiu de modo elusivo a diversas opções e dispôs sobre o estabelecimento do Grupo de Alto Nível de Especialistas para, sob a supervisão da COP, estudar a contribuição de fontes de receita.

No esteio dessa proposta, em fevereiro de 2010, fora criado o High Level Advisory Group on Climate Change Financing¹² (AGF) para estudar meios de se mobilizar os US\$ 100 bilhões anuais até 2020. O trabalho identificou e avaliou fontes de recursos a partir de critérios como: geração de receita, eficiência, incidência, equidade, praticidade, aceitação, adicionalidade e confiabilidade. Apesar de não se integrar à CQNUMC, o grupo contribuiu, entre outros, para estimular o desenvolvimento de novos estudos e reforçar a posição do tema de financiamento para o clima no âmbito da ONU.

Outra questão relacionada ao Acordo de Copenhague é que, embora “imediatamente operacional”, ele possuía eficácia jurídica limitada por não ter obtido consenso na plenária final da COP 15. Constituiu-se, pois, em documento de orientação política e suas provisões careciam de *enforcement* na CQNUMC. A real efetividade e progresso trazidos por este acordo dependiam, então, de um esforço subsequente para tornar seus dispositivos convergentes com as tratativas no âmbito do AWG-LCA e operacionais.

Ainda assim, advoga-se a contribuição do Acordo de Copenhague na propulsão das discussões que culminaram com a COP 16, no México. Tal período se iniciou pautado pela busca do restabelecimento das bases de progresso no âmbito dos dois grupos de trabalhos,¹³ de forma a trazer para a CQNUMC o que se constituía em avanço e dar sequência ao texto-base em negociação. Ao fim de 2010, ainda que persistissem as dificuldades negociais, foram aprovados os chamados Acordos de Cancun, que consistem em decisões sob os eixos de negociação da convenção e do Protocolo de Quioto, contendo dispositivos sobre adaptação, mitigação, REDD+, tecnologia e financiamento (CQNUMC, 2010). Os avanços referentes ao eixo de financiamento serão analisados a seguir.

12. Ver o relatório final do AGF em: <<http://www.un.org/wcm/content/site/climatechange/pages/financeadvisory-group>>.

13. Além do AWG-LCA, há o Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Compromissos Adicionais para as Partes do Anexo I no âmbito do Protocolo de Quioto (AWG-KP, na sigla em inglês), criado em 2005 para tratar do segundo período de compromisso desse protocolo.

5 OS ACORDOS DE CANCUN

Os Acordos de Cancun tratam de forma balanceada sobre os diversos pontos do PAB e incluem compromissos para o prosseguimento dos trilhos de negociação em 2011. Boa parte dos resultados então obtidos fora capitaneada pelo tema do financiamento, com conquistas importantes para os países em desenvolvimento. Como destaque, estabeleceu-se o Fundo Verde para o Clima, um comitê permanente para assistir o mecanismo financeiro e a alocação de recursos, além do reconhecimento dos compromissos coletivos de financiamento de curto e longo prazos.

No que se refere à escala de recursos a serem disponibilizados pelos países desenvolvidos, em Cancun, foram oficializados em documento da convenção os compromissos de Copenhague de mobilização de US\$ 30 bilhões no curto prazo – até 2012 – e US\$ 100 bilhões anuais até 2020. Note-se que, embora pareçam expressivos em termos absolutos, tais montantes situam-se aquém das estimativas do G-77 + China, de que os países Anexo I deveriam prover quantia de, aproximadamente, 0,5% a 1% de seu PIB aos países em desenvolvimento.

A transição para economias mais resilientes e com reduzida emissão de carbono exige não só investimentos vultosos, como também seu desembolso no momento adequado, sob o risco de aumentarem-se os custos para as gerações futuras.¹⁴ Em levantamento pelo sítio Climate Funds Update, até dezembro de 2010, haviam sido prometidos US\$ 29,7 bilhões em declarações por 19 países e a Comissão Europeia, dos quais a maioria ainda não havia sido desembolsada e parte se referia a compromissos anteriormente assumidos.

Associado à reflexão anterior, o debate sobre fontes de recursos estáveis e previsíveis, bem como a respeito de fórmulas de contribuição, ainda se encontra em definição nas tratativas do AWG-LCA. Elemento-chave para assegurar a estabilidade e a previsibilidade dos fluxos financeiros, a seleção das fontes também se revela matéria sensível por envolver reflexos sobre o comportamento dos agentes econômicos e suas decisões de investimento. Ao fim, os textos de Cancun mantiveram a menção genérica à variedade de fontes e, além de tomarem nota do trabalho desenvolvido pelo AGF, reforçaram a necessidade de se desenvolverem mais estudos a este respeito.

Nos Acordos de Cancun, propuseram-se às partes prazos anuais até 2013 para submissão de informações sobre a provisão do financiamento de “início rápido”, o que poderá ampliar a transparência e *accountability* no sistema. Diante do cenário de expansão das contribuições financeiras no âmbito da CQNUMC também no longo-prazo, medida premente é melhorar as formas de MRV a

14. Ver, entre outros autores, Heal (2009) e Stern (2006).

provisão de recursos, de modo a demonstrar não só o efetivo cumprimento das promessas, mas também identificar se os fundos aportados são novos e adicionais e se há uma alocação equilibrada entre adaptação e mitigação. Mudanças na forma de registro destas informações, atualmente dispersas, também podem contribuir para o aperfeiçoamento do mecanismo financeiro da convenção. Papel importante, neste sentido, poderá desempenhar o então estabelecido comitê permanente do mecanismo financeiro.

Esse comitê atuará sob a COP, a qual assistirá na tarefa de ampliar a coerência e coordenação na provisão de financiamento para o clima, a racionalização do mecanismo financeiro, a mobilização de recursos e o MRV do apoio provido a países em desenvolvimento. Com isso, espera-se melhorar a estrutura de governança associada à obrigação de financiamento, bem como a transparência, a eficiência e a especialização do assunto na CQNUMC. Neste sentido, será importante a fase subsequente à Cancun, que servirá à definição em detalhe das atribuições e das funções do comitê.

Essa fase também servirá para a demarcação do funcionamento do Fundo Verde para o Clima, instituído pelos Acordos de Cancun à luz da proposta de arquitetura feita pelo G-77 + China. Considerado um dos principais resultados da COP 16, o fundo será designado como entidade operacional do mecanismo financeiro da convenção e servirá de canal para boa parte dos recursos para adaptação. Este atuará sob a orientação da COP, a qual prestará contas e apoiará políticas, programas, projetos e outras atividades em países em desenvolvimento, por meio de janelas especializadas de financiamento.

A estrutura de governança do Fundo Verde para o Clima compreende um conselho com 24 membros, divididos igualmente entre nações desenvolvidas e em desenvolvimento. O fundo contempla um *trustee* para administrar seus ativos financeiros, conforme orientação do conselho, a quem deve prestar contas sobre a *performance* de suas obrigações fiduciárias. Objeto de disputa entre as partes, o Banco Mundial fora convidado para atuar como *trustee* em caráter interino, até a revisão a realizar-se em três anos a partir da operacionalização do fundo. Também fora indicada a constituição de um secretariado para apoiá-lo (CQNUMC, 2010).

Não foram definidos em Cancun os detalhes sobre mandatos, regras de procedimento do fundo e reporte à COP. Estes serão formulados pelo Comitê de Transição, designado por esta conferência e integrado por 40 membros, dos quais 25 provindos de países em desenvolvimento e o restante de desenvolvidos. O trabalho do comitê será apoiado por agências da ONU, bancos multilaterais de desenvolvimento e instituições financeiras, além do próprio GEF.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O detalhamento e a operacionalização dos compromissos com o financiamento para o clima acordados em Cancun serão cruciais ao fortalecimento do regime internacional sobre mudança climática. O Brasil situa-se em posição singular para seguir contribuindo para a consolidação dos avanços neste tema. Isso em razão de seu reconhecido protagonismo político, seu compromisso com políticas ambiciosas para mudanças climáticas, bem como sua vasta experiência no estabelecimento de instrumentos de apoio às políticas públicas ambientais.

Desde a assinatura da CQNUMC, o país tem se destacado por suas contribuições na conformação de um regime internacional voltado à efetiva segurança climática do planeta. Baseado na proposta brasileira de criação de um fundo para incentivar o desenvolvimento de tecnologias limpas, fora criado o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), que hoje serve à catalisação de investimentos relevantes por meio dos mercados de carbono. O Brasil também participou ativamente da construção da proposta de arcabouço de gerenciamento dos recursos financeiros sob a convenção, no qual se espelham os recém-criados Fundo Verde para o Clima e comitê permanente para o mecanismo financeiro.

No plano doméstico, a adoção da Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC) (BRASIL, 2009b) desponta no marco regulatório climático como passo rumo à consolidação do perfil de baixa emissão relativa da economia do país. A PNMC firmou o compromisso voluntário de redução das emissões brasileiras da ordem de 36,1% a 38,9%, até 2020, em relação ao cenário *business as usual*, e determinou o estabelecimento de diversos planos de mitigação. Desde então, um processo participativo fora estabelecido junto à sociedade para a elaboração desses planos setoriais de redução de emissões e prevê-se a elaboração de uma estratégia nacional de adaptação.

O Brasil também tem se destacado por sua posição de vanguarda na edificação de uma estrutura para canalizar o financiamento climático. O país foi o primeiro a criar um fundo especializado em financiamento para REDD+ baseado em *performance*, o Fundo Amazônia,¹⁵ o qual tem inspirado outros países detentores de vasta cobertura florestal. Também estabeleceu e regulamentou o Fundo Clima,¹⁶ voltado a apoiar ações de mitigação e adaptação no país, e financiado, entre outras fontes, por receitas da participação sobre o petróleo.

15. Ver, a respeito do Fundo Amazônia, o site disponível em: <http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/fam/site_pt>. Acesso em: jan. 2011.

16. Criado pela Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, e regulamentado pelo Decreto nº 7.343, de 26 de outubro de 2010.

No que se refere aos mercados de créditos de carbono, instrumentos eficazes na geração de fluxos de investimento para mitigação, o país também vem se destacando. Neste, o Brasil figura entre os três principais desenvolvedores de projetos do MDL no mundo, além de ter avançado nas discussões sobre a constituição de mercados voluntários. Ademais, consta entre os objetivos da PNMC o estímulo ao desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões, para o qual, segundo o recente Decreto nº 7.390/2010,¹⁷ poderá utilizar como parâmetros as metas sinalizadas nos planos setoriais de mitigação.

Não obstante a expansão observada em suas ações de mitigação e adaptação, permanecem outros grandes desafios ao Brasil, como a redução da desigualdade social e a expansão do desenvolvimento socioeconômico. Ademais, o aumento na frequência e na intensidade de catástrofes climáticas também tem consumido volumes expressivos de recursos com medidas fiscais e tributárias voltadas a recuperação de estruturas e assistência às vítimas, como nas recentes enchentes do Vale do Itajaí, de Pernambuco e da Serra Fluminense. Tais desafios exigem investimentos de grande vulto e vêm competindo por recursos orçamentários, de modo geral, escassos.

O aprofundamento de estratégias nacionais de mitigação e adaptação requer, pois, o compromisso efetivo com o fortalecimento na provisão de recursos e investimentos para mudanças climáticas inserido em um programa mais ambicioso de medidas de mitigação pelas nações desenvolvidas. Tal tarefa se revela inadiável, sobretudo à luz da intensificação de eventos climáticos extremos e em razão dos investimentos requeridos à estruturação de economias mais resilientes e sustentáveis. Mais ainda, representa o pleno cumprimento do disposto na convenção sobre o financiamento para o clima, um compromisso com um futuro mais seguro para as próximas gerações e o planeta.

REFERÊNCIAS

ASSAD, E. *et al.* **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Posigraf, 2008.

BANCO MUNDIAL. Monitoring climate finance and ODA. **Issues Brief**, Washington, DC, n. 1, May, 2010. Disponível em: <<http://beta.worldbank.org/climatechange/sites/default/files/documents/DCFIB%20%231-web.pdf>>. Acesso em: dez. 2010.

BRASIL. **Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009**. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os Arts. 6º e 50 da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2009a.

17. Decreto que regulamenta os Arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, que institui a PNMC e dá outras providências.

_____. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Dispõe sobre a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2009b.

_____. **Decreto nº 7.343, de 26 de outubro de 2010.** Regulamenta a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, que cria o Fundo Nacional sobre Mudanças do Clima (FNMC) e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2010a.

_____. **Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010.** Regulamenta os Arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2010b.

CLIMATE FUND UPDATES. Disponível em: <<http://www.climatefundsupdate.org>>. Acesso em: dez. 2010.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇAS DO CLIMA (CQNUMC), 1992. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5390.pdf>. Acesso em: set. 2010.

_____. **United Nations Framework Convention on Climate Change: Handbook.** Bonn, Germany: UNFCCC Secretariat, 2006.

_____. **Decision 1/CP 13: Bali Action Plan – Advanced unedited version.** Bonn, Germany, 2007. Disponível em: <http://unfccc.int/files/meetings/cop_13/application/pdf/cp_bali_action.pdf>. Acesso em: out. 2010. E em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0208/208978.pdf>. Acesso em: set. 2010.

_____. **Investment and financial flows to address climate change: an update.** Bonn, Germany: UNFCCC Secretariat, 2009a.

_____. **Decision 2/CP 15: Copenhagen Accord.** Bonn, Germany, 2009b. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211243.pdf>. Acesso em: set. 2010.

_____. **Decision 1/CP 16: Cancun Agreements.** Bonn, Germany, 2010. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211243.pdf>. Acesso em: dez. 2010.

_____. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo.** 2011. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0215/215186.pdf>. Acesso em: fev. 2011.

EARTH NEGOTIATIONS BULLETIN. Disponível em: <<http://www.iisd.ca/climate/cop16>>. Acesso em: jan. 2011.

FUNDO AMAZÔNIA. Disponível em: <http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/fam/site_pt>. Acesso em: jan. 2011.

FUNDO GLOBAL PARA O MEIO AMBIENTE (GEF). **Report of the GEF to the sixteenth session of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change**. Washington, DC, 2010. Disponível em: <http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/documents/document/GEF_COP16_Report.pdf>. Acesso em: 29 out. 2010.

GOUVELLO, C. **Estudo de baixo carbono para o Brasil**. Washington, DC: Banco Mundial, 2010.

GRUPO DOS 77 (G-77); CHINA. **Proposal Financial Mechanism for Meeting Financial Commitments under the Convention**. Copenhagen. Disponível em: <http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/g77_china_financing_1.pdf>. Acesso em: 30 set. 2010.

HEAL, G. Climate Economics: A Meta-Review and Some Suggestions for Future Research. **Review of Environmental Economics and Policy**, v. 3, n. 1, p. 4-21, winter 2009.

HIGH LEVEL ADVISORY GROUP ON CLIMATE CHANGE FINANCING. Disponível em: <<http://www.un.org/wcm/content/site/climatechange/pages/financeadvisorygroup>>. Acesso em: dez. 2010.

MARGULIS, S.; DUBAUX, C. (Org.). **Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades**. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010.

MCKINSEY & COMPANY. **The Carbon Productivity Challenge: Curbing climate change and sustaining economic growth**. Sydney, 2008. Special edition.

PARRY, M. *et al.* **Assessing the Costs of Adaptation to Climate Change: A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates**. London: International Institute for Environment and Development and Grantham Institute for Climate Change, 2009.

PORTER, G. *et al.* **New finance for climate change and the environment**. London: ODI, 2008. Disponível em: <<http://www.odi.org.uk/resources/download/2980.pdf>>. Acesso em: out. 2010.

RADANNE, P. *et al.* **Climate Change: Negotiating the post-2012 regime – Analysis of the stakes on the eve of COP-15 in Copenhagen**. Québec, Canada: Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, 2009.

SERRA, S. B. De Copenhague a Cancun: dúvidas e expectativas. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, Ipea, n. 4, jul. 2010.

STERN, N. **The Economics of Climate Change: The Stern Review**. London: H. M. Treasury, 2006.

TIRPAK, D.; PARRY, J. **Financing Mitigation and Adaptation in Developing Countries: New Options and Mechanisms**. Winnipeg, Canada: International Institute for Sustainable Development, 2009 (IISD Background Paper).

TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO ÂMBITO DO REGIME DE MUDANÇA DO CLIMA

Haroldo de Oliveira Machado Filho*
Marcelo Khaled Poppe**

1 INTRODUÇÃO

Embora seja verdade que o uso de determinadas tecnologias, desde a Revolução Industrial, tenha sido, sem dúvida, responsável pelo aumento dos danos ambientais em todo o mundo, é igualmente verídico que o uso de outras tecnologias pode reduzir substancialmente os impactos adversos sobre os ecossistemas. Estas, em geral mais recentes e avançadas, as quais são menos poluentes, utilizam os recursos naturais de forma sustentável ou, até mesmo, ajudam a proteger o meio ambiente, têm sido denominadas tecnologias ambientalmente saudáveis (TAS) – em inglês, *environmentally sound technologies* (EST).¹

Essas tecnologias são consideradas uma componente fundamental do desenvolvimento sustentável.² No entanto, o uso de tecnologias mais avançadas que têm uma abordagem mais responsável com o meio ambiente é ainda extremamente limitado em muitos países, especialmente naqueles em desenvolvimento. Na verdade, estas geralmente estão disponíveis para muito poucos, já que seu desenvolvimento requer consideráveis recursos técnicos e financeiros, normalmente acessíveis apenas nos países mais desenvolvidos. Assim, as nações em desenvolvimento evidentemente precisam de apoio para o acesso a estas tecnologias.

Na seção 2, apresentaremos os compromissos relativos à transferência de tecnologia no regime de mudança do clima e suas dificuldades de implementação, de forma a posicionar o leitor no contexto das negociações e permitir uma boa

* Assessor especial da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC).

** Assessor do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

1. De acordo com a *Agenda 21*, capítulo 34, intitulado *Transferência de tecnologia ambientalmente saudável, cooperação e capacitação*, tecnologias ambientalmente saudáveis são aquelas que "protegem o meio ambiente, são menos poluentes, usam todos os recursos de uma forma mais sustentável, reciclam mais seus resíduos e produtos e tratam os dejetos residuais de uma maneira mais aceitável do que as tecnologias que vieram substituir." Além disso, este documento chama atenção para o fato de que as TAS "não são apenas tecnologias isoladas, mas sistemas integrais que incluem conhecimentos (*know-how*), processos, produtos, serviços e equipamentos, bem como os procedimentos organizacionais e gerenciais." Ver (ONU, 1992).

2. A tecnologia é um conceito-chave na definição de desenvolvimento sustentável, introduzido pelo relatório de 1987 da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Ver Brundtland (1987, p. 43).

compreensão do problema. Na seção 3, discutiremos a evolução recente das negociações e seu estágio atual. Nas considerações finais, teceremos algumas considerações sobre a especificidade da posição brasileira, os principais obstáculos encontrados e as perspectivas de progresso nas negociações, destacando-se os principais pontos a serem considerados.

2 OS COMPROMISSOS RELATIVOS À TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO REGIME DE MUDANÇA DO CLIMA E SUAS DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO

Levando todos esses elementos em consideração, os países presentes na Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, estabeleceram disposições relevantes do capítulo 34 da *Agenda 21*, intitulado *Transferência de tecnologia ambientalmente saudável, cooperação e capacitação*. Esse documento afirma que o acesso e a transferência de tecnologias ambientalmente saudáveis devem ser promovidos

(...) em termos favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme for mutuamente acordado e tendo em conta a necessidade de proteger os direitos de propriedade intelectual, bem como as necessidades especiais dos países em desenvolvimento para a implementação da Agenda 21 (ONU, 1992).

Assim, inicialmente, transferência de tecnologia, no contexto das negociações internacionais, foi identificada como o processo de transferência de tecnologias ambientalmente saudáveis dos países e das empresas que as desenvolveram e produziram para as nações receptoras, especialmente em desenvolvimento. Reconheceu-se igualmente que esse processo também poderia ser promovido por meio de outras entidades legais que pudessem facilitar sua implementação efetiva e sua disseminação (CQNUMC, 1998). Nesse contexto, os países assinaram acordos ambientais multilaterais – por exemplo, o Protocolo de Montreal e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) – de forma condicional à transferência de tecnologia.

De fato, essa transferência tem sido essencial para a implementação do Protocolo de Montreal.³ No caso de substâncias que prejudicam a camada de ozônio, há um grupo pequeno de produtos “para os quais substitutos parecem ser tecnologicamente viáveis, com limitados aumentos de custos” (PUGEL; LINDERT, 2000), sendo os substitutos em questão ambientalmente seguros. Além disso, a produção de clorofluorcarbonos (CFC) estava concentrada nos Estados Unidos, na Comunidade Europeia e em algumas grandes empresas – principalmente a DuPont –, os quais tiveram a capacidade de usar substitutos seguros. Além disso, um mecanismo relativamente eficaz foi criado para promover assistência financeira e transferência de tecnologias relacionadas aos países que não têm esta capacidade.

3. Ver Art. 10A em ONU (1987), conforme ajustado e emendado pela segunda Reunião das Partes em 1997.

No entanto, a situação é bem diferente no âmbito do regime de mudança global do clima. Não há, até então, em geral, tecnologias baratas para evitar a emissão da maioria dos gases de efeito estufa (GEE) não controlados pelo Protocolo de Montreal. Com efeito, apesar dos ocasionais picos dos preços do petróleo, o fornecimento de combustíveis fósseis nas últimas três décadas tem implicado custos relativamente baixos, o que ajudou a moldar os hábitos de consumo de combustível atual das populações do planeta. De acordo com a maioria dos cenários econômicos e energéticos, a tendência de produção de energia primária a partir deste tipo de combustível continuará, pelo menos até meados do século XXI. Alternativas aos combustíveis fósseis que emitam pouco ou nenhum gás de efeito estufa são, em geral, substancialmente mais caras. Além disso, esses gases são emitidos em todo o mundo e a maioria dos países não é capaz ou não está disposta a enfrentar o preço elevado de exploração de fontes de energia alternativas, as quais não estão disponíveis em todos os lugares e são frequentemente caras a serem produzidas e transformadas em energia final.

Por essa razão, a questão de transferência de tecnologia é fundamental para abordar tanto assuntos relacionados à mitigação quanto à adaptação à mudança do clima. A principal barreira contra sua utilização, além das razões mencionadas no parágrafo anterior, é que as tecnologias conhecidas de baixa ou não emissão de GEE – por exemplo, para transformação de energia solar e eólica, conversão de biomassa com alto rendimento e de aparelhos que melhoram a eficiência energética etc. – estão geralmente disponíveis apenas em países desenvolvidos. Por isso, é muito difícil para a maioria dos países em desenvolvimento promover uma mudança rápida de sua produção intensiva em carbono e aumentar seus níveis de eficiência. Tecnologias e *know-how* que reduzam a vulnerabilidade e aumentem a resiliência aos efeitos adversos da mudança do clima – por exemplo, sistemas de diques mais avançados, sofisticados sistemas de alerta precoce etc. – também são raros no hemisfério Sul.

No entanto, existem instrumentos e mecanismos que poderiam ser usados para estimular a adoção de opções que causem menos danos ao clima (*climate-friendly options*) a um custo mais reduzido, permitindo que os países em desenvolvimento possam progredir de uma forma ambientalmente mais responsável do que os atuais países desenvolvidos o fizeram no passado.⁴ passando a utilizar de forma direta (*leap-frogging*) equipamentos e processos que implicam menores emissões de GEE.

4. Embora o preâmbulo da convenção, em seu § 22, reconhece que o consumo de energia dos países em desenvolvimento terá de crescer para que estes possam alcançar o desenvolvimento social e econômico sustentável, também admite que há possibilidades de conseguir-se maior eficiência energética e menores emissões de GEE em geral, por meio, entre outros exemplos, da aplicação de novas tecnologias, de forma que também assegurem benefícios econômicos e sociais.

Nesse sentido, a CQNUMC estabelece um compromisso comum a todas as partes – levando em conta suas responsabilidades comuns, porém diferenciadas, e suas prioridades nacionais e regionais – para promoverem e cooperarem no desenvolvimento, na aplicação, na difusão e na transferência de tecnologias, práticas e processos que possam reduzir as emissões de GEE (Art. 4.1(c) da CQNUMC). No âmbito da mitigação da mudança do clima, tecnologias ambientalmente saudáveis⁵ são aquelas que controlam, reduzem ou previnem as emissões antrópicas destes gases em todos os setores relevantes da economia (*op. cit.*).

Embora não seja especificamente mencionada no texto da convenção, a necessidade de tecnologias⁶ relacionadas à adaptação aos impactos da mudança global do clima tornou-se cada vez mais reconhecida como de grande importância. Considerando-se que a CQNUMC estabelece um compromisso comum de cooperar na preparação para a adaptação à mudança global do clima, está implícito que tal cooperação deve incluir o desenvolvimento, a aplicação, a difusão e a transferência de tecnologias nesse sentido.

A aceitação desse compromisso, estabelecido no Art. 4.1(c) da convenção, foi sujeita à prestação de financiamento para países em desenvolvimento, considerando-se que o desenvolvimento, a aplicação, a difusão e a transferência de tecnologias estão intimamente relacionados com a disponibilidade de recursos financeiros. Assim, um compromisso diferenciado foi instituído com o objetivo de garantir que as partes países desenvolvidos e as demais partes desenvolvidas incluídas no Anexo II pudessem fornecer recursos financeiros, inclusive os relativos à transferência de tecnologia, que fossem necessários pelas partes países em desenvolvimento para cobrir os custos de implementação dos compromissos comuns no âmbito da CQNUMC.⁷

5. Na verdade, o Art. 4.1(c) da convenção não menciona a expressão “tecnologia ambientalmente saudável”. Durante as negociações no âmbito do Comitê Intergovernamental de Negociação da CQNUMC, alguns países pressionaram para a inclusão da expressão “segura e saudável” com a intenção de excluir a tecnologia eletrônica nuclear, uma vez que esta é geralmente considerada como uma ameaça ambiental, embora a energia nuclear não emita diretamente GEE. Posto que alguns países contam com a tecnologia nuclear para produzir energia, toda a expressão foi evitada. Ver minuta do Art. 4.1 (c), *Report of the Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change on the Work of the First Part of its Fifth Session, held at New York from 18 to 28 February*, que consta no documento A/AC. 237/18 (Part I), 10 Mar. 1992. p. 31.

6. Doravante, a expressão *tecnologia ambientalmente saudável* será substituída meramente pela expressão *tecnologia*, de forma a evitar repetição desnecessária.

7. Ver Art. 4.3 da CQNUMC. O Art. 11 desta convenção também afirma que o mecanismo para a provisão de recursos financeiros em forma de doação ou concessão inclui também a transferência de tecnologia, embora não especificando a forma como isso poderia ser implementado. Obviamente, os países em desenvolvimento têm constantemente reclamado das condições e das limitações da oferta de recursos financeiros no âmbito do regime de mudança do clima.

Dado que, no contexto da mudança global do clima, a transferência de tecnologias ambientalmente seguras e *know-how*⁸ é fundamental para ajudar os países a cumprir seus compromissos, um compromisso específico diferenciado foi definido a este respeito, o qual foi precedido por um acalorado debate.

Durante as negociações do texto da convenção, o Grupo dos 77 (G-77) e a China expressaram a opinião de que as partes países desenvolvidos deveriam transferir e fornecer o acesso a tecnologias e *know-how* às partes países em desenvolvimento em “forma de concessão, preferencialmente e nos termos mais favoráveis”, devendo ainda ser dada atenção especial às necessidades dos países de menor desenvolvimento relativo.⁹ No entanto, essa expressão, que consta na *Agenda 21*, após intensas negociações, não foi mantida no texto da CQNUMC finalmente aprovado. O Art. 4.5 da convenção indica uma abordagem progressiva vaga em relação à transferência de tecnologia, sem a definição dos termos em que esta poderia possivelmente ocorrer.¹⁰ O artigo simplesmente diz que os países desenvolvidos e as demais partes desenvolvidas incluídas no Anexo II, bem como outras partes e organizações em condições de fazê-lo, devem “adotar todas as medidas possíveis para promover, facilitar e financiar, conforme o caso, a transferência de tecnologias e de conhecimentos técnicos ambientalmente saudáveis, ou o acesso aos mesmos”. Além disso, a transferência de tecnologia não se restringe aos países em desenvolvimento – embora não haja uma referência específica a estes –,¹¹ mas se aplica a outras partes em geral, o que certamente inclui outros países desenvolvidos e aqueles que estão no processo de transição para uma economia de mercado.¹²

Vale a pena lembrar que o grau de efetivo cumprimento dos compromissos assumidos no âmbito da CQNUMC pela partes países em desenvolvimento depende da execução efetiva dos compromissos também assumidos sob a convenção pelas partes países desenvolvidos, no que se refere a recursos financeiros e transferência de tecnologia, em conformidade com o Art. 4.7 desta convenção.

8. Estas tecnologias incluem as de mitigação de GEE na fonte, ou as para aumentar a remoção por sumidouros, as de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança climática ou aumentar a resiliência. Abrangem tecnologias leves (*soft technologies*), tais como capacitação, redes de informação, formação e investigação, e tecnologias duras (*hard technologies*), como equipamentos e produtos para controlar, reduzir ou evitar emissões antrópicas destes gases em silvicultura, transporte, energia, agricultura, indústria e gestão de resíduos. Ver FCCC/SBSTA/1996/4, 2 fev. 1996.

9. Ver minuta do Art. 4.2.3, *Report of the Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change on the Work of the First Part of its Fifth Session, held at New York from 18 to 28 February*, que consta no documento A/AC. 237/18 (Part I), 10 Mar. 1992. p. 37-38.

10. No entanto, o Art. 9.2(c) da UNFCCC dá o mandato a um dos órgãos desta convenção, o Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico da Convenção (SBSTA – em inglês, Subsidiary Body on Scientific and Technological Assessment), para identificar tecnologias inovadoras e eficientes e fazer um apanhado de tecnologias e *know-how*, e para aconselhar sobre as formas e meios de promover o desenvolvimento e/ou a transferência dessas tecnologias.

11. As partes países desenvolvidos devem também apoiar o desenvolvimento e a melhoria das capacidades e das tecnologias endógenas das partes países em desenvolvimento. Ver o Art. 4.5 da convenção.

12. *Ibidem*.

Ficou claro desde o início das negociações que a implementação dessas disposições não seria tarefa fácil, considerando-se a diversidade de fatores inibidores do processo de transferência de tecnologia. Tentativas foram feitas para incluir algumas disposições que tinham o objetivo de promover a redução ou a eliminação dessas barreiras no texto da convenção, mas estas não vingaram.¹³

Ciente dessas dificuldades, na Primeira Conferência das Partes (COP 1) à CQNUMC, as partes acordaram que as questões relacionadas com o desenvolvimento e a transferência de tecnologias ambientalmente saudáveis deveriam ser consideradas em cada uma das suas sessões, de forma a prestar aconselhamento contínuo para a melhoria das modalidades operacionais, com o objetivo de efetiva transferência de tecnologia.¹⁴ Nos debates durante a COP 1, ficou claro que a principal dificuldade envolvendo a implementação efetiva das disposições da convenção sobre transferência de tecnologia é que os governos teriam um papel limitado a desempenhar nesse processo, considerando-se que os direitos de propriedade intelectual (IPR – em inglês, *intellectual property rights*) da maioria das tecnologias são detidos pelo setor privado.

Em 1997, a adoção do Protocolo de Quioto constituiu uma oportunidade para as partes avançarem sobre essa questão. Além da reafirmação do compromisso de transferência de tecnologia no âmbito da CQNUMC,¹⁵ as disposições contidas no protocolo ampliam o escopo deste instrumento,¹⁶ incluindo a “formulação de políticas e programas para a transferência efetiva de tecnologias ambientalmente saudáveis que sejam de propriedade pública ou de domínio público e a criação, no setor privado, de um ambiente propício para promover e melhorar a transferência de tecnologias ambientalmente saudáveis e o acesso a elas”.¹⁷ Apesar de ainda ser

13. Na minuta do texto do artigo sobre cooperação e transferência de tecnologia havia uma referência à necessidade de tomar medidas adequadas para reduzir ou eliminar as barreiras injustificáveis contra a transferência de tecnologia, bem como a necessidade de garantir que a proteção dos direitos de propriedade intelectual não impedisse tal transferência. Ver minuta do Art. 4.2.3, *Report of the Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change on the Work of the First Part of its Fifth Session, held at New York from 18 to 28 February*, que consta do documento A/AC. 237/18 (Part I), 10 Mar. 1992, p. 38.

14. Parágrafo 2º (a) da Decisão 13/COP 1, intitulada *Transfer of Technology*, 10ª sessão plenária, 7 de abril de 1995, que consta no documento FCCC/CP/1995/7/Add.1, 6 jun. 1995. p. 40-41.

15. O texto aprovado foi baseado no Art. 4.5 da CQNUMC como base para a linguagem contida no Art. 10(c) do Protocolo de Quioto, embora este último use a expressão “tecnologias ambientalmente saudáveis, *know-how*, práticas e processos pertinentes à mudança do clima”, o que dá uma clara indicação de que eles não estão apenas relacionados à mitigação, mas também à adaptação à mudança do clima. O Art. 11, § 1º do protocolo faz uma referência ao Art. 4.5 da convenção e seu § 2º reafirma que a provisão de recursos financeiros inclui transferência de tecnologia.

16. Durante o processo de negociação do Grupo de Trabalho *Ad Hoc* do Mandato de Berlim (AGBM), houve até propostas mais ambiciosas para ampliar o âmbito dos compromissos relacionados com a transferência de tecnologia constantes na CQNUMC. Uma dessas propostas afirmou que as partes deveriam assegurar a transferência de materiais, equipamentos e tecnologia para fontes renováveis de energia, incluindo a solar e a de biomassa, para outras partes, em condições de concessão e de forma preferencial que as restrições sobre as transferências deveriam ser removidas. Ver § 2.2, alternative B, do Anexo III, intitulado *Continuing to Advance the Implementation of Existing Commitments in Article 4.1*, o qual é elemento do *Reports by the Chairmen of the Informal Consultations Conducted at the Seventh Session of the Ad Hoc Group on the Berlin Mandate*, que consta do documento FCCC/AGBM/1997/INF.1, 22 de Sept. 1997, p. 56-57.

17. Art. 10(c) do Protocolo de Quioto.

um pouco vaga, essa formulação deixa claro que o envolvimento do setor privado é crucial para permitir aos países, particularmente aos em desenvolvimento, ter acesso a essas tecnologias. Esse reconhecimento, que não é usual em acordos internacionais, é um reflexo do fato de que, em certas áreas, os governos têm um papel limitado a desempenhar, dada a expansão mundial da economia de mercado.

Nesse contexto, os mecanismos inovadores de Quioto – em particular, a implementação conjunta¹⁸ e o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) –¹⁹ poderiam, em princípio, oferecer tal ambiente propício ao setor privado para promover e reforçar a transferência de tecnologias ambientalmente saudáveis para as partes incluídas e não incluídas no Anexo I. No entanto, a implementação dos projetos no âmbito desses mecanismos tem mostrado que, efetivamente, estes não se mostraram como um meio tão propício à transferência de tecnologia como se imaginava, sendo que a pouca que efetivamente ocorreu foi entre subsidiárias de mesmas companhias.

Apesar dos progressos *vis-à-vis* a linguagem formal dos instrumentos sob o regime de mudança global do clima, em termos práticos, as dificuldades no avanço da implementação dos compromissos relacionados à transferência de tecnologia persistem, provavelmente devido à limitada capacidade já mencionada dos governos em transferir tecnologias que são, em sua maioria, pertencentes a empresas.

Na tentativa de avançar em relação a este tema, a COP 4, como componente do Plano de Ação de Buenos Aires, exortou as partes Anexo II para proporcionar uma lista de tecnologias ambientalmente saudáveis e *know-how* relacionados com a adaptação e a mitigação à mudança global do clima que fossem de propriedade pública. Os países em desenvolvimento, por sua vez, foram chamados a apresentar suas prioridades ligadas às necessidades tecnológicas, especialmente aquelas relacionadas a tecnologias-chave no combate à mudança global do clima em setores prioritários de suas economias nacionais. Além disso, esta conferência instou ambas as partes países desenvolvidos e em desenvolvimento a criar um ambiente propício para estimular investimentos do setor privado na transferência de TAS e *know-how* para os primeiros.

O objetivo desses pedidos foi o de desenvolver um “arcabouço para ações significativas e eficazes”, de forma a melhorar a implementação do Art. 4.5 da convenção.²⁰ No entanto, em geral, os países desenvolvidos prestaram poucas informações – e, na maioria das vezes, de forma pouco clara –, enquanto as poucas submissões dos países em desenvolvimento revelaram a falta de capacidade destes para avaliar suas necessidades em relação à tecnologia.

18. Art. 6º do Protocolo de Quioto.

19. Art. 12 do Protocolo de Quioto.

20. Decisão 4/COP 4, intitulada *Development and Transfer of Technologies*, 8ª sessão plenária, 14 de novembro de 1988, que consta no documento FCCC/CP/1998/16/Add.1, 20 jan. 1999. p. 11-16, incluindo anexo com lista de assuntos específicos e questões associadas para serem consideradas pelas partes.

Apesar dessas deficiências, como resultado do processo de consulta sobre transferência de tecnologia promovido após a COP 4,²¹ um “arcabouço de ações significativas e eficazes para melhorar a implementação do artigo 4.5 da Convenção”²² foi adotado, como componente dos Acordos de Marraqueche. Este abrangeu cinco temas-chave e áreas para ações significativas e eficazes, a saber: necessidades de tecnologia e avaliação de necessidades; tecnologia da informação (TI); ambientes propícios; capacitação; e mecanismos de transferência de tecnologia. O financiamento para implementar o quadro deveria ser fornecido pela área focal de mudança do clima do Global Environmental Facility e do Fundo Especial de Mudança do Clima, o qual demorou anos para ficar totalmente operacional.

Os Acordos de Marraqueche igualmente propiciaram a criação do Grupo de Especialistas sobre Transferência de Tecnologia (EGTT – em inglês, Expert Group on Technology Transfer), a serem nomeados pelas partes,²³ o qual estaria encarregado de promover a implementação do Art. 4.5 da convenção, facilitar e promover atividades de transferência de tecnologia e fazer recomendações para esse fim junto ao SBSTA. Infelizmente, esse grupo teve uma atuação limitada na efetiva implementação do Art. 4.5, considerando-se que era um grupo de avaliação técnica – no âmbito do SBSTA, e não no do Órgão Subsidiário de Implementação (SBI – em inglês, Subsidiary Body of Implementation), que não contava com recursos financeiros para promover a efetiva transferência de tecnologia ou, pelo menos, a redução das barreiras que a impedem.

Desde então, tem havido algumas tentativas de se instituir um arcabouço mais amplo de tecnologia no âmbito do regime de mudança global do clima, incluindo o desenvolvimento de metodologias para a avaliação das necessidades,²⁴ o lançamento de um portal de informações sobre transferência de tecnologia,²⁵ bem

21. Esse processo de consulta abrangeu informações contidas nas submissões das partes, nos relatórios dos três seminários regionais sobre o assunto que foram organizados pelo Secretariado da CQNUMC e, em particular, pelo IPCC (2000).

22. Anexo da Decisão 4/COP 7, 8ª sessão plenária, 10 de novembro de 2001; que consta no documento FCCC/CP/2001/13/Add.1, 21 jan. 2002. p. 22-31.

23. O EGTT compreende 20 especialistas, incluindo três membros de cada região de países em desenvolvimento (África, Ásia e Pacífico, e América Latina e Caribe), um de um pequeno Estado insular, sete de países do Anexo I e três de relevantes organizações internacionais.

24. Ver *Development and Transfer of Technologies: report of the expert meeting on methodologies for technology needs assessments*, Seoul, Republic of Korea, 23-25 April 2002, que consta no documento FCCC/SBSTA/2002/INF. 7, 30 May 2002.

25. TT: CLEAR é uma rede baseada em um portal (*clearing house*) de informação elaborada pelo Secretariado da CQNUMC, com o apoio das partes e do EGTT, que foi projetado para fornecer informações sobre: projetos e programas de transferência de tecnologia; estudos de casos de sucesso deste tipo de tecnologias ambientalmente saudáveis e *know-how*; organizações e especialistas; métodos, modelos e ferramentas para avaliar opções de mitigação e de adaptação e estratégias; *sites* relevantes para a transferência de tecnologia; e trabalhos em curso das partes e deste grupo de especialistas, como as questões em negociação, os documentos e as reuniões, bem como a implementação da estrutura de tecnologia. Mais informações no *site* disponível em: <<http://ttclear.unfccc.int/ttclear/jsp/>>.

como a identificação de atividades necessárias para capacitação.²⁶ No entanto, os progressos foram muito limitados. Na verdade, pouco tem sido feito até agora além de avaliações de ambientes propícios para a transmissão de TAS e sobre as principais barreiras relacionadas à sua efetiva concretização.²⁷

Semelhante ao tema relacionado à provisão de recursos financeiros, a insatisfação dos países em desenvolvimento com as questões relacionadas com a transferência de tecnologia no âmbito do regime de mudanças climáticas tem sido constantemente reiterada em todas as reuniões dos órgãos subsidiários e a cada sessão da COP. Argumentando que

(...) passos significativos ainda têm de ser [dados] a fim de assegurar uma implementação eficaz e duradoura [da] Convenção no momento em que o clima continua a ter um enorme impacto negativo sobre as regiões do mundo e das populações, particularmente nos países em desenvolvimento (DELEGAÇÃO DE MARROCOS),

eles estão cobrando a efetiva implementação dos compromissos dos países desenvolvidos em relação à transferência de tecnologias.

A estrutura da convenção e do protocolo – ao definir compromissos mais detalhados para os países desenvolvidos, enquanto a implementação dos compromissos menos detalhados e rigorosos para as partes países em desenvolvimento está relacionada com a prestação de assistência técnica e financeira – é um reflexo de como o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, assumiu uma forma mais concreta, nos termos do regime de mudança global do clima.

Dois dos principais meios pelos quais esse princípio foi incorporado no regime de mudança global do clima são a provisão de recursos financeiros e a transferência de tecnologia. Esses meios são também importantes instrumentos para promover uma execução mais eficaz dos esforços previstos pelo regime climático, considerando-se que se procurou fornecer aos menos privilegiados a oportunidade de participar dos esforços de combate à mudança global do clima, tendo-se em conta as capacidades e as necessidades diferenciadas das partes.

Entretanto, existem deficiências significativas e distorções consideráveis relacionadas com a implementação do arcabouço que regulamenta a provisão de recursos financeiros e a transferência de tecnologia – dois dos principais meios pelos quais os compromissos são diferenciados – que apresentam algumas limitações para o próprio alcance dos objetivos do princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas.

26. Ver *Capacity-building in the development and transfer of technologies: technical paper*, que consta no documento FCCC/TP/2003/1, 26 Nov. 2003.

27. Por exemplo, há poucos dados sobre projetos de transferência de tecnologia (*TT Projects*) em execução ou proviões de recursos financeiros previstas para aplicação nesses projetos na seção no TT: *CLEAR clearing house*.

Com efeito, a transferência de tecnologia é um tema extremamente controverso no regime de mudança global do clima. Enquanto os países em desenvolvimento têm constantemente reiterado a falta de vontade política dos desenvolvidos como a principal barreira para a transferência de tecnologias ambientalmente saudáveis, estes últimos alegam que eles têm poder limitado em promover esta transferência, uma vez que as tecnologias ambientalmente saudáveis são desenvolvidas principalmente pelo setor privado, o qual não tem envolvimento direto com os compromissos firmados no âmbito da CQNUMC. Considerando-se as principais barreiras existentes na transferência de TAS, o acesso a essas tecnologias tem sido considerado praticamente um “mito”. Nesse sentido, é bem mais provável que ocorra – e é o que efetivamente vem ocorrendo – a venda destas tecnologias dos países desenvolvidos para os em desenvolvimento e, conseqüentemente, a transferência de recursos financeiros do Sul para o Norte – o que contradiz frontalmente o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas consagrado na convenção – do que a transferência de tecnologia propriamente dita.

As deficiências e as distorções em instrumentos legais e normativos no âmbito do regime de mudanças climáticas resumido nos parágrafos anteriores mostram que a implementação da CQNUMC e do Protocolo de Quioto não tem sido tão eficaz como o desejado. Mais importante ainda, esses gargalos colocam várias restrições para a redução das desigualdades entre os Estados e o fomento de uma maior participação das partes para promover a efetiva implementação do regime.

3 O FUTURO DO REGIME: NOVAS ESPERANÇAS OU “MAIS DO MESMO”?

Apesar de todos esses problemas na implementação da CQNUMC e do Protocolo de Quioto, um regime internacional é um processo evolutivo e o de mudança global do clima tem sido submetido a fortes pressões de diferentes atores para que evolua rapidamente, de forma que ele possa dar uma resposta mundial e eficaz para a ameaça do aquecimento global.

De fato, uma nova rodada de negociações sobre o futuro do regime de mudança global do clima foi lançada em 2005, na COP 11, sendo estruturada em dois “trilhos” de negociações, sendo um no âmbito da CQNUMC e outro no do protocolo.

Lançado como um diálogo para melhorar a implementação da convenção, como um fórum de debates sobre como corrigir as deficiências e as distorções dos instrumentos legais e normativos no âmbito da CQNUMC, o “trilho” referente à convenção evoluiu, dado o reconhecimento da necessidade de apoiar ações nos países em desenvolvimento para a promoção de medidas que poderiam ajudar a reduzir as emissões de GEE em todos os setores relevantes e também a promover o desenvolvimento sustentável.

Assim, considerando-se a urgência em melhorar a implementação da convenção, a fim de alcançar seu objetivo final em conformidade com seus princípios e seus compromissos, na COP 13, foi lançado o Plano de Ação de Bali, o qual deu início a um processo de negociação abrangente destinado a permitir

(...) a implementação plena, efetiva e sustentada da Convenção, por meio de medidas de cooperação de longo prazo, com início imediato, até 2012 e posteriormente, visando a alcançar um resultado por consenso e adotar uma decisão em sua 15ª sessão (*caput* do § 1º da Decisão 1/COP 13),

abrangendo entre outros cinco grandes temas ou “pilares”.

Entre esses “pilares”, não poderia deixar de estar contemplada a questão tecnológica.²⁸ Assim, o Plano de Ação de Bali considera que a implementação “plena, efetiva e sustentada da Convenção” deve dar-se por meio de medidas de cooperação de longo prazo que intensifique “as medidas de desenvolvimento e transferência de tecnologia em apoio às medidas de mitigação e adaptação”.²⁹ É fundamental notar que a referência não é meramente em relação à transferência de tecnologia, mas também concernente ao desenvolvimento tecnológico. Isso atende uma antiga demanda dos países em desenvolvimento, que não querem apenas que tecnologias sejam transferidas – na verdade, vendidas – dos países desenvolvidos para eles, mas desejam também participar do processo de inovação tecnológica e aproveitar o potencial de tecnologias endógenas.

Entre outros aspectos, o Plano de Ação de Bali contempla a necessidade de se encontrarem:

1. Mecanismos eficazes e melhores formas de remoção de obstáculos ao fornecimento de incentivos financeiros, entre outros, para ampliar o desenvolvimento e a transferência de tecnologia às partes países em desenvolvimento, a fim de promover o acesso a tecnologias ambientalmente saudáveis com custos acessíveis.
2. Formas de acelerar a aplicação, difusão e transferência de tecnologias ambientalmente saudáveis com custos acessíveis.
3. Meios de cooperação na pesquisa e desenvolvimento (P&D) de tecnologias atuais, novas e inovadoras, inclusive soluções satisfatórias para todas as partes envolvidas (*win-win solutions*).
4. Eficácia nos mecanismos e nas ferramentas para a cooperação tecnológica em setores específicos.

28. Os outros quatro “pilares” são visão compartilhada, mitigação, adaptação e financiamento.

29. Parágrafo 1(d) da Decisão 1/COP 13.

Portanto, o Plano de Ação de Bali lançou um novo processo de negociação conduzido no âmbito de um novo órgão subsidiário da CQNUMC, que foi estabelecido e denominado como Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Ações de Cooperação de Longo Prazo no Âmbito da Convenção (AWG-LCA – em inglês, *Ad Hoc* Working Group on Long Term Cooperative Actions). Tal grupo deveria concluir suas atividades em 2009 e apresentar os resultados do seu trabalho à COP para adoção em sua 15ª edição.³⁰ A partir disto, começou então um amplo e intenso processo de negociação com várias sessões nas quais países desenvolvidos e em desenvolvimento travaram um verdadeiro duelo de interesses.

No que diz respeito especificamente ao desenvolvimento e à transferência de tecnologias, o G-77 e a China saíram na frente apresentando uma abrangente proposta, englobando tanto tecnologias relacionadas à mitigação quanto à adaptação, bem como tecnologias já existentes e novas. Ao alegar que os arranjos institucionais até então existentes eram insuficientes para proporcionar imediato e urgente desenvolvimento, difusão, implantação e transferência de tecnologia para as partes não Anexo I da convenção, a proposta pedia a criação do Mecanismo de Tecnologia, o qual operaria sob a autoridade e orientação da COP e a esta prestaria contas, de forma a proporcionar um meio para melhorar o cumprimento das obrigações assumidas pelas partes no âmbito da CQNUMC sobre o tema transferência de tecnologia, assim como a respeito do financiamento e da capacitação a ele relacionados. O mecanismo teria o objetivo de:

- Promover acesso, adequação, acessibilidade e adaptabilidade das tecnologias necessárias aos países em desenvolvimento para estes intensificarem suas ações de mitigação e adaptação.
- Promover adequação e previsibilidade de fundos para a transferência de tecnologia, de forma a cobrir seus custos totais e incrementais integrais, em conformidade com o Art. 4.3 da convenção.
- Remover barreiras para o desenvolvimento e a transferência de tecnologias.

Tal mecanismo compreenderia um órgão executivo e um Fundo Multilateral de Tecnologias relacionadas à mudança do clima. Esse fundo iria fornecer os meios financeiros para o apoio à tecnologia relacionada, conforme determinado pelo órgão executivo. O fundo iria operar sob a orientação da COP como componente do mecanismo multilateral de financiamento também proposto pelo G-77 e pela China.

O mecanismo abrangeria tecnologias em todos os setores relevantes e deveria se esforçar para eliminar os obstáculos ao efetivo desenvolvimento, implantação,

30. Parágrafo 2º da Decisão 1/COP 13.

difusão e transferência de tecnologia. A proposta inclusive falava sobre a importância de se lidar com os direitos de propriedade intelectual de forma inteligente e inovadora, de forma que eles não mais constituíssem barreiras à efetiva transferência de tecnologia. O Mecanismo de Tecnologia iria se articular com o Mecanismo de Financiamento da convenção para assegurar os recursos financeiros necessários. Foi, então, elaborada uma abrangente lista de atividades e custos elegíveis que teriam apoio deste último mecanismo.

Como era de se esperar, a proposta dos países em desenvolvimento sofreu grande oposição proveniente dos desenvolvidos. Os representantes destes últimos reafirmaram o argumento que a maioria das TAS é desenvolvida pelo setor privado e, mesmo que programas públicos de pesquisa e desenvolvimento fossem implementados em parceria com o setor privado, a questão do direito de propriedade ainda traria dificuldades consideráveis. Portanto, os países desenvolvidos teriam poder limitado para promover essas transferências. Os em desenvolvimento, por outro lado, afirmaram que esse argumento é apenas uma tentativa de se desresponsabilizar, deslocando o problema para a esfera do setor privado, deixando a transferência de tecnologia sob controle das forças de mercado e sujeita às preferências do setor privado.

Com efeito, para os países desenvolvidos, nos quais estão localizados os maiores detentores de patentes de tecnologias consideradas como “ambientalmente saudáveis”, o atual cenário, no qual as forças de mercado imperam, é extremamente confortável. Muitos atores nesses países veem a preocupação emergente nos países em desenvolvimento em mitigar os GEE como uma excelente janela de oportunidade para a venda de tecnologias de “baixo carbono”. Assim, obviamente, tais países opuseram-se à proposta do G-77 e da China em relação à criação de um órgão executivo.

Os Estados Unidos, apoiados pelo Grupo Umbrella,³¹ propuseram a ideia de um centro internacional de transferência de tecnologia, com o possível apoio de centros regionais e de uma rede de centros de pesquisa, dispositivo que faria a identificação das necessidades tecnológicas e o aconselhamento aos países em desenvolvimento de como a tecnologia poderia ser “transferida”. Em encontros informais, seus representantes não escondiam o fato de que identificavam o Banco Mundial como o melhor candidato para desempenhar o papel desse centro, apoiado pelos bancos regionais de desenvolvimento das Américas, da Ásia e da África. Tal posição evidencia a visão de que a tecnologia deve ser “vendida”, e não “transferida”. Nesse sentido, a ideia do Fundo de Tecnologia, proposta pelo G-77 e China, ia de encontro a essa concepção e foi, portanto, rechaçada.

31. Coalizão de países desenvolvidos não membros da União Europeia (UE) – usualmente, formada por Austrália, Canadá, Islândia, Japão, Nova Zelândia, Noruega, Federação Russa e Ucrânia.

Além do mais, os Estados Unidos, durante a COP 15, manifestou ser contrário à ideia de incluir no mecanismo o desenvolvimento tecnológico, o que contrariava inclusive o Plano de Ação de Bali e deixava mais evidente ainda que a situação considerada mais conveniente era a de manutenção da dependência dos países em desenvolvimento em relação às tecnologias detidas pelos desenvolvidos.

Outro ponto extremamente polêmico durante as negociações foi o tema dos direitos de propriedade intelectual. A grande maioria dos países em desenvolvimento acreditava ser importante que o resultado das negociações refletisse sobre essa questão de forma que as barreiras à transferência de tecnologia nesse sentido fossem superadas. Entretanto, cabe ressaltar que uns tinham uma posição mais moderada que outros: enquanto alguns, tais como a Bolívia, insistiam na possibilidade ampla de quebra de patentes, outros defendiam a ideia de usar o Fundo de Tecnologia para comprar licenças e outros direitos de propriedade intelectual, o que permitiria sua difusão na modalidade de “domínio público”. Nessa altura das negociações, os países desenvolvidos recusavam-se até mesmo a discutir o assunto. Os Estados Unidos chegaram a dizer que qualquer menção a IPR seria inaceitável para sua delegação e impediria qualquer acordo.

Temas dessa natureza e alguns outros foram exaustivamente debatidos durante o processo de negociação no âmbito do AWG-LCA em 2008 e 2009. Como toda negociação internacional é baseada na composição de interesses entre os diversos grupos e partes, em Copenhague, o grupo que lidava com o tema havia avançado bastante e era consensual a criação do Mecanismo de Tecnologia, o qual estava sendo desenhado para ser formado por dois componentes básicos: o Comitê de Tecnologia e o Centro de Tecnologia de Mudança do Clima e sua rede. O primeiro foi uma adaptação da proposta do G-77 e da China, embora o nome Órgão Executivo fosse a preferência desse grupo originalmente; e o segundo, fruto da proposta dos Estados Unidos e do Japão. No entanto, embora a ideia dos dois componentes fosse aceitável para as partes, a grande disputa passou a ser a relação entre estes: o G-77 e a China queriam que o centro fosse submetido ao comitê, em cuja composição seus membros provavelmente teriam maioria das vagas, enquanto os países desenvolvidos enxergavam os dois componentes como independentes e sem relação hierárquica. O que os países em desenvolvimento buscam é que o MDL e a transferência de tecnologia, que venham a ser estabelecidos, tenham também caráter executivo, de concreta implementação de ações, e não apenas sejam órgãos de aconselhamento sobre tecnologias, menos ainda de promoção da venda destas, que é a visão dominante entre os países desenvolvidos.

Por causa de todos esses pontos bastante controversos, e ainda contaminados pelo insucesso geral das negociações durante a COP 15, não foi possível, como era esperado, finalizar as negociações nesta conferência. Como é sabido, a COP

15 apenas “tomou nota” do que foi chamado de Acordo de Copenhague, o qual brevemente mencionava que a fim de se intensificarem as ações de desenvolvimento e transferência de tecnologia, decidiu-se estabelecer um Mecanismo de Tecnologia para acelerar o desenvolvimento e transferência de tecnologia em apoio a ações de adaptação e mitigação que serão orientadas por uma abordagem nacionalmente conduzida e terão por base as circunstâncias e prioridades nacionais”.³²

O fracasso de Copenhague foi um duro golpe na comunidade internacional e colocou o regime multilateral de mudança do clima em questionamento. A continuidade das negociações no âmbito do Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Compromissos Adicionais para as Partes do Anexo I no Âmbito do Protocolo de Quioto (AWG-KP, em inglês) e do AWG-LCA – os quais tiverem seus mandatos prorrogados por, pelo menos, mais um ano – foi realizada com cautela e consciência de que um próximo fracasso seria desastroso. Graças à habilidade da Presidência mexicana em buscar um acordo, tomando o cuidado de não repetir os erros de Copenhague, a COP 16 realizada em Cancun, teve um resultado que, se não totalmente positivo, serviu como um alento para o regime climático. Os pontos consensuais em todos os pilares previstos no Plano de Ação de Bali foram compilados em única decisão, intitulada como resultados do trabalho do AWG-LCA, mas que tem sido chamada de Acordo de Cancun. Em tal acordo, como não poderia deixar de ser, há parágrafos específicos sobre o desenvolvimento e a transferência de tecnologia.³³

O preâmbulo do capítulo referente ao desenvolvimento e à transferência de tecnologia do Acordo de Cancun relembra os compromissos assumidos no âmbito da convenção, em particular o Art. 4, § 1º, 3º, 5º, 7º, 8º e 9º. Além disso, reconhece que uma redução rápida das emissões e a necessidade urgente de adaptação aos impactos adversos da mudança global do clima requerem a difusão em larga escala e a transferência de – ou o acesso a – tecnologias ambientalmente saudáveis, tendo sido também salientada a necessidade de mecanismos eficazes, meios mais apropriados, ambientes favoráveis e eliminação de obstáculos à intensificação do desenvolvimento e da transferência de tecnologia para as partes países em desenvolvimento.

Esse preâmbulo pode ser considerado uma expressiva vitória dos países em desenvolvimento, sobretudo a última sentença, na qual é reconhecida a importância do desenvolvimento de tecnologias, ideia que em Copenhague era refutada pelos Estados Unidos.

Foi decidido que o objetivo relacionado ao desenvolvimento e à transferência de tecnologia é apoiar ações de mitigação e adaptação, a fim de conseguir a plena implementação da convenção. Na prossecução desse objetivo, as necessidades relacionadas à

32. Parágrafo 11 do Acordo de Copenhague, que consta no anexo da Decisão 2/COP 15.

33. Parágrafos 113 a 129 da Decisão 1/COP 16.

tecnologia devem ser determinadas em âmbito nacional, com base nas circunstâncias e nas prioridades nacionais. O foco de orientação nacional foi uma vitória sobretudo para o Brasil, o qual insistiu nessa redação, argumentando que, por exemplo, a tecnologia de produção e uso do bioetanol de cana-de-açúcar tem sido questionada por alguns países desenvolvidos.

Importante também, não só para o Brasil, como também para todos os países em desenvolvimento, foi a decisão de que ações em diferentes fases do ciclo de tecnologia – incluindo pesquisa e desenvolvimento e demonstração de implantação, difusão e transferência de tecnologia (tudo isso sendo compreendido como *desenvolvimento e transferência de tecnologia*) – deveriam ser aceleradas no apoio à ação de mitigação e adaptação.

Como não poderia deixar de ser, baseado no princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, o Acordo de Cancun cria obrigações para todas as partes. Nesse sentido, o acordo incentiva-as, no âmbito do Art. 4º, § 1(c), e do Art. 5º da convenção e em conformidade com as respectivas capacidades, circunstâncias e prioridades nacionais, a realizar ações nacionais identificadas por meio de abordagens orientadas por cada país, a participar em atividades de cooperação bilaterais e multilaterais para o desenvolvimento e a transferência de tecnologia, bem como a promover o aumento de pesquisas públicas e privadas e o desenvolvimento e a demonstração em relação a tecnologias de mitigação e adaptação.

Mas o ponto central do Acordo de Cancun no que diz respeito ao desenvolvimento e à transferência de tecnologia foi a decisão de estabelecer um mecanismo tecnológico para facilitar a implementação de ações para atingir o objetivo já referido, sendo composto pelos dois componentes anteriormente discutidos: o Comitê Executivo de Tecnologia e o Centro de Tecnologia e rede associada, os quais, de acordo com suas respectivas funções, deverão facilitar o exercício efetivo do Mecanismo de Tecnologia, sob a orientação da COP. O mecanismo vem a substituir o EGTT, o qual teve sua existência encerrada na COP 16.

As funções do Comitê Executivo de Tecnologia serão as seguintes:

1. Apresentar uma visão geral das necessidades tecnológicas e uma análise de políticas e assuntos técnicos relacionados com o desenvolvimento e a transferência de tecnologias para mitigação e adaptação.
2. Considerar e recomendar ações para promover o desenvolvimento e a transferência de tecnologias, a fim de acelerar as ações de mitigação e adaptação.
3. Recomendar e orientar políticas e prioridades de programas relacionados ao desenvolvimento e à transferência de tecnologias, com especial atenção para as partes países de menor desenvolvimento relativo.

4. Promover e facilitar a colaboração no desenvolvimento e na transferência de tecnologias para mitigação e adaptação entre governos, setor privado, organizações sem fins lucrativos e comunidades acadêmicas e de pesquisa.
5. Recomendar ações para resolver os entraves ao desenvolvimento e à transferência de tecnologias, de modo a proporcionar uma ação reforçada de mitigação e adaptação.
6. Reforçar a cooperação com outras iniciativas internacionais de caráter tecnológico, com partes interessadas (*stakeholders*) e organizações, promovendo a coerência e a sinergia entre as atividades tecnológicas no âmbito da convenção e fora dela.
7. Catalisar o desenvolvimento e a utilização de mapas tecnológicos e planos de ação, em âmbito internacional, regional e nacional, por meio da cooperação entre as partes interessadas, particularmente os governos e as organizações competentes, incluindo orientação sobre o desenvolvimento de melhores práticas, como ferramentas facilitadoras para ações de mitigação e adaptação.

O Comitê Executivo de Tecnologia será composto por 20 membros especialistas, eleitos pela COP, os quais servirão em sua capacidade pessoal e nomeados pelas partes, com o objetivo de alcançar uma representação equitativa e equilibrada. Serão nove membros das partes incluídas no Anexo I da convenção; três membros de cada uma das três grandes regiões em desenvolvimento, nomeadamente, África, Ásia e Pacífico e América Latina e Caribe; um membro de um pequeno Estado insular e pelo menos um membro de uma parte país de menor desenvolvimento relativo. As decisões serão tomadas de acordo com a regra de consenso.

Esse comitê deverá convocar sua primeira reunião logo que possível após a eleição de seus membros e elaborar suas modalidades de atuação e procedimentos operacionais, tendo em conta a necessidade de assegurar a coerência e manter interações com outros arranjos institucionais no âmbito da convenção e fora dela. Tais modalidades e procedimentos devem ser examinados pela COP 17.

O Centro de Tecnologia de Mudança do Clima, por sua vez, deve facilitar uma rede tecnológica de redes nacionais, regionais, setoriais e internacionais, reagrupando organizações e iniciativas com vista a envolver efetivamente os participantes da rede nas seguintes funções:

1. A pedido de uma parte país em desenvolvimento:
 - Oferecer apoio e orientação relacionados com a identificação de necessidades de desenvolvimento e transferência de tecnologias, assim como aplicação de tecnologias ambientalmente saudáveis e de suas práticas e seus processos.

- Facilitar a prestação de informação, formação e apoio a programas para criar ou reforçar o desenvolvimento das capacidades dos países em identificar opções tecnológicas, fazer suas escolhas, assim como operar, manter e adaptar tecnologias.
 - Facilitar a implantação imediata de tecnologias existentes em partes países em desenvolvimento, com base nas necessidades identificadas.
2. Estimular e incentivar, por meio da colaboração com o setor privado, instituições públicas, universidades e órgãos de pesquisa, o desenvolvimento e a transferência de tecnologias ambientalmente saudáveis existentes e emergentes, assim como oportunidades para cooperação tecnológica Norte – Sul, Sul – Sul e triangular.
3. Facilitar o estabelecimento de uma rede de centros tecnológicos nacionais, regionais, setoriais e internacionais, organizações e iniciativas, com vista a:
- Reforçar a cooperação entre centros tecnológicos nacionais, regionais e internacionais, e instituições nacionais relevantes.
 - Facilitar parcerias internacionais entre partes interessadas públicas e privadas, para acelerar a inovação e a difusão de tecnologias ambientalmente saudáveis para as partes países em desenvolvimento.
 - Fornecer, a pedido de uma parte país em desenvolvimento, em cada país, assistência técnica e formação para apoiar as ações de desenvolvimento e transferência de tecnologias identificadas por estas partes.
 - Estimular o estabelecimento de acordos entre centros “irmãos” para promover parcerias Norte – Sul, Sul – Sul e triangulares, com vista a incentivar a cooperação em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias ambientalmente saudáveis.
 - Identificar, divulgar e contribuir com o desenvolvimento de ferramentas analíticas, políticas e melhores práticas de ordenamento do território, orientadas para apoiar a difusão de TAS.
4. Realizar outras atividades que possam ser necessárias para desempenhar suas funções.

Verifica-se que, diferentemente do Comitê Executivo, as funções do Centro de Tecnologia de Mudança do Clima e da rede são especialmente vagas. Na verdade, não se tem ainda muita clareza sobre estas, nem sobre que instituição(ões) poderia(m) exercer o papel desse centro.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil aproveitou o debate sobre a concepção do Centro de Tecnologia de Mudança do Clima para fazer valer suas ideias relacionadas à importância da cooperação Sul – Sul, uma vez que a capacidade dos países não Anexo I em desenvolver novas tecnologias não pode ser subestimada. O grande sucesso no Brasil do aproveitamento sustentável – ambientalmente, socialmente e economicamente – e da bioenergia da cana-de-açúcar, sob a forma de bioetanol e bioeletricidade, é um bom exemplo de um programa inovador, tendo raiz fora dos países desenvolvidos, e que está apto para a transferência Sul – Sul (difusão de tecnologia). Além disso, a experiência bem-sucedida de mais de 30 anos da mescla gasolina – etanol em teores elevados deste último, de até 25% (E25), em motores ciclo Otto, e a tecnologia não só mais recente, mas também bem-sucedida, em seus quase dez anos de adoção por todos os fabricantes mundiais de veículos instalados no país, dos motores *flex fuel*, capazes de funcionar indistintamente com a mescla E25 ou com etanol puro (E100), abrem caminho para a difusão do bioetanol – em particular, o produzido hoje a partir da cana-de-açúcar – como combustível renovável de baixa emissão de GEE e competitivo, em âmbito mundial, como se pode constatar pelas conquistas crescentes de importantes partes de mercado por esse biocombustível desde 2003. Pode-se acrescentar também a demonstração brasileira da atratividade das tecnologias endógenas de exploração de energias renováveis, responsáveis hoje por 47% do abastecimento energético do país, em bases modernas e competitivas com as fontes fósseis, amplamente dominantes no cenário energético mundial, em que respondem por 87% da demanda.

Apesar do progresso recente nas negociações, nada foi ainda decidido sobre o controverso ponto da relação formal entre os dois componentes do Mecanismo de Tecnologia da convenção. Assim, por enquanto, o Comitê Executivo e o Centro de Tecnologia apresentarão, cada qual, um relatório para a COP, por meio dos órgãos subsidiários SBSTA e SBI, sobre suas atividades e o desempenho de suas funções, até que haja uma decisão definitiva sobre a relação entre os dois componentes e a respeito do sistema de relato. Foi registrado no texto do Acordo de Cancun que os dois componentes devem se relacionar, de modo a proporcionar coerência e sinergia ao mecanismo. No entanto, como já indicado, nada está especificado quanto às bases desse relacionamento e sobre uma eventual relação hierárquica entre eles.

Outro ponto sobre o qual também não houve consenso – para a decepção dos países em desenvolvimento – foi a identificação de áreas prioritárias. O Acordo de Cancun apenas indica, em uma linguagem vaga, que “áreas prioritárias que poderiam ser consideradas no âmbito da convenção podem incluir, entre outros”:

1. Desenvolvimento e reforço das capacidades e das tecnologias endógenas das partes países em desenvolvimento, incluindo ações cooperativas de pesquisa, desenvolvimento e demonstração.

2. Desenvolvimento e difusão de tecnologias ambientalmente saudáveis e *know-how* nas partes países em desenvolvimento.
3. Aumento do investimento público e privado no desenvolvimento de tecnologias e de sua implantação, divulgação e transferência.
4. Implantação de tecnologias *soft* e *hard* para a aplicação de medidas de adaptação e de mitigação.
5. Melhoria dos sistemas de observação climática e de gestão de informação.
6. Fortalecimento dos sistemas nacionais de inovação e dos centros de inovação tecnológica.
7. Desenvolvimento e implementação de planos nacionais de tecnologia para a mitigação e adaptação.

A decisão adotada na COP 16, em Cancun, representa um sinal positivo de que as negociações do AWG-LCA podem resultar em acordo mais abrangente e detalhado na próxima conferência, a ser realizada em Durban, África do Sul. No entanto, muito trabalho ainda precisa ser feito para tornar o Mecanismo de Tecnologia operacional. Assim, foi estabelecido um ambicioso programa de trabalho em 2011 para o AWG-LCA no âmbito da convenção sobre o tema desenvolvimento e transferência de tecnologia.

No texto do Acordo de Cancun, foi salientada a importância da continuidade do diálogo entre as partes em 2011, por meio do AWG-LCA, de forma a permitir à COP 17 tomar as decisões necessárias para tornar o Mecanismo de Tecnologia totalmente operacional em 2012.

Como assinalado anteriormente, precisam ser resolvidos os impasses quanto à relação entre o Comitê Executivo de Tecnologia e o Centro de Tecnologia de Mudança do Clima e sua rede, bem como seus canais de comunicação. Muito ainda tem que ser discutido sobre a estrutura de governança e os termos de referência para o Centro de Tecnologia e sua rede e a respeito das modalidades de relacionamento do centro com a rede. O processo de realização de chamadas a propostas e os critérios a serem utilizados para avaliar e selecionar as proposições de hospedagem deste centro também têm que ser discutidos. O Acordo de Cancun também deixa aberta a possibilidade da discussão de funções adicionais para o Comitê Executivo e o Centro de Tecnologia de Mudança do Clima e sua rede, que demandam desenvolvimento e aprovação.

No entanto, a principal questão ainda em aberto, decisiva para realmente definir se o Mecanismo de Tecnologia conseguirá implementar de forma eficaz os compromissos firmados na Convenção sobre Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia, é a relação entre o Mecanismo de Tecnologia e o Mecanismo de

Financiamento. Considerando-se que, se não for garantido um fluxo contínuo e previsível de recursos novos, de forma sustentável, todas as boas ideias correm o risco de permanecer na seara das “boas intenções” ou dos “discursos vazios”.

Sobre todas as questões em aberto relativas ao tema de desenvolvimento e transferência de tecnologia, foi convocado um seminário de especialistas, em conjugação com uma das sessões do AWG-LCA em 2011, o qual deve levar em conta os trabalhos preliminares realizados pelo EGTT nos últimos anos.

Apenas o reconhecimento de que a redução rápida das emissões e a necessidade urgente de adaptação aos impactos adversos da mudança global do clima requerem imediatamente a difusão em larga escala e a transferência de, ou o acesso a, tecnologias ambientalmente saudáveis não é suficiente. Ações concretas devem ser tomadas nesse sentido, seja por meio da promoção da inovação tecnológica como um fator de desenvolvimento econômico e social, seja pelo temor de que o custo da inação será muito mais alto no futuro. Embora difícil de admitir, a verdade é que as preocupações ambientais são mais facilmente tidas em conta se seu equacionamento não afeta interesses econômicos relevantes, ou, inversamente, se seu equacionamento não afetar interesses econômicos relevantes, ou, inversamente, se suas soluções não acarretarem em implicações econômicas significativas.

REFERÊNCIAS

BRUNDTLAND. **Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (CQNUMC). Rio de Janeiro, 1992.

_____. **Technical Paper on Terms of Transfer of Technology and Know-How: barriers and opportunities related to the transfer of technology**. Framework Convention on Climate Change (FCCC)/TP/1998/1, 6 Oct. 1998. p. 5.

DELEGAÇÃO DE MARROCOS. **Declaração da Delegação de Marrocos, em nome do Grupo dos 77 e China**. In: CONFERÊNCIA DAS PARTES DA CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, 9. Milão, 1^o dez. 2003.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Prejudicam a Camada de Ozônio**, 1987.

_____. **Agenda 21**. In: CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Rio de Janeiro, 12 ago. 1992. parágrafos 34.1 e 34.3, cap. 34.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Special Report on Methodological and Technological Issues in Technology Transfer**, 2000.

PUGEL, T. A.; LINDERT, P. H. **International Economics**. Boston: Irwin McGraw Hill, 2000. p. 256.

NOTAS BIOGRÁFICAS

AGOSTINHO TADASHI OGURA

Geólogo formado no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo em 1981. Funcionário do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) desde 1982, atualmente é pesquisador sênior na área de Gestão de Riscos e Desastres Naturais.

ANA CAROLINA AVZARADEL

Economista formada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ) (1999-2003), e mestre em Planejamento Energético com área de concentração em Planejamento Ambiental pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ) (2005-2008). É consultora sênior da ICF Consultoria do Brasil Ltda. no Rio de Janeiro e ex-consultora técnica do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Foi membro da delegação brasileira nas negociações multilaterais sobre mudança do clima e nas reuniões do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), e do Global Bioenergy Partnership (GBEP). Coordenou o setor de energia do 2º Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa e participou da Rede Nacional de Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor de Resíduos. É membro da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) *Roster of Experts* como especialista no setor de energia e revisora técnica de inventários nacionais de gases de efeito estufa de países Anexo I.

ANDRÉ CARVALHO SILVEIRA

Bacharel em Ciência da Computação, atua em análise espacial aplicada à modelagem ambiental.

ANDREA FERRAZ YOUNG

Arquiteta e urbanista graduada pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC/CAMP), concluiu o mestrado e o doutorado, ambos na área de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, pela Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Possui especialização em Gestão Ambiental pela Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP. Em 2009 encerrou pesquisa de pós-doutoramento junto ao Núcleo de Estudos de População (Nepo/UNICAMP) financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Atualmente é pesquisadora colaboradora do Nepo. Está inserida no Programa de Desenvolvimento

Tecnológico do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio da Rede Clima do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e do Projeto Mudanças Climáticas e Megacidades, ligado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

ANTONIO DONATO NOBRE

Engenheiro Agrônomo pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) (1982), mestre em Ecologia Tropical pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia da Universidade do Amazonas (INPA/UA) (1989) e PhD em Ciências da Terra pela University of New Hampshire, Estados Unidos (1994). Atualmente é pesquisador sênior do INPA e pesquisador visitante no Centro de Ciência para o Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), atuando na área de modelagem de terrenos, sensoriamento remoto, hidrologia e temas afins.

BRUNO MILANEZ

Doutor em Política Ambiental pela Lincoln University, Nova Zelândia (2002-2006). Professor adjunto do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica da Universidade Federal de Juiz de Fora e revisor dos periódicos *Journal of Cleaner Production*, *Ciência & Saúde Coletiva*, e *Gestão & Produção*. Publicou, com diferentes coautores, artigos e capítulos de livros, entre eles: *Marrying strands of ecological modernisation: a proposed framework (Environmental politics, 2007)*; *Capacidade ambiental e a emulação de políticas públicas: o caso da responsabilidade pós-consumo para resíduos de pilhas e baterias no Brasil; Planejamento e políticas públicas, 2009*; *Double standards and the international trade of pesticides: the Brazilian case; e International Journal of Occupational and Environmental Health, 2010*.

CARLOS AFONSO NOBRE

Engenheiro eletrônico pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), doutor em Meteorologia pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) e pós-doutor pela Universidade de Maryland, Estados Unidos, é pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e foi chefe do Centro de Ciência do Sistema Terrestre. É atualmente secretário da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento do Ministério da Ciência e Tecnologia (SEPED/MCT). Tem dedicado sua carreira científica à Amazônia e desenvolveu pesquisas pioneiras sobre os impactos climáticos do desmatamento da Amazônia, formulando, em 1991, a hipótese da “savanização” da floresta tropical em resposta aos desmatamentos e ao aquecimento global, hipótese esta que vem sendo estudada em todo o mundo. É membro da Academia Brasileira de Ciências e da Academia

de Ciências para Nações em Desenvolvimento (TWAS) e chefe do comitê científico do International Geosphere Biosphere Programme (IGBP). É autor e coautor de mais de 130 artigos científicos, livros e capítulos de livros.

CAROLINA BURLE SCHMIDT DUBEUX

Pesquisadora do Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudança Climática (Centro Clima) do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ) e doutora em Planejamento Energético e Ambiental. Tem desenvolvido muitos estudos que ligam opções de mitigação da mudança climática com o desenvolvimento socioeconômico. Foi uma das coordenadoras técnicas do estudo Economia da Mudança do Clima no Brasil (o relatório miniStern brasileiro), estudo que estima os custos de adaptação da economia brasileira às mudanças do clima, realizado por dez centros de pesquisas. É *Lead Author* do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC/AR5/WGII/Chapter 17 – *Economics of adaptation*).

CLAUDIA DA COSTA MARTINELLI WEHBE

Bacharel em Ciência Política pela Universidade de Brasília (UnB) (2003), com aperfeiçoamento em *Carbon Finance* pela Universidade de Edimburgo (2010), no Reino Unido, e mestranda em Desenvolvimento Sustentável pela UnB. Foi assistente de pesquisas da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) e é membro da carreira de especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental, tendo atuado no Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) e no Ministério da Fazenda (MF), onde ocupa cargo de assessora.

DIEGO PEREIRA LINDOSO

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade de Brasília (UnB), com mestrado em Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da UnB. Atualmente, é doutorando na mesma área pela mesma instituição e pesquisador do projeto Land Use Policies and Sustainable Development in Developing Countries (Lupis) da UnB/União Europeia e do grupo de pesquisa em Desenvolvimento Regional e Mudanças Climáticas do CDS no âmbito da Rede Clima (UnB/Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT). Membro da *Red de Investigación Comparada sobre Cambio Climático*, vem trabalhado nos temas de dinâmica do uso da terra, mudanças climáticas, epistemologia da sustentabilidade e sistemas integrados de indicadores. Desde 2007, desenvolve pesquisas sobre mitigação e adaptação agropecuária às mudanças climáticas em territórios da Amazônia, do Cerrado e do Semiárido.

EUSTÁQUIO REIS

É pesquisador da Diretoria de Estudos Macroeconômicos (Dimac) do Ipea desde 1975 onde foi diretor (1985-1987/1999-2003) e editor de Pesquisa e Planejamento Econômico (1989-1991). É coordenador do Núcleo de Estudos e Modelos Espaciais Sistêmicos (Nemesis/Pronex) desde 1997. Suas áreas de interesse incluem macroeconomia, história econômica, economia regional e economia dos recursos naturais, em que se dedica aos problemas de desflorestamento da Amazônia brasileira.

FLÁVIO EIRÓ

Bacharel em Sociologia pela Universidade de Brasília (UnB) e mestrando em Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da UnB, participa do grupo de pesquisa em Desenvolvimento Regional e Mudanças Climáticas do CDS no âmbito da Rede Clima (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq/UnB). Acumula experiência de pesquisa sobre a agricultura familiar e desenvolvimento sustentável, em especial na Amazônia.

GILBERTO DE MARTINO JANNUZZI

PhD pela Universidade de Cambridge (1985), professor livre docente da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (1991) e professor adjunto em Sistemas Energéticos (1999) da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP. Atual coordenador do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (Nipe) da UNICAMP e atual *Lead Author* do Special Report on Renewable Energy (Chapter 8: *Integration of renewable energy into present and future energy systems*). Diretor executivo da organização International Energy Initiative desde 2002. Atual *Lead Author* Global Energy Assessment (Chapter *Industrial energy efficiency*). Foi *Review Editor* do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC/AR3 e AR4/WGIII). Editor associado do *Energy for Sustainable Energy Journal* e *Energy Efficiency*. Foi coordenador técnico do Fundo CTEnerg do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), analista do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos do MCT e diretor executivo do Escritório de Transferência de Tecnologia da UNICAMP. Possui três livros publicados em planejamento energético e políticas energéticas, e mais de 40 artigos publicados em revistas especializadas. Orientou 38 alunos de mestrado e doutorado.

GRASIELA DE OLIVEIRA RODRIGUES

Engenheira ambiental e mestre em Engenharia da Energia pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei). Atualmente, é doutoranda em Ciências do Sistema Terrestre no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). É especialista em Geoprocessamento e em Modelagem de Superfície. Possui interesse em planejamento e ordenamento territorial.

GUILLERMO OSWALDO OBREGÓN PÁRRAGA

Pesquisador do Centro de Ciências do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CCST/INPE). Graduado em Meteorologia pela Universidade Nacional Agrária “La Molina”, Lima, Peru, e mestre e doutor pelo INPE, São Paulo. Sua área de interesse inclui pesquisas relacionadas às mudanças climáticas e à variabilidade do sistema climático atmosfera/oceano nas diversas escalas espaço-temporais, bem como interação biosfera/atmosfera e validação de modelos climáticos, baseados principalmente em dados observacionais.

GUSTAVO BARBOSA MOZZER

Mestre em Ecologia e bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade de Brasília (UnB). Desde 2008 trabalha como pesquisador na área de Mudança do Clima da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), atualmente na Secretaria de Relações Internacionais. Atuou entre 2004 e 2008 como assessor técnico da Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Participa ativamente no processo de negociação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) desde a Conferência das Partes (COP 10) (2004).

GUSTAVO COSTA MOREIRA DA SILVA

Geógrafo envolvido no Projeto Mudanças Climáticas e Megacidades desde o início. Graduado em bacharelado e licenciatura no curso de Geografia da Universidade de Taubaté (UNITAU) em 2006. Completou em 2010 o mestrado em Geografia Física pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH/USP), tendo como tema de sua dissertação a vulnerabilidade e as opções de adaptação às mudanças climáticas em áreas urbanas. Atualmente, é doutorando do curso de Ciência do Sistema Terrestre do Centro de Ciência do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CCST/INPE), em que tem como principal objeto de estudo o tema desastres naturais de cunho climático em áreas urbanas.

GUSTAVO LUEDEMANN

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de Brasília (UnB) (1998), mestrado em Ecologia pela UnB (2001) e é doutorando em Ecologia pela Technische Universität München, Munique, Alemanha. Foi consultor na Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) (2007-2008). Atualmente é coordenador de Desenvolvimento Sustentável na Dirur/Ipea.

HAROLDO DE OLIVEIRA MACHADO FILHO

Possui graduação em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (1993), mestrado em Relações Internacionais pela Universidade de Brasília (UnB) (1998) e PhD em Direito Internacional pelo Instituto Universitário de Altos Estudos Internacionais da Universidade de Genebra (2007). Atualmente é assessor especial da Coordenação-Geral de Mudança do Clima do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima. É negociador da delegação brasileira nas conferências das partes e nas reuniões dos órgãos subsidiários da convenção de mudança do clima e do Protocolo de Quioto desde 1998. Tem experiência na área de direito, com ênfase em direito internacional público, atuando principalmente nos seguintes temas: mudança do clima, conferências internacionais, meio ambiente e bens públicos globais.

IGOR FERRAZ DA FONSECA

Possui graduação em Sociologia pela Universidade de Brasília (UnB) (2007), mestrado em Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da UnB (2009) e é doutorando na mesma área pela mesma instituição (2009). É técnico de Planejamento e Pesquisa do Ipea. Desenvolve e publica trabalhos nas áreas de governança ambiental, desenvolvimento local, participação social, descentralização, gestão de recursos de propriedade comum, justiça ambiental, Agenda 21 e na análise da relação entre o discurso e a prática do desenvolvimento sustentável.

IZABEL CAVALCANTI IBIAPINA PARENTE

Bacharel em Ciências Sociais com habilitação em Antropologia e Sociologia pela Universidade de Brasília (UnB). Atualmente é mestranda em Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da UnB e pesquisadora do grupo de pesquisa em Desenvolvimento Regional e Mudanças Climáticas do CDS no âmbito da Rede Clima (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq/UnB).

JORGE HARGRAVE

Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea. Possui mestrado em Economia pela Universidade de Freiburg, Alemanha, e graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Suas áreas de pesquisa principais são: causas e consequências econômicas do desmatamento na Amazônia, economia política das mudanças climáticas e economia dos resíduos sólidos.

JOSÉ ANTÔNIO MARENGO ORSINI

Pesquisador titular III e atual coordenador-geral do Centro de Ciência do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CCST/INPE). É graduado em Meteorologia, mestre em Hidrologia pela Universidad Nacional Agraria La Molina, em Lima, Peru, PhD em Meteorologia pela Universidade de Wisconsin, Estados Unidos, e tem pós-doutorados em vários centros dos Estados Unidos. Suas áreas de interesse são: estudos e previsão climática, incluindo modelagem previsão sazonal de clima; e estudos de mudanças climáticas, com ênfase em modelagem, impactos e análises de vulnerabilidade. É autor de mais de 200 publicações entre artigos científicos, livros e capítulos de livros e professor da pós-graduação em Meteorologia em Ciências do Sistema Terrestre do INPE. Membro de vários painéis nacionais e internacionais, entre eles o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), e lidera projetos nacionais e internacionais nas áreas de mudanças de clima e estudos climáticos.

JOSÉ DOMINGOS GONZALEZ MIGUEZ

Secretário executivo da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima desde 1999 e coordenador-geral de Mudanças Globais do Clima do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) desde 1994. Engenheiro eletrônico formado pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) e economista formado pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Pós-graduado em Engenharia Eletrônica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com especialização em Planejamento do Ciclo do Combustível Nuclear pelo Centro de Pesquisa Nuclear de Saclay, França.

JOSÉ FÉRES

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ), mestrado e doutorado em Economia pela Université de Toulouse I. Atualmente é técnico de Planejamento e Pesquisa do Ipea. Tem experiência na área de economias agrária e dos recursos naturais, atuando principalmente nos seguintes temas: regulação ambiental, mudanças climáticas e gestão de recursos hídricos.

JULIANA DALBONI ROCHA

Doutora em Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS/UnB) (2008), com mestrado (Masters Degree in Environmental Policy) pela Roskilde University, Dinamarca (2001), e graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Alagoas (Ufal) (1999). Tem experiência nas áreas de planejamento e desenvol-

vimento urbano e regional, desenvolvimento local e territorial, atuando principalmente nos seguintes temas: sustentabilidade, território, política ambiental, produção mais limpa, desenvolvimento local, territorial e regional, e mudanças climáticas. Atualmente é pós-doutoranda (Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional – PNPd/Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes) no CDS/UnB e pesquisadora da Rede Clima (sub-rede Desenvolvimento Regional e Mudanças Climáticas), na qual desenvolve pesquisas nas áreas de identificação das vulnerabilidades e adaptação da produção familiar brasileira às mudanças climáticas em territórios da Amazônia, do Cerrado e do Semiárido.

JULIANA SIMÕES SPERANZA

Doutoranda em Economia das Instituições e do Desenvolvimento pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP). Mestre pelo Programa de Pós-graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CPDA/UFRJ). Tem realizado pesquisas qualitativas e quantitativas nas temáticas de segurança alimentar, desenvolvimento rural e economia do clima.

MARCEL BURSZTYN

Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (1973), com mestrado em Planejamento Urbano e Regional pela UFRJ (1976). Possui diploma in Planning Studies pela University of Edinburgh (1977), doutorado em Développement Economique et Social pela Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne (1982) e doutorado em Economie pela Université Picardie, França (1988). Tem pós-doutorado em Políticas Públicas pela Université Paris 13 e na Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris (1989-1991). Senior Research Fellow na Kennedy School of Government pelo Sustainability Science Program da Harvard University (2007-2008). É professor associado da Universidade de Brasília (UnB), junto ao Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS). Autor de 16 livros e mais de 100 artigos publicados em periódicos e livros.

MARCELO KHALED POPPE

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (1972), pós-graduado em Socio-Economia do Desenvolvimento pela École des Hautes Études en Sciences Sociales de Paris (1984) e em Sistemas de Conversão de Energias Renováveis pela Faculté des Sciences de l'Université de Perpignan (1983) e mestre em Economia da Inovação e Economia de Sistemas Energéticos pela Université Paris IX – Dauphine e pelo Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires, França (1985). Desde 2004, é assessor do

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), onde lidera estudos nas áreas de energia e mudança do clima. Foi secretário de Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia até 2003, responsável pelo estabelecimento e pela implantação das políticas nacionais de eficiência energética, de tecnologias energéticas, de energias renováveis e de eletrificação rural. Assessor especial e gerente executivo da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) de 1998 a 2001. Pesquisador associado ao Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (CIRED), Paris, França, de 1983 a 1998. Engenheiro electricista, de 1972 a 1982, na Enisa Engenharia de Instalações, Salvador, Bahia, e na Natron Engenharia e Projetos, Rio de Janeiro. Trabalha nas áreas de energia, ambiente e desenvolvimento; mudança do clima, tecnologias de baixo carbono e desenvolvimento sustentável; e ciência, tecnologia e inovação. Membro de alguns conselhos, comissões e comitês profissionais, nacionais e internacionais, e autor de vários estudos, artigos, publicações e palestras.

MARIA BERNADETE SARMIENTO GUTIERREZ

Doutora em Economia pela University College London (1991), pesquisadora sênior do Ipea do Rio de Janeiro desde 1996 e professora adjunta no Departamento de Economia da Universidade Federal Fluminense (UFF) no período 1994-2008. Também serviu à Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) no período 1999-2004, com foco nos temas de governança e desenvolvimento sustentável.

MARIA VALVERDE

Doutora em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), nas especialidades de meteorologia, aplicação de inteligência artificial em clima e tempo, e climatologia sinóptica. Trabalha desde 2005 no grupo de Mudanças Climáticas no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e no Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST) do INPE. Atualmente, as pesquisas estão voltadas principalmente nas áreas de climatologia observacional, variabilidade climática, extremos climáticos e mudanças climáticas.

NATHAN DEBORTOLI

Mestre em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília (UnB) e bacharel em Turismo pelas Faculdades Integradas Associação de Ensino de Santa Catarina (FASSESC), com base interdisciplinar em Geografia/Ecologia nos Estados Unidos pela Brigham Young University/Utah State University (BYU/USU) e pela Universidad Rafael Landívar, na Guatemala. Atualmente é doutorando do Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da UnB e pesquisador do projeto Land Use Policies and Sustainable Development in Developing Countries (Lupis) da UnB/

União Europeia e do grupo de pesquisa em Desenvolvimento Regional e Mudanças Climáticas do CDS no âmbito da Rede Clima (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq/UnB/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE). Desenvolve pesquisas com temas relacionados ao uso da terra na Amazônia, ao desenvolvimento sustentável, às mudanças climáticas e às interações entre desmatamento e o ciclo hidrológico. Desde 2008 desenvolve pesquisas com parceiros do Laboratoire Climat, Occupation du Sol par Télédétection (Costel) da Université Rennes 2, na França, abrangendo áreas de climatologia, de uso do solo e de sensoriamento remoto, a partir de parceria entre o laboratório e a UnB.

OSÓRIO THOMAZ

Químico pesquisador especializado em riscos industriais do Laboratório de Riscos Ambientais do Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Autor de 56 análises de riscos industriais e/ou investigações de acidentes industriais e/ou programas de gestão de riscos industriais. Professor de riscos industriais do Mestrado Profissional da Coordenadoria de Ensino Tecnológico do Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

PATRÍCIA HELENA GAMBOGI BOSON

Engenheira Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/MG), especialista em Planejamento e Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos. Foi pesquisadora da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) e tem um histórico extenso de atuação como consultora em várias empresas de engenharia e órgãos públicos. Foi secretária adjunta da Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia em Minas Gerais. Publicou vários artigos em revistas especializadas, alguns livros e participou de grupos de estudos para o Centro de Gestão e Estudos Especializados (CGEE). Atualmente é consultora para o Meio Ambiente e Gestão de Recursos Hídricos na Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) e Confederação Nacional das Indústrias (CNT). É, ainda, membro do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e de Desenvolvimento Econômico e Social do Estado de Minas Gerais e do Comitê Gestor do Fundo Setorial de Ciência e Tecnologia de Recursos Hídricos (CT-Hidro).

PAULA BENNATI

Advogada e consultora ambiental. Atualmente é consultora *sênior em Mudança do Clima na Confederação Nacional da Indústria* (CNI). Foi assessora *técnica em Mudança do Clima no Ministério do Meio Ambiente* (MMA) de 2004 a 2010. É mestre em Mudança do Clima pela Universidade de São Paulo (USP) (2004) e especialista em Gestão Ambiental pela USP (1999).

PAULO HILÁRIO NASCIMENTO SALDIVA

Professor titular da disciplina Patologia Pulmonar do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP). Atualmente coordena o projeto Avaliação da Toxicidade da Poluição por Material Particulado Gerado por Diferentes Fontes Emissoras: Proposição de Estudos Clínicos e Experimentais (edital 18 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq), o Instituto Nacional de Análise Integrada do Risco Ambiental (Inaira) (edital 15 do CNPq) e a Plataforma de Imagem em Sala de Autopsia (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP).

RICARDO ABRAMOVAY

Pesquisador 1C, professor titular do Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP) e do Instituto de Relações Internacionais da USP. É coordenador do Projeto Temático Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) sobre Impactos Socioeconômicos das Mudanças Climáticas no Brasil e do Núcleo de Economia Socioambiental da USP (www.nesa.org.br). Seu programa de pesquisa é voltado ao estudo dos comportamentos dos atores sociais nos processos contemporâneos de transição para uma economia de baixo carbono e apoia-se teoricamente nas principais correntes contemporâneas da sociologia econômica. Este programa se traduz em projetos, publicações e orientações em três áreas: *i*) o papel dos atores sociais nas mudanças de comportamentos empresariais diante dos desafios socioambientais contemporâneos; *ii*) o papel da biomassa na descarbonização da matriz energética dos transportes; e *iii*) trabalhos teóricos em sociologia econômica.

RONALDO SEROA DA MOTTA

Doutor em Economia pela London University College (1981-1985), especialista em Economia Ambiental e da Regulação, pesquisador sênior e ex-coordenador de Estudos de Regulação do Ipea do Rio de Janeiro, e professor de Regulação Econômica e Ambiental no Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais (IBMEC) do Rio de Janeiro. Atual *Review Editor* do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC/AR5/WGIII/Chapter 15 – *National and sub national policies*) e ex-*Lead Author* do IPPC/AR3/WGIII/Chapter 7 (*Costing methodologies*). Ex-diretor do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Publicou vários artigos e livros, entre eles: *Economia ambiental* (Rio de Janeiro: FGV Editora, 2006), *Macroeconomic policies for sustainable growth: analytical framework and policy studies of Brazil and Chile* (Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2006) e *Economic instruments for water management: the cases of France, Mexico and Brazil* (Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2004).

SAULO RODRIGUES FILHO

Professor adjunto e vice-diretor do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS/UnB). Pós-doutorado em Desenvolvimento Sustentável pela UnB e doutor em Ciências Ambientais pela Universitat Heidelberg, Cum Laude, Alemanha (1999). Editor adjunto da revista científica *Journal of Soils and Sediments*. Possui graduação em Geologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) (1986) e mestrado em Geociências (Geoquímica) pela Universidade Federal Fluminense (UFF) (1993), além de duas especializações em meio ambiente pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro COPPE/UFRJ). Coordenador do projeto de pesquisa Land Use Policy and Sustainable Development in Developing Countries (Lupis) – FP6, European Commission – e da Rede Clima em Desenvolvimento Regional (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE/Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT) pelo CDS da UnB. Atua como docente e pesquisador nas linhas de pesquisa em mudanças climáticas, mudanças de uso da terra e indicadores de desenvolvimento sustentável.

SILVIA MARIA CALOU

Economista, formada pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (1982), é mestre em Política Energética pela University of Surrey, Inglaterra (1991), com a dissertação de mestrado *Privatisation of the electricity industry in Brazil: a discussion taking the UK experience as a model*. Desde abril de 2003 é diretora executiva da Associação Brasileira de Companhias de Energia Elétrica (ABCE). Diretora do Departamento de Infraestrutura da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Deinfra/FIESP) e vice-coordenadora do Fórum de Meio Ambiente do Setor Elétrico. Coordenou o *Position Paper* do setor de energia elétrica sobre mudanças climáticas. Publicou vários artigos na área de energia elétrica e meio ambiente, entre eles: Utilidade pública e relevância estratégica, com Alacir Borges (*Folha de S.Paulo*, 9 dez. 2006); Questão ambiental e suprimento de energia (*Valor Econômico*, Opinião, 2 dez. 2008); Agenda ambiental 2008 para o setor elétrico (*site* da ABCE, 2008); e Perspectiva e desafios para o setor elétrico em 2009 (*Revista Ação Ambiental*, editada pela Universidade Federal de Viçosa, ano 12, n. 41, mar./abr. 2009).

SOFIA SHELLARD

Mestre em Gestão Ambiental pela Universidade de Oxford, com graduação em Tradução e pós-graduação em Relações Internacionais pela Universidade de Brasília (UnB). Atuou como assessora técnica da Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) entre 2004

e 2008, e como coordenadora das áreas de mudança climática, construção sustentável e finanças sustentáveis do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) durante 2010.

THAÍS LINHARES JUVENAL

Mestre em Política Ambiental e Regulação pela London School of Economics and Political Science, recebeu o grau de distinção pela dissertação *To what extent does the “greening of busines” contribute to sustainability in developing countries?*, em 2008. Pós-graduada em Teoria Econômica com especialização em Economia Agrícola e Regional pela Universidade de São Paulo (USP). Economista do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), foi diretora do Ministério do Serviço Florestal Brasileiro em 2008 e 2009. Atualmente é diretora de Mudanças Climáticas do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e membro da equipe de negociação brasileira na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) e na redução de emissões por desmatamento e degradação (REDD).

THIAGO FONSECA MORELLO

Mestre em Teoria Econômica pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP) e doutorando em Economia das Instituições e do Desenvolvimento pela mesma instituição. Em sua dissertação estudou a história econômica do uso siderúrgico de carvão vegetal no estado de Minas Gerais, com enfoque no cultivo (a partir de plantações arbóreas) de biomassa e em tecnologias eficientes de carbonização. Em 2009 e 2010 desenvolveu estudo similar para o polo siderúrgico de Carajás, nos estados do Pará e do Maranhão. É colaborador do Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIREN), França.

VIRGINIA PARENTE

Economista, pós-doutora em Energia pela Universidade de São Paulo USP e doutora em Finanças e Economia pela Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV/SP) com intercâmbio na Universidade de Nova Iorque. Iniciou a carreira como estagiária no Ipea, em Brasília, atuando, em seguida, por mais de 15 anos, como executiva em bancos de investimento nacionais e internacionais. Nos últimos anos, como professora concursada da USP, vem desenvolvendo trabalhos nas áreas de energia e regulação, governança e políticas públicas em mudanças climáticas. É membro independente do Conselho de Administração da Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobras), presidente do Comitê Estratégico de Energia da Amcham e diretora de Publicação da Sociedade Brasileira de Planejamento Energético.

VITOR SCHMID

Vitor Schmid é graduando em Economia pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP) e integrante do seu Núcleo de Economia Socioambiental (Nesa). Atualmente dedica-se ao estudo da distribuição, pelas classes de renda em que se subdivide a população brasileira, dos padrões de emissões de gases de efeito estufa associados ao consumo domiciliar direto de combustíveis para cocção.

VIVIANE ROMEIRO

Doutoranda em Energia pelo Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP), mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e especialista em Eficiência Energética y Cambio Climático pela Universidad Complutense de Madrid (UCM). Foi pesquisadora voluntária do International Energy Initiative (IEI), pesquisadora estagiária do United Nations Environment Programme (UNEP) Risø on Energy, Climate and Sustainable Development at the Technical University of Denmark (DTU) e atualmente é colaboradora da School of Public Policy of the University of Maryland no projeto Carbon Market Risks: Firm Perceptions of CDM Investment Decisions in Brazil and India. Áreas de pesquisa: políticas públicas em mudanças climáticas e regulação da redução da emissão de carbono.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Editorial

Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

Njobs Comunicação

Supervisão

Cida Taboza

Fábio Oki

Thayse Lamera

Revisão

Ângela de Oliveira

Cristiana de Sousa da Silva

Lizandra Deusdará Felipe

Regina Marta de Aguiar

Editoração

Anderson Reis

Daniela Rodrigues

Danilo Tavares

Capa

Fábio Oki

Livraria

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo

70076-900 – Brasília – DF

Tel.: (61) 3315 5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Produzir, articular e disseminar conhecimento para aperfeiçoar as políticas públicas e contribuir para o planejamento do desenvolvimento brasileiro.

Agostinho Tadashi Ogura
Ana Carolina Avzaradel
André Carvalho Silveira
Andrea Ferraz Young
Antonio Donato Nobre
Bruno Milanez
Carlos Afonso Nobre
Carolina Burle Schmidt Dubeux
Claudia da Costa Martinelli Wehbe
Diego Pereira Lindoso
Eustáquio Reis
Flávio Eiró
Gilberto de Martino Jannuzzi
Grasiela de Oliveira Rodrigues
Guillermo Oswaldo Obregón Párraga
Gustavo Barbosa Mozzer
Gustavo Costa Moreira da Silva
Gustavo Luedemann
Haroldo de Oliveira Machado Filho
Igor Ferraz da Fonseca
Izabel Cavalcanti Ibiapina Parente
Jorge Hargrave
José Antônio Marengo Orsini

José Domingos Gonzalez Míguez
José Féres
Juliana Dalboni Rocha
Juliana Simões Speranza
Marcel Bursztyn
Marcelo Khaled Poppe
Maria Bernadete Sarmiento Gutierrez
Maria Valverde
Nathan Debortoli
Osório Thomaz
Patrícia Helena Gambogi Boson
Paula Bennati
Paulo Hilário Nascimento Saldiva
Ricardo Abramovay
Ronaldo Seroa da Motta
Saulo Rodrigues Filho
Sílvia Maria Calou
Sofia Shellard
Thaís Linhares Juvenal
Thiago Fonseca Morello
Virginia Parente
Vitor Schmid
Viviane Romeiro

ISBN 978-85-7811-108-3



9 788578 111083 >

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

SAE

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS
PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

G O V E R N O F E D E R A L

BRASIL

PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA