



cgée



Subsídios para uma agenda nacional
de ciência tecnologia e inovação
relativa à vulnerabilidade, impactos
e adaptação à mudança do clima



Subsídios para uma agenda nacional
de ciência tecnologia e inovação
relativa à vulnerabilidade, impactos
e adaptação à mudança do clima



cgEE

Brasília - DF

Novembro de 2009

© Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Subsídios para uma agenda nacional de ciência tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima

Presidenta

Lucia Carvalho Pinto de Melo

Diretor Executivo

Marcio de Miranda Santos

Diretores

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Fernando Cosme Rizzo Assunção

Edição e revisão / *Tatiana de Carvalho Pires*

Projeto gráfico / *Eduardo Oliveira*

Diagramação e gráficos / *Eduardo Oliveira*

Capa / *Diogo Moraes*

C397 Subsídios para uma agenda nacional de ciência, tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008

59 p. : il.; 20 cm
ISBN


1. Mudança climática. 2. Impacto ambiental. I. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. II. Título.

CDU 551.583

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
SCN Qd 2, Bl. A, Ed. Corporate Financial Center sala 1102
70712-900, Brasília, DF
Telefone: (61) 3424.9600
<http://www.cgee.org.br>

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do Contrato de Gestão - CGEE - 14º Termo Aditivo/Ação: Mudanças Climáticas: Energia e Desenvolvimento - Subação: Mudanças Climáticas: Energia e Desenvolvimento - Intregraçã de Agendas / MCT/2009.

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.
Impresso em 2009.



Subsídios para uma agenda nacional de ciência tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima

Supervisão

Marcio de Miranda Santos

Consultores

Jörgen Leeuwestein (coordenador)

Antonio Rocha Magalhães

Equipe técnica do CGEE

Marcelo Khaled Poppe (coordenador)

Mayra Juruá Gomes de Oliveira

Sumário

APRESENTAÇÃO	9
1. INTRODUÇÃO	11
Vulnerabilidade, impactos e adaptação: conceituação	12
2. VULNERABILIDADES, POTENCIAIS IMPACTOS E POSSÍVEIS MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO NO BRASIL	15
Florestas	15
Agropecuária	17
Biodiversidade	18
Semiárido	20
Energia e recursos hídricos	22
Zonas costeiras	24
Áreas urbanas	26
Saúde humana	28
3. PRINCIPAIS INICIATIVAS E POLÍTICAS DE CT&I RELATIVAS À VIA	33
Florestas	35
Agropecuária	35
Biodiversidade	36
Semiárido	37
Energia e recursos hídricos	38
Zonas costeiras	39
Áreas urbanas	39
Saúde humana	40
4. MATRIZES DE RECOMENDAÇÕES PARA INICIATIVAS E POLÍTICAS DE CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO REFERENTES À VULNERABILIDADE, IMPACTOS E ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA	43
PARTICIPANTES DAS OFICINAS DE TRABALHO DO CGEE	59



Apresentação

Este documento é resultado do trabalho realizado no âmbito do Contrato de Gestão CGEE/MCT-2008/2009, supervisionado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), e objetiva oferecer subsídios para apoiar a consolidação de uma agenda nacional de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação (VIA) às mudanças climáticas.

O trabalho tomou como ponto de partida o material publicado na Revista Parceria Estratégica nº 27, Edição Especial “Mudança do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação”, do CGEE. A revista apresenta uma coletânea de artigos que incluem, para nove áreas temáticas, mapeamento e análise das vulnerabilidades às mudanças climáticas, levantamento e exame dos possíveis riscos e impactos decorrentes, e recomendações preliminares relativas à elaboração e adoção de políticas e estratégias de adaptação a essas mudanças. Além disso, consta na revista um apêndice com recomendações preliminares para iniciativas de CT&I no âmbito de cada área temática, com base nos artigos.

Para a elaboração dos textos da publicação, foram mobilizados dez especialistas brasileiros renomados na área, sendo cada um deles responsável pela abordagem de um ou mais temas específicos, em alguns casos envolvendo também outros pesquisadores:

- Carlos Afonso Nobre: Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do Século 21;
- Thelma Krug: Florestas;
- Magda Aparecida de Lima: Agropecuária e solos agrícolas;
- Vanderlei Perez Canhos: Biodiversidade;
- José A. Marengo: Semiárido;
- Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas: Recursos hídricos e energia;
- Claudio Freitas Neves e Dieter Muehe: Zonas costeiras;
- Wagner Costa Ribeiro: Zonas urbanas;
- Ulisses Eugenio Cavalcanti Confalonieri: Saúde humana.

No primeiro semestre de 2009 foram realizadas cinco oficinas de trabalho que tiveram como objetivo apoiar a elaboração deste documento, e que trataram os seguintes temas:

1. Energia e recursos hídricos (COPPE, Rio de Janeiro - 17 de março);
2. Zonas costeiras, áreas urbanas e saúde (IEA/USP, São Paulo - 14 de abril);
3. Agropecuária (CGEE, Brasília - 05 de maio);
4. Florestas e biodiversidade (CGEE, Brasília - 21 de maio);
5. Semiárido (CETENE, Recife - 16 de junho).



Nos eventos, que contaram com a presença de 105 especialistas convidados, foram apresentados os artigos da revista Parcerias Estratégicas com o intuito de alimentar o debate temático. Na sequência, introduziram-se os exercícios coletivos de constituição das matrizes com as principais vulnerabilidades, os potenciais impactos e as possíveis medidas de adaptação, identificados para cada tema. Para finalizar, empreendeu-se a construção das matrizes com recomendações para iniciativas de CT&I referentes à VIA.

Com base nas matrizes, nos artigos elaborados pelos especialistas, no Plano Nacional sobre Mudança do Clima e em documentos setoriais e temáticos, chegou-se a uma primeira versão de documento de subsídios para uma Agenda Nacional, submetida à apreciação dos especialistas. Assim, no processo de elaboração deste documento, foram incorporadas sugestões recebidas dos participantes nas oficinas de trabalho, assim como dos autores dos artigos e de outros especialistas atuantes na área.

Lúcia Carvalho Pinto de Melo
Presidenta do CGEE



1. Introdução

De acordo com o 4º Relatório do Painel Intergovernamental sobre a Mudança Climática (IPCC), “o aquecimento do sistema climático é inequívoco, como agora é evidente pelas observações de questões como os aumentos das temperaturas médias da atmosfera e dos oceanos, o derretimento generalizado de geleiras e o aumento global médio do nível do mar”. Análises sistemáticas indicam que o aumento da temperatura média global do planeta continuará no futuro e demonstram que esse aquecimento é causado pelas emissões antrópicas acumuladas de Gases do Efeito Estufa (GEE), principalmente o dióxido de carbono (CO₂), oriundo da queima de combustíveis fósseis, o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), principalmente proveniente das atividades agropecuárias. Prevê-se, em decorrência, um aumento das temperaturas médias globais entre 2 e 4,5 °C, até o final do século.

O tema de mudança do clima já faz parte da realidade política e econômica internacional, com repercussão nas diversas áreas do conhecimento, demandando desenvolvimentos científicos e tecnológicos e a adoção de inovações. Os riscos associados ao crescimento da vulnerabilidade climática induzem um aumento do compromisso e da responsabilidade corporativa com medidas de mitigação e adequação dos processos produtivos e dos padrões de consumo.

Os relatórios do IPCC indicam que os países Não-Anexo I (países em desenvolvimento) deverão ter maiores dificuldades para lidar com os impactos e enfrentar os custos crescentes de adaptação à mudança do clima. Apesar do Brasil não fazer parte do grupo de países mais vulneráveis do mundo, a mudança global do clima pode se manifestar no país em diversas áreas: aumento da frequência e intensidade de enchentes e secas, perdas na agricultura e ameaças à biodiversidade; mudança do regime hidrológico, com impactos sobre a capacidade de geração hidrelétrica; expansão de vetores de doenças endêmicas, entre outros. Além disso, a elevação do nível do mar pode afetar regiões da costa brasileira, em especial as metrópoles litorâneas. Com efeito, a questão da adaptação à mudança do clima vem se tornando cada vez mais relevante no âmbito das negociações da Convenção do Clima e em outros fóruns.

O Brasil tem tomado diversas iniciativas recentes no tema, entre as quais se pode destacar a formação da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima), a criação do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas, pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a implantação do Centro de Ciência dos Sistemas Terrestres (CCST) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), no âmbito do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), assim como o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, conduzido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Painel Brasileiro sobre Mudança do Clima, iniciativa conjunta MCT-MMA, que vêm reforçar o dispositivo brasileiro anteriormente existente, como a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, e o Fórum Nacional e os fóruns estaduais, esses com caráter mais de sensibilização e mobilização. Todas essas iniciativas levam a intensificar a mobilização das competências nacionais nessa área, visando conduzir o grau de conhecimento sobre esse assunto a um patamar mais elevado, condizente com a importância crescente do tema.



O setor de ciência e tecnologia nacional necessita agora incrementar a incorporação do tema das mudanças climáticas na agenda nacional de CT&I, com vistas a garantir um futuro sustentável para o país. É, portanto, essencial aumentar o conhecimento em relação às vulnerabilidades e impactos setoriais e regionais, e estabelecer critérios adequados para o estabelecimento e a implantação de estratégias de adaptação às mudanças climáticas e às novas condições ambientais delas decorrentes.

Vulnerabilidade, impactos e adaptação: conceituação

De acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), MUDANÇA CLIMÁTICA refere-se a qualquer mudança do clima que ocorra ao longo do tempo em decorrência da variabilidade natural ou da atividade humana. Já para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, mudança do clima se refere a uma mudança que possa ser atribuída direta ou indiretamente à atividade humana e que altere a composição da atmosfera global, sendo adicional à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis de tempo.

A VULNERABILIDADE é o grau de susceptibilidade ou incapacidade de um sistema para lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, inclusive a variabilidade climática e os eventos extremos de tempo e clima. A vulnerabilidade é uma função do caráter, magnitude e ritmo da mudança climática e da variação a que um sistema está exposto, sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação.

O termo IMPACTOS refere-se aos efeitos das mudanças climáticas nos sistemas naturais e humanos. Dependendo do nível de adaptação, podem-se distinguir dois tipos de impactos:

- Impacto potencial: todos os impactos que podem ocorrer devido às mudanças projetadas, sem considerar a adaptação;
- Impacto residual: os impactos das mudanças climáticas que podem ocorrer após a adaptação.

Já a ADAPTAÇÃO refere-se ao ajustamento de sistemas naturais ou humanos, em resposta às mudanças climáticas reais ou esperadas, ou seus efeitos, o qual regula ou explora oportunidades benéficas. Alguns tipos de adaptação podem ser distinguidos:

- Adaptação antecipatória: é a adaptação que ocorre antes que os impactos das mudanças climáticas sejam observados. Também referida como adaptação proativa.
- Adaptação autônoma: trata-se da adaptação que não se constitui numa resposta consciente aos estímulos climáticos, mas é desencadeada por mudanças ecológicas nos sistemas naturais e por mudanças no mercado e no bem estar dos sistemas humanos. Também referida como adaptação espontânea.
- Adaptação planejada: refere-se à adaptação que é resultado de decisões e políticas deliberadas, baseadas na consciência de que ocorreram mudanças ou que essas mudanças podem vir a ocorrer e a ação é necessária para que o estado desejado das coisas retorne ou se mantenha.

A capacidade de adaptação é a capacidade de um sistema de se ajustar à mudança climática (inclusive à variabilidade climática e aos eventos extremos de tempo e clima), moderando possíveis danos, tirando vantagem das oportunidades ou lidando com as consequências.



Vulnerabilidades, potenciais impactos e possíveis medidas de adaptação no Brasil



2. Vulnerabilidades, potenciais impactos e possíveis medidas de adaptação no Brasil

Todas as regiões brasileiras são afetadas pelas variações presentes do clima, e serão ainda mais no futuro com os impactos das mudanças climáticas, conforme previsto pelo IPCC e por outros centros de pesquisa. No Brasil, esperam-se temperaturas mais altas e ocorrência de eventos extremos mais frequentes e intensos, como secas, enchentes, picos de temperatura, furacões. A elevação do nível do Oceano Atlântico afetará a zona costeira, em especial cidades baixas, principalmente aquelas beirando rios como o São Francisco, o Parnaíba e o Amazonas. Todos esses fenômenos poderão provocar impactos significativos na sociedade, na economia e nos ecossistemas.

Esses impactos serão tanto mais graves quanto mais vulneráveis forem as regiões específicas, as populações que nelas habitam e as atividades que aí exercem. E, quanto mais graves os impactos, maior a necessidade de medidas de adaptação. Esses são temas que estarão presentes, por muito tempo, nas agendas de políticas governamentais e da sociedade. Fica evidente que deverão ser implementadas medidas de mitigação e de adaptação para frear o aquecimento global e reduzir os efeitos de mudanças inevitáveis, em benefício das atuais e futuras gerações.

Por essas razões, torna-se necessário que seja aprofundado o nosso conhecimento sobre todo o ciclo das mudanças climáticas e suas consequências: cenários climáticos e eventos extremos, vulnerabilidade e impactos sociais, econômicos e ambientais, e estratégias de adaptação da sociedade a essas mudanças.

Nas páginas seguintes, serão traçados cenários dos diferentes temas aqui analisados – florestas, agropecuária, semiárido, biodiversidade, zonas costeiras, áreas urbanas, energia e recursos hídricos, e saúde – bem como sugeridas ações e estratégias específicas para a sua adaptação às mudanças climáticas.

Florestas

Os modelos climáticos do IPCC indicam que as regiões da América do Sul mais vulneráveis às mudanças climáticas, tanto na componente socioeconômica como em termos da biodiversidade, seriam a Amazônia e o Nordeste Brasileiro. O IPCC projeta, para meados deste século, e com alta confiança, que o aumento da temperatura e o associado decréscimo de disponibilidade de água no solo levarão à gradual substituição da floresta tropical por savana em parte da Amazônia (CGEE, 2008). É muito provável (probabilidade percentual maior que 90%) que distúrbios naturais, tais como fogo, insetos e doenças, sejam alterados pela mudança do clima, tanto na sua frequência quanto na intensidade, impactando as florestas e o setor florestal. Entretanto, é difícil estimar precisamente o impacto da mudança do clima nesses distúrbios.



O entendimento dos potenciais impactos da mudança do clima nos ecossistemas florestais é de particular importância para o Brasil, que detém cerca de 30% das florestas tropicais do mundo (FAO, 2005) e que conta com mais da metade de seu território coberto por formações florestais nativas, distribuídas em seus seis biomas, particularmente na Amazônia e no Cerrado.

A floresta primária na Amazônia Legal abrange uma área de aproximadamente 3,5 milhões de km² (incluindo o Cerradão, que é uma formação florestal do bioma Cerrado que, do ponto de vista fisionômico, é uma floresta, mas floristicamente se assemelha mais ao Cerrado). O Cerrado (parque de Cerrado, Cerrado stricto sensu, Campo Cerrado, entre outros) ocupa cerca de 2 milhões de km², distribuídos ao longo do Brasil Central (CGEE, 2008). Os outros biomas têm cobertura florestal menos expressiva. A Mata Atlântica, por exemplo, detém hoje menos de 7% da sua cobertura vegetal original.

Segundo Scholze et al. (2006), há o risco de perda de mais de 40% da floresta em algumas partes da Amazônia, para os cenários que apresentam uma anomalia de temperatura maior que 3°C. Por outro lado, se houver tendência ao aumento das precipitações, estas atuam para contrabalançar a redução das chuvas devida ao desmatamento e o resultado final seria mais favorável à manutenção dos ecossistemas e espécies. Estudos do Instituto de Pesquisas da Amazônia (Ipam) mostram que, em um quadro de aquecimento global e secas mais frequentes, as florestas da Região Amazônica perdem muita umidade, tornando-se muito mais vulneráveis às queimadas, há um aumento significativo da mortalidade de árvores, com consequente aumento das emissões de carbono para a atmosfera. As florestas fragmentadas são mais vulneráveis aos danos periódicos das secas provocadas pelo El Niño do que as florestas intactas. Entre os danos, registram-se alta taxa de mortalidade de árvores, mudanças na fenologia das plantas e outras mudanças ecológicas, especialmente nas bordas da floresta. Como exemplo, a seca provocada pelo evento El Niño no norte do país, no período 1997-1998, foi responsável pelo incêndio florestal de grande escala no Estado de Roraima, que afetou uma parcela significativa de sua floresta primária.

Porém, alguns tipos de florestas podem se beneficiar da mudança do clima, particularmente as que se encontram hoje afetadas por limitações de seus requisitos mínimos de temperatura e precipitação, ou por ganhos na sua produtividade líquida, como resultado da fertilização por CO₂ (embora a magnitude deste efeito permaneça ainda incerta para alguns tipos de sistemas).

Às mudanças climáticas que podem ter por origem o aquecimento global, há que se adicionar aquelas devidas às alterações da cobertura da vegetação. Há projeções de que os desmatamentos da floresta tropical amazônica levarão a um clima mais quente e seco na região (NOBRE ET AL., 1991, SAMPAIO ET AL., 2007, COSTA ET AL., 2007). Estudos indicam ainda que a perda de floresta da Amazônia pode mudar os níveis de precipitação em vastas áreas do território da América do Sul (MARENGO, 2006). A evapotranspiração na Amazônia alimenta as chuvas que passam pelos Andes e chegam ao Centro-Sul, Sudeste e Sul do Brasil. O desmatamento da floresta poderá reduzir, assim, a precipitação nessas regiões.



O Brasil é o 4º maior emissor de gases de efeito estufa do planeta, quando são levados em conta os gases lançados na atmosfera por causa das queimadas feitas para desmatar (MARENGO, 2006). Entretanto, as políticas florestais têm um potencial importante de mitigação da mudança do clima, incluindo reflorestamento e florestamento, atividades de manejo florestal, redução da taxa de desmatamento e uso de produtos e resíduos florestais na produção de bioenergia para substituição de combustíveis fósseis, entre outros.

A adaptação das espécies à mudança do clima pode ocorrer através da evolução ou migração para locais mais apropriados, sendo esta última, muito provavelmente, a resposta mais comum no passado (CGEE, 2008). Entre as práticas de uso da terra e manejo prováveis de manter a biodiversidade e as funções ecológicas das florestas durante a mudança do clima incluem-se, entre outros, a proteção das florestas primárias, a contenção da fragmentação e a representação dos tipos florestais ao longo de gradientes ambientais em reservas, a prática de exploração florestal de baixa intensidade, a manutenção de um banco genético diverso e a identificação e proteção de grupos funcionais e espécies relevantes.

Agropecuária

A agricultura é uma atividade amplamente dependente de fatores climáticos, cujas alterações podem afetar a produtividade e o manejo das culturas, com consequências sociais, econômicas e políticas (CGEE, 2008). O IPCC sinaliza uma grande probabilidade de ocorrer degradação de recursos naturais, como solo e água, devido a mudanças na temperatura e pluviosidade, com consequências negativas para a agricultura (2007a). Projeta também um decréscimo na produtividade de muitas culturas, mesmo quando considerados os efeitos diretos de concentrações dobradas de CO₂ e de implementação de medidas de adaptação moderadas no nível de fazenda. A mudança climática ainda pode induzir a perdas de matéria orgânica do solo, perturbando o balanço de entrada e saída de nutrientes, de modo a influenciar a produtividade dos sistemas agrícolas.

Há previsão de que a produção animal na América Latina, predominantemente caracterizada pelo sistema de pastagem, será negativamente afetada pela maior variabilidade da precipitação. Outro fator é o estresse ao calor que pode afetar a produção de leite, a reprodução de vacas leiteiras, a fertilidade de suínos, assim como a criação de frango.

Um exemplo no Brasil de impactos relacionados aos eventos de enchentes e de secas prolongadas ocorreu no Rio Grande do Sul, em anos recentes. Esses eventos estavam relacionados, respectivamente, aos fenômenos de El Niño (aquecimento das águas do Oceano Pacífico) e de La Niña (esfriamento das águas Oceano Pacífico) e resultaram em perdas de safra. Pela estatística disponível para as últimas duas décadas, a cada dez safras, quatro foram afetadas por eventos de seca. A precipitação pluvial ocorrida nos três meses de verão de 2004/2005 foi menor que 200mm em grande parte do Estado, a menor dos últimos 53 anos (BERLATO E CORDEIRO, 2005). Segundo os autores, a forte estiagem ocasionou uma quebra na safra de grãos, que no Brasil foi da ordem de 20 milhões de toneladas.



As quebras de safra afetam mais drasticamente as populações rurais mais pobres, que perdem escassos recursos investidos para seu sustento, e que em situações mais extremas são atingidas pela fome, tal como se observa durante os eventos de seca na Região Nordeste.

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima menciona que, segundo o estudo Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil, as mudanças do clima poderão afetar a “geografia da produção nacional” (CIM, 2008). Cenários de riscos ao zoneamento climático sugerem uma redução de área favorável ao cultivo de importantes culturas do país, sendo que possivelmente algumas culturas seriam prejudicadas em determinadas regiões e sob específicas condições climáticas. Porém falta maior validação dos resultados com experimentação de campo. Além disso, há incertezas sobre o efeito de “fertilização” de CO₂, que pode resultar em uma maior produtividade para as culturas.

Outro possível impacto é a intensificação de surtos de pragas e doenças em função de alterações graduais do clima (através de alteração de vetores invertebrados ou aumentando estresses de temperatura e água nas plantas) e de uma maior frequência de eventos de clima incomuns (tendência a tempo seco favorece insetos, vetores e viroses, enquanto tempo úmido favorece patógenos fúngicos e bacterianos) (ANDERSON et al, 2004).

O Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Agropecuária da Embrapa (EMBRAPA, 2008b) prevê que os impactos gerados pelas mudanças climáticas imporão novos comportamentos sociais em relação ao tema e que será maior a pressão para a conservação e o manejo racional dos recursos ambientais no processo produtivo, inclusive com normas ambientais mais rígidas.

A análise da vulnerabilidade dos sistemas de produção é, portanto, de fundamental importância para que estratégias de adaptação sejam adotadas. Uma das medidas de adaptação é o uso do zoneamento agroclimatológico como ferramenta para identificar as melhores áreas para cada tipo de cultura, permitindo maiores produtividades, como por exemplo, ocorreu com o cultivo de arroz de terras altas no Estado do Mato Grosso (CGEE, 2008). O melhoramento vegetal é chave na adaptação das culturas às condições de estresse. Porém, o manejo dos sistemas de produção – tais como a arborização para a produção de grãos e pastagens, o plantio direto e o incentivo de sistema de produção mista – pode contribuir de forma mais imediata para aliviar o problema.

Biodiversidade

O relatório do IPCC sobre a região da América do Sul e Caribe sinaliza a diminuição da diversidade de espécies de plantas e animais, com mudanças nas composições dos ecossistemas e na distribuição dos biomas. O futuro da distribuição de biomas na América do Sul poderá ser afetado pela combinação dos impactos da mudança climática e da mudança no uso da terra, que podem levar o sistema a savanização de partes da Amazônia e desertificação de parte do Semiárido Brasileiro (MMA, 2007).



Sistemas naturais podem ser especialmente vulneráveis às mudanças climáticas em função da capacidade limitada de adaptação, sendo que alguns destes sistemas podem sofrer danos significativos e irreversíveis (CGEE, 2008). Esperam-se rearranjos significativos dos biomas, com sérias consequências para a manutenção da mega-diversidade biológica dos biomas brasileiros, com o resultado muito provável de sensível empobrecimento biológico.

Populações de espécies ameaçadas terão um risco maior de extinção em função do sinergismo de pressões adversas, incluindo mudanças de uso da terra e fragmentação de habitats. A floresta Amazônica contém uma grande parte da biodiversidade do mundo, pois mais de 12% de todas as plantas com flores são aí encontradas (GENTRY, 1982). Sendo assim, ameaças à existência da floresta indicam sérias ameaças a sua biodiversidade.

As áreas costeiras de mangue, localizadas em zonas litorâneas baixas, serão muito vulneráveis ao aumento do nível do mar, ao aumento de temperatura, bem como a tempestades e furacões mais frequentes e mais intensos.

As projeções do impacto de mudanças climáticas na biodiversidade brasileira se baseiam em poucos estudos de caso que utilizam um número pequeno de dados associados a biomas selecionados. Há, por exemplo, um estudo de caso do impacto de mudanças climáticas sobre espécies arbóreas do Cerrado brasileiro que indica uma perda significativa de biodiversidade em função do aumento médio de temperatura de 2 °C num período de 50 anos (SIQUEIRA E PETERSON, 2003).

O estudo Mudanças Climáticas e Possíveis Alterações nos Biomas da Mata Atlântica apontou que a mudança climática pode causar, em partes do Estado do Rio de Janeiro, uma ampliação da área da floresta estacional sobre área de floresta ombrófila (regiões norte e litorânea dos lagos). Na Região Centro-Sul e na região do Médio Paraíba é possível observar uma mudança de floresta ombrófila para floresta estacional, o que significa modificações sazonais do clima do futuro para essas regiões (NOBRE et al, 2008). Outro estudo sobre espécies arbóreas da Mata Atlântica (Colombo, 2007) mostra uma redução de área para todas as 38 espécies analisadas, em média, de 25% (cenário mais otimista) e de 50% (cenário mais pessimista) com o deslocamento para o sul, em relação à distribuição atual dessas espécies.

Hulme e Sheard (1999) afirmam que qualquer aumento significativo da vazão no Pantanal, resultante de alterações climáticas ou do desmatamento, irá afetar negativamente a capacidade de retenção e controle desta grande área alagada, comprometendo o habitat de uma grande variedade de vida selvagem.

Alguns resultados do Probio (SALATI, 2006) apontam aridização no Semiárido em cenários de altas emissões. Isso teria consequências negativas na Caatinga, que é um dos biomas mais ameaçados do Brasil.

Sem adaptação, algumas das espécies definidas como “criticamente ameaçadas” poderão se extinguir nas próximas décadas, e as espécies classificadas como “ameaçadas ou vulneráveis” poderão se



tornar mais raras ao longo deste século (CGEE, 2008). Possíveis métodos de adaptação para reduzir perda de espécies incluem o estabelecimento de refúgios, parques e reservas com corredores ecológicos para permitir a migração de espécies, associados a medidas de estímulo à criação em cativeiro, estabelecimento de bancos de embriões e germoplasma, e medidas de translocação de espécies. Porém essas opções exigem altos investimentos.

Semiárido

O Nordeste brasileiro ocupa 1.600.000 km² do território nacional e tem incrustado em 62% da sua área o Polígono das Secas, uma região semiárida de 940 mil km², que abrange nove Estados do Nordeste e enfrenta um problema crônico de falta de água e chuva abaixo de 800 mm por ano (CGEE, 2008). No semiárido, espalhado por 86% do território nordestino, vivem mais de 20 milhões de pessoas, mais de 10% da população nacional, sendo a região seca mais densamente populada do mundo. O semiárido é uma região heterogênea, sendo composto de muitos semiáridos, que também incluem microclimas com remanescentes de Mata Atlântica. Essas regiões se encontram ameaçadas pela pressão antrópica, com crescente degradação ambiental.

As chuvas do semiárido da Região Nordeste apresentam enorme variabilidade espacial e temporal. Anos de secas e chuvas abundantes se alternam de formas erráticas, e grandes foram as secas de 1710-11, 1723-27, 1736-57, 1744-45, 1777-78, 1808-09, 1824-25, 1835-37, 1844-45, 1877-79, 1982-83, 1997-98, e as chuvas intensas de 1924, 1974, 2004 e 2009.

As projeções de clima futuro, liberadas pelo Quarto Relatório do IPCC AR4 (IPCC, 2007 a, b) e pelo Relatório de Clima do Inpe (MARENGO ET AL., 2007 A E B; AMBRIZZI et al., 2007) têm mostrado cenários de secas e eventos extremos de chuvas em grandes áreas do planeta e do Brasil, respectivamente. O semiárido é considerado a região mais vulnerável do Brasil a possível mudança do clima, já que a disponibilidade hídrica per capita em grande parte da área já é insuficiente, há crescente processo de degradação e desertificação e mais de 50% da população vivem em condição de pobreza.

Segundo o relatório do Inpe, no cenário pessimista – baseando-se no modelo regional dessa instituição – as temperaturas aumentariam de 2 °C a 4 °C e as chuvas se reduziriam entre 15 e 20% (2-4 mm/dia) no Nordeste, até o final do século 21. No cenário otimista, o aquecimento seria entre 1 e 3°C e a chuva ficaria entre 10 e 15% (1-2 mm/dia) menor. O desmatamento da Amazônia poderia ainda gerar efeitos adversos no semiárido, tornando-o mais seco.

A combinação das alterações do clima – na forma de falta de chuva ou pouca chuva acompanhada de altas temperaturas e altas taxas de evaporação – com a competição por recursos hídricos, pode levar a uma séria crise. A população mais pobre e os agricultores de subsistência seriam mais fortemente afetados (CGEE, 2008).

Com a possível consequência de um semiárido mais árido e com maior frequência de secas e precipitações intensas ou excessivas, os impactos poderão ser muito negativos na economia e na sociedade. A base de sustentação para as atividades humanas – como agropecuária, mineração, indústria,



hidroenergia e turismo – diminuiria, sendo provável que aumentasse o deslocamento da população para as cidades ou para as áreas onde fosse possível desenvolver agricultura irrigada. No que concerne aos impactos sobre a biodiversidade, partes da caatinga poderiam dar lugar a uma vegetação mais típica de zonas áridas, afetando as condições para sobrevivência de algumas espécies.

Em novembro de 2007, a represa de Sobradinho chegou a apenas 15% de seu volume preenchido. Na Paraíba, 158 municípios estavam em estado de emergência motivado por essa seca. Essa situação poderá ocorrer com mais frequência, já que, segundo o Atlas de Água do Nordeste (ANA, 2006), mais de 70% das cidades com população acima de cinco mil habitantes enfrentarão crises no abastecimento de água para consumo humano até 2025, independentemente da obra de integração da bacia do Rio São Francisco às bacias setentrionais do Nordeste. Problemas de abastecimento poderão atingir grande parte da população da Região Nordeste.

A Região apresenta baixos indicadores sociais e de saúde (IDH). De fato, entre os dez menores índices de IDH do país, oito são de Estados do Nordeste (CGEE, 2008). Acrescentando-se a isso o clima semiárido, a vulnerabilidade da população aumenta. A Região também apresenta as maiores taxas de mortalidade infantil e a menor expectativa de vida no Brasil. Esse quadro pode se agravar com o aumento de temperatura. Impactos sobre a saúde podem crescer com a intensificação de chuvas. Como exemplo, no primeiro semestre de 2009, chuvas intensas prejudicaram 664 mil pessoas em seis Estados no Nordeste e Norte do Brasil.

É necessária uma ação coordenada para enfrentar a possível mudança de clima no semiárido. Algumas iniciativas implementadas incluem o Sistema Brasileiro de Alerta Precoce de Secas e Desertificação (Inpe, MMA) e o Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil). Foi ainda instalada, em novembro de 2008, durante o 2º Seminário sobre Mudanças Climáticas e o Nordeste, a “Comissão Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas”. Na ocasião, foi adotada a “Carta de Fortaleza” com recomendações de atividades de mitigação e adaptação no contexto dos planos de desenvolvimento regional.

O Nordeste Semiárido conta com uma longa história de políticas de adaptação à variabilidade climática, em especial às secas. Trata-se de uma rica experiência, da qual muitas lições podem ser extraídas. Essa experiência envolveu a criação e desenvolvimento de instituições, a construção de infraestrutura hídrica e de transportes, a realização de ações emergenciais em épocas de secas, a pesquisa e extensão rural na agricultura, e a redução da participação na economia com relação a atividades dependentes de chuvas, como a agricultura de sequeiro.

Na década de 1960, o setor agrícola respondia por cerca de 30% do PIB do Nordeste. Essa relação atualmente está em torno de 7%. No entanto, as pessoas dependentes das atividades agrícolas ainda representam cerca de 30% da força de trabalho da Região, ou seja, grande parte da força de trabalho permanece com baixíssima produtividade, o que explica o quadro de pobreza rural do Nordeste.

Como exemplos de adaptação, citam-se a criação de empregos emergenciais em épocas de secas (em 1983, foram criados três milhões de empregos em “frentes de trabalho”), a acumulação de água



em açudes e cisternas, a irrigação tanto pública como privada, o gerenciamento dos recursos hídricos, a revitalização de bacias hidrográficas, inclusive de microbacias, o desenvolvimento de atividades menos dependentes dos recursos de clima.

Para enfrentar os desafios no semiárido, fazem-se necessários estudos de vulnerabilidade a eventos climáticos, mudanças dos usos da terra, aumento populacional e conflito de uso de recursos naturais (CGEE, 2008). Os esforços devem se dirigir para ajudar a planejar e implementar ações que levem ao desenvolvimento sustentável da Região, fortalecendo a capacidade de adaptação da sociedade, da economia e do meio ambiente e contribuindo, ao mesmo tempo, com as iniciativas de mitigação voltadas para reduzir as causas das mudanças climáticas.

São ainda necessárias políticas ambientais de longo prazo, assim como programas de educação ambiental. Deve-se melhorar o conhecimento sobre o ecossistema da Caatinga. Recomenda-se a elaboração de um mapa de riscos e vulnerabilidade do semiárido às mudanças climáticas, integrando as diferentes vulnerabilidades setoriais e suas causas, como um guia para orientar o planejamento de estratégias de adaptação.

Porém, assim como o semiárido é vulnerável às mudanças de clima, é também uma região com potencialidades, que precisam ser mais bem conhecidas e incorporadas aos planos de adaptação e de desenvolvimento regional sustentável.

Energia e recursos hídricos

Segundo o IPCC (2007 a, b), os efeitos da evolução do clima sobre a vazão dos cursos de água e recarga dos aquíferos variam de acordo com as regiões e os cenários climáticos idealizados, principalmente em função das variações nas precipitações projetadas. Nas projeções realizadas até o momento, os resultados para a América do Sul não apresentam coerência na projeção das vazões, em primeiro lugar, por causa das diferentes projeções de precipitação, e em segundo lugar, em função das diferentes projeções relativas à evaporação, que podem contrabalançar o aumento das precipitações.

O Brasil dispõe da maior reserva hídrica superficial do planeta, cerca de 19,4%, e de um dos maiores potenciais hidráulicos. Contudo, há disparidade entre a disponibilidade hídrica e a localização das demandas consuntivas e não consuntivas de água (FREITAS, 2003). De fato, algo em torno de 90% das águas encontram-se nas bacias hidrográficas do rio Amazonas e do rio Tocantins sendo de baixa densidade demográfica, enquanto cerca de 90% da população convivem com os restantes 10% dos recursos hídricos.

Devido à grande participação das usinas hidrelétricas no Sistema Elétrico Brasileiro, a geração de energia elétrica no país é fortemente dependente dos regimes hidrológicos das bacias hidrográficas (CGEE, 2008). Como existe um desequilíbrio regional na disponibilidade da água – que pode ser observado por meio das secas recorrentes na Região Nordeste, da degradação de rios e solos na Região Sudeste, dos riscos socioambientais de cada região e da rápida elevação da demanda por água e energia em todo o território nacional – novos e antigos empreendimentos hidrelétricos estão, em maior



ou menor grau, vulneráveis às mudanças climáticas. Tem-se, como exemplo, a crise de 2001/2002 que afetou o fornecimento e distribuição de energia elétrica, resultando em interrupções e racionamento de energia.

A Bacia do Rio São Francisco é caracterizada principalmente pelo atendimento às demandas de uso consuntivo, como irrigação para produção de alimentos, abastecimento de água para fins de consumo humano e para diluição de poluentes provenientes de esgotos urbanos e industriais. Sendo assim, com uma possível alteração do regime hídrico, os conflitos pelo uso de água podem aumentar.

A Bacia do Paraná é de vital importância para o sistema elétrico brasileiro, com mais de 50% da capacidade instalada em operação no país. Destaque para a Usina Hidrelétrica de Itaipu com seus 14.000 MW de potência instalada. Todavia, essa bacia também é a maior em densidade populacional, o que leva a diversos conflitos de uso do solo e da água, sejam urbanos ou rurais, que podem prejudicar o aproveitamento futuro do potencial hidráulico e, sobretudo, trazer limitações à geração de energia elétrica em usinas em operação. Em relação às mudanças climáticas, a Bacia do Rio Paraná tem sido caracterizada principalmente pelo risco de enchentes, com maior frequência nos anos de aquecimento anômalo do Oceano Pacífico, ou seja, de ocorrência do fenômeno El Niño. A cascata de hidrelétricas da Bacia tem sido usada na regulação da disponibilidade hídrica e na gestão dos eventos extremos de cheias.

A Bacia Amazônica continental é a maior bacia hidrográfica do globo, com uma superfície de aproximadamente 6.100.000 km² e uma enorme importância na dinâmica climática e no ciclo hidrológico do planeta. A bacia representa aproximadamente 16% do estoque de água superficial doce e, conseqüentemente, tem uma importante contribuição no regime de chuvas e evapotranspiração da América do Sul e do mundo.

Mudanças regionais têm provocado alterações no clima e na hidrologia da região amazônica, notadamente, as transformações no uso do solo com a conversão de mais de 700.000 km² de florestas tropicais em pastagens. A mudança global de temperatura pode levar a várias outras alterações do meio ambiente, entre elas a intensificação do ciclo hidrológico global, o que provocará impactos sobre os recursos hídricos em nível regional.

Grandes extensões da Amazônia receberam chuvas abaixo da média desde setembro de 1997. Essa ocorrência teve repercussões adversas na geração de energia hidrelétrica com a redução dos níveis dos reservatórios e o aumento da demanda por energia termelétrica (MARENGO, 2006). Porém, o impacto da variabilidade climática sobre a hidrologia no conjunto da Bacia Amazônica é ainda pouco conhecido.

O estudo Mudanças climáticas e Segurança Energética no Brasil (COPPE, 2008) investigou – a partir dos cenários do IPCC, das projeções do Plano Nacional de Energia 2030, dos dados de vazão do Operador Nacional do Sistema (ONS) e da Agência Nacional de Águas (ANA) – as possíveis vulnerabilidades do setor de energia aos efeitos da mudança climática. Segundo as estimativas, a mudança do clima pode resultar em uma queda média de 8,6% a 10,8% na vazão anual média, isto é, a quantidade média anual de água que aflui para as usinas.



O Nordeste será a região mais afetada, tanto na produção de energia hidrelétrica, em virtude de possível redução de vazão na Bacia do Rio São Francisco, como na produção de energia de fontes alternativas, como biodiesel e o vento (energia eólica). Algumas culturas de oleaginosas, como a mamona e a soja, poderão ser afetadas (na ausência de adaptação) com as elevações de temperatura e com as secas previstas para a Região, e as menores velocidades de vento poderão causar redução no potencial eólico.

Como possíveis medidas de adaptação à mudança global do clima identificam-se, entre outras: promover a gestão múltipla e integrada dos reservatórios; integrar os planos de recursos hídricos com o planejamento e operação de geração hidrelétrica (e demais usos da água); promover a utilização racional e integrada dos recursos hídricos; promover a implementação do sistema de gerenciamento e dos instrumentos previstos na Política Nacional de Recursos hídricos; desenvolver novos arranjos institucionais e regulatórios para a geração de energia hidráulica; aumentar o uso racional e a eficiência energética; expandir a oferta de eletricidade por meio do uso de combustíveis alternativos, como resíduos sólidos urbanos, bagaço de cana, energia eólica, energia solar e energia das marés; promover a gestão da demanda e o aumento da oferta de biocombustíveis, sobretudo do biodiesel.

Zonas costeiras

O relatório do IPCC (IPCC, 2007b) prevê, tendo por base os diferentes cenários de emissão de gases de efeito estufa, que a combinação da expansão térmica das águas com o derretimento das geleiras localizadas nos continentes resultariam num aumento do nível médio do mar entre 18 cm e 59 cm entre 2090-2099, relativa a 1980-1990.

Mudanças climáticas e o aumento do nível do mar poderão ampliar a erosão de áreas costeiras, o risco de branqueamento e mortalidade de corais e os impactos negativos sobre manguezais e áreas úmidas costeiras. Na América Latina, o aumento do nível do mar elevaria o risco de inundação de áreas de cotas mais baixas, afetando sobretudo os deltas dos rios e as áreas urbanas costeiras.

O litoral do Brasil se estende da região equatorial do Hemisfério Norte às latitudes subtropicais do Hemisfério Sul, ao longo de mais ou menos 8.000 km banhados pelo Oceano Atlântico ocidental. Nos municípios banhados pelo mar e às margens de estuários, habitam aproximadamente 20% da população brasileira, concentrada principalmente na vizinhança das capitais de Estados (CGEE, 2008). Portos, exploração de recursos minerais, turismo, aqüicultura e áreas de conservação ou de proteção ambiental, além de moradias, são as principais atividades econômicas ou tipos de ocupação da zona costeira.

Nos últimos 50 anos foi observada uma tendência de aumento do nível do mar na costa brasileira, da ordem de 4 mm/ano (MESQUITA, 2005). No Brasil, as áreas geomorfologicamente mais suscetíveis à erosão estão na Região Nordeste, em parte pela falta de rios capazes de abastecer o mar com sedimentos (MARENGO, 2006), mas também pela retenção das areias marinhas nos campos de du-



nas e a pequena declividade da plataforma continental que amplifica o ajustamento da costa a uma elevação do nível do mar.

O esgotamento generalizado das fontes de sedimento da plataforma continental interna, juntamente com outros fatores – como alteração natural ou induzida no balanço de sedimentos – tem provocado erosão de variados graus de intensidade, em toda a costa brasileira (MMA 2006). Em Pernambuco, um dos Estados mais afetados, cerca de seis em cada dez praias dos 187 km de costa cedem terreno para o mar. Em Recife, por exemplo, a linha costeira retrocedeu 80m entre 1915 e 1950 e mais de 25m entre 1985 e 1995 (MUEHE e NEVES, 2005).

As costas do Sul e Sudeste do Brasil estão sujeitas a ciclones extratropicais, que numa situação única atingiu força de furacão, o Catarina, que atingiu a costa catarinense em fevereiro de 2004 (CGEE, 2008). Na medida em que a circulação atmosférica afeta a precipitação, o balanço hídrico das regiões costeiras será muito sensível a variações climáticas (incluindo os rios e as lagunas, bem como as restingas e as dunas, onde fica armazenada água da chuva, e os manguezais). Por ser área de grande valor econômico e de atração populacional, aparece uma pressão maior sobre o uso de recursos hídricos, seja como fontes de água doce, seja como áreas de despejo de resíduos.

Outros fatores poderão aumentar a vulnerabilidade, tais como a ocupação territorial desordenada, a exploração indiscriminada de jazidas de areia nos estuários e braços de mar, a construção de obras de proteção costeira sem critérios técnicos de engenharia, que muitas vezes tem desencadeado processos erosivos rápidos (por exemplo, Fortaleza (CE), Olinda (PE), Conceição da Barra (ES), Matinhos (PR)).

Os impactos previstos na zona costeira em consequência de mudanças climáticas, excluindo aqueles que seriam comuns às áreas continentais (agricultura, clima etc.), poderão ser os seguintes (CGEE, 2008):

- Erosão costeira;
- Danos a obras de proteção costeira;
- Prejuízos estruturais ou operacionais a portos e terminais;
- Danos a obras de urbanização de cidades litorâneas;
- Danos estruturais ou prejuízos operacionais a obras de saneamento;
- Exposição de dutos enterrados ou danos estruturais a dutos expostos;
- Intrusão salina em estuários e aquíferos;
- Alteração da área de ocupação dos manguezais;
- Danos a recifes de coral.

Além desses efeitos, devem ser consideradas as mudanças climáticas associadas à interação oceano-atmosfera e suas possíveis consequências sobre as diversas formas de ocupação da zona costeira e da Zona Econômica Exclusiva, inclusive as atividades de exploração mineral na plataforma e talude continentais, e sobre as rotas de navegação no Atlântico Sul, em face da intensidade e frequência de tempestades.



No momento, a resposta mais recomendável aos efeitos das mudanças climáticas é o estabelecimento de uma estratégia de ações para o Gerenciamento Costeiro Integrado, que inclui (CGEE, 2008):

- A condução de monitoramento ambiental permanente (longo prazo);
- A proposição de ordenamentos municipais para ocupação urbana;
- A efetivação de políticas estaduais de gerenciamento costeiro;
- O disciplinamento do uso dos solos;
- O direcionamento de esforços da ação federal: legislação, educação, monitoramento, sistema de alerta precoce?
- O planejamento prévio e a priorização de estudos para as formas clássicas de respostas (recuo, acomodação e proteção).

Áreas urbanas

De acordo com o IPCC, está prevista uma maior frequência de ondas de calor em áreas urbanas, de maior intensidade e duração, com possíveis impactos sobre a saúde, principalmente para idosos e crianças até cinco anos de idade. Além disso, pode-se prever uma deterioração da qualidade do ar e o aumento de áreas de risco, em especial nas cidades tropicais, que devem ser cada vez mais sujeitas às chuvas intensas que podem provocar escorregamentos de encostas e alagamentos.

A concentração populacional brasileira se distribui nas metrópoles e em cidades grandes e médias. A urbanização do Brasil é um fenômeno recente se comparado ao que ocorreu em países centrais (CGEE, 2008). A especulação imobiliária, assim como a urbanização desordenada e o êxodo rural são alguns dos aspectos que geraram áreas com elevada concentração de população de baixa renda, a qual acabou tendo como opção viver em situações de risco, como fundos de vale, várzeas de corpos d'água e encostas íngremes, ou em cortiços e imóveis degradados pela falta de manutenção. Cada uma dessas situações expõe seus habitantes aos perigos das crises provocadas por eventos climáticos adversos.

O aumento da temperatura em cidades brasileiras pode se dar por fatores naturais, como os aquecimentos do Atlântico Sul, observados desde 1950 (MARENGO, 2006), ou devido a fatores antrópicos (ex: ilha de calor, o efeito de verticalização e o uso intenso do automóvel nas grandes cidades), ou a uma combinação dos dois. As maiores taxas de aquecimento podem ser detectadas nas metrópoles do Sudeste do Brasil (São Paulo e Rio de Janeiro), mas ele também é perceptível em cidades como Manaus, Cuiabá, Campinas e Pelotas. A “ilha de calor” – frequentemente encontrada em metrópoles e grandes cidades – resulta em um aumento do uso de energia para resfriar edifícios, e também no agravamento do quadro de saúde de hipertensos, o que pode aumentar o número de mortes. O aumento de temperatura global poderá ter impactos sobre a saúde, principalmente nas grandes cidades.

Outra possível consequência das mudanças climáticas será a maior frequência de chuvas de elevada intensidade. Eventos extremos resultam em transtornos locais muito intensos, como alagamentos de vias, congestionamentos, degradação de edifícios históricos, perda de moradia de população de baixa renda, prejuízos materiais e até mortes, em geral de moradores de áreas de risco (CGEE, 2008). Em todo o litoral leste do Nordeste, na zona da mata (desde parte do Rio Grande do Norte, como também em



Recife e Olinda, até ao Recôncavo baiano), eventos de chuvas fortes trazidas por ondas de leste, decerto se acompanham de vagas poderosas que, impulsionadas pelo vento, são capazes de provocar estragos e até danos maiores em edificações e estruturas viárias à beira-mar (XAVIER et al., 2008).

Deslizamentos de terra em encostas e inundações provocadas por tempestades severas são dois tipos de desastres naturais responsáveis por grande número de vítimas no país, principalmente nas regiões metropolitanas do Rio de Janeiro, Recife, Salvador e Belo Horizonte, e nas Serras do Mar e da Mantiqueira.

Algumas cidades do país já estão tomando medidas para mitigar e se adaptar às mudanças climáticas, como no caso do Rio de Janeiro, onde sistemas de alerta para ressacas e riscos de deslizamentos já foram desenvolvidos (CIM, 2008). São Paulo também já implementou seu Plano de Mudanças Climáticas, que deve ajudar na mitigação e adaptação. No nível estadual, também foi aprovado o Plano Estadual sobre Mudanças Climáticas de São Paulo. As cidades de São Paulo e Curitiba são afiliadas ao C40, que formam o grupo de grandes cidades mundiais compromissadas a combater as mudanças climáticas. As cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Belo Horizonte e Brasília assinaram uma declaração para a implementação de políticas no combate às Mudanças Climáticas, na 4ª Cúpula para Líderes Mundiais, em Montreal, no ano de 2005.

A atmosfera terrestre tem sido constantemente contaminada por substâncias tóxicas emitidas por indústrias, automóveis, termoeletricas e outras fontes. Esse impacto é mais evidente nos grandes centros urbanos, como, por exemplo, na cidade de São Paulo, onde a poluição atmosférica é tratada como um problema de saúde pública (SALDIVA, 1992). A poluição do ar gera um aumento de interações – principalmente de pessoas com problemas respiratórios e portadores de moléstias cardíacas – óbitos neonatais, problemas hematológicos, oftalmológicos, neurológicos e dermatológicos (COELHO-ZANOTTI, 2007). Isso ocorre principalmente em períodos de estiagem, em especial no inverno, nas cidades das Regiões Sudeste e Sul, quando se verifica com maior frequência a chamada inversão térmica.

A elevação do nível do mar poderá levar ao abandono de edifícios localizados em áreas urbanas baixas e ao deslocamento de população que vive junto à costa e de centros de serviços instalados junto às praias (CGEE, 2008). Outra dificuldade em cidades costeiras será o destino do esgoto, que é coletado e transportado ao mar através de emissários submarinos sem qualquer tratamento prévio. Os cálculos de vazão desse material foram realizados para níveis do mar mais baixo que os projetados pelas mudanças climáticas.

O aquecimento global ainda poderá resultar em uma incidência de maior frequência de pragas urbanas. Temperaturas mais elevadas propiciarão a ocorrência em maior escala de insetos como cupins e pernilongos, entre outros, que afetam a qualidade de vida dos habitantes.

Do lado dos combustíveis, é necessário desestimular o consumo de combustíveis fósseis, principalmente no setor de transportes (COPPE, 2008). Como o uso de biocombustíveis está ligado ao de combustíveis fósseis, medidas para reduzir o consumo de uns podem significar também redução do consumo dos outros. Por causa da frota de automóveis e caminhões, o setor de transportes é res-



ponsável por todo o consumo energético final do álcool anidro e hidratado e por mais de 80% do consumo energético final do óleo diesel. Uma redução do combustível pelo transporte reduzirá a emissão de gases de efeito estufa e diminuirá a pressão sobre o uso de fontes renováveis.

Entre as medidas de adaptação à mudança do clima podem-se destacar: oferecimento de alternativas para moradia da população de baixa renda em áreas de risco; implementação de medidas para atenuar a elevação da temperatura (arborização de cidades, adequação de edifícios às condições tropicais); reformulação do sistema viário e de coleta de esgotos, em especial nas cidades litorâneas; obtenção de conhecimento e alternativas técnicas para mitigar e adaptar a população e as cidades às mudanças climáticas; e regulamentação das construções, por meio do Código de Obras e do Plano Diretor, adaptando-se aos efeitos das mudanças do clima.

Saúde humana

Como efeitos futuros, o comitê de saúde do IPCC reconheceu os seguintes possíveis impactos:

- Alterações na distribuição espacial e intensidade da transmissão de doenças infecciosas endêmicas, especialmente aquelas transmitidas por vetores, tais como a malária, a dengue, as leishmanioses, a febre do Oeste do Nilo, etc.;
- Risco aumentado de diarreia, especialmente em crianças, em função da piora no acesso a água de boa qualidade, principalmente nas regiões tropicais secas;
- Agravamento no estado nutricional de crianças, com prejuízo para seu desenvolvimento, em áreas já afetadas por insegurança alimentar e que venham a sofrer com períodos prolongados de seca (países em desenvolvimento);
- Aumento no risco de doenças cardiorrespiratórias por causa do aumento na concentração de poluentes da troposfera (especialmente o ozônio), influenciados pela temperatura aumentada;
- Incremento no risco de agravos em grupos populacionais considerados como mais vulneráveis, tais como: crianças e idosos, populações indígenas e comunidades tradicionais, comunidades pobres de zonas urbanas, populações costeiras e populações que dependem diretamente dos recursos naturais afetados pela variação climática.

O Brasil, pela sua localização geográfica e tamanho continental, pode ser alvo de variações climáticas importantes, que provocam impactos socioambientais que, por sua vez, favorecem o aumento de doenças infecciosas endêmicas sensíveis ao clima, tais como a malária, o dengue, o cólera, as leishmanioses e a leptospirose, entre outras (MCT, 2007). Os mecanismos de ação das variáveis climáticas podem ser diretos, tal como a persistência de umidade e temperaturas favoráveis ao desenvolvimento e dispersão de agentes infecciosos e vetores, e indiretos, como os processos de migração da população humana desencadeados pela seca (refugiados ambientais), provocando a redistribuição espacial das endemias e o aumento da vulnerabilidade social das comunidades.

Como exemplo, têm ocorrido surtos importantes de Leptospirose no Rio de Janeiro. Foram relatados 4.643 casos no período 1975-2006, tendo ocorrido em 1996 uma grande epidemia na baixada



de Jacarepaguá com 1.797 casos confirmados (CONFALONIERI e MARINHO, 2007). Essa foi uma das maiores epidemias dessa doença de que se tem notícia em todo o mundo. Problemas similares são encontrados em outras grandes cidades do país, como resultado de precária infraestrutura de saneamento e do uso inadequado do solo urbano. As doenças infecciosas endêmicas de maior relevância no Brasil, com relação à mudança climática, são a malária e a febre da dengue, podendo tanto aumentar como diminuir a sua incidência a nível regional. A maior importância desses agravos está relacionada principalmente a sua alta incidência e dificuldade de controle, além da conhecida sensibilidade aos fatores climáticos.

Os Estados da Região Nordeste são os mais vulneráveis aos impactos do clima na saúde (MCT, 2007), entre quais se identificam: a escassez hídrica, capaz de afetar o quadro epidemiológico das doenças ligadas à má higiene (por exemplo, diarreias infecciosas infantis), bem como agravar situações de insegurança alimentar que geram desnutrição. O desencadeamento de fluxos migratórios – geralmente no sentido rural-urbano – poderá redistribuir espacialmente tanto doenças crônicas, como infecciosas, tais como o dengue, o calazar, a esquistossomose e a doença de Chagas (CONFALONIERI et al, 2008).

Na Amazônia, outra região vulnerável, os plausíveis impactos de uma redução de chuvas e aumento de temperatura estão relacionados a quatro aspectos principais (CGEE, 2008): piora na situação de acesso à água de boa qualidade; redução na abundância de itens de subsistência extrativista (como o pescado); aumento da inalação de partículas em fumaça de incêndios florestais; alterações nos ciclos das doenças transmissíveis endêmicas (malária, leishmanioses etc.).

A dimensão dos esperados impactos ambientais e na saúde pode ser ilustrada tomando-se como exemplo o episódio de seca na Amazônia central brasileira, ocorrida no ano de 2005. Pequenas comunidades ribeirinhas ficaram isoladas, sem água suficiente e sem possibilidade de pesca em função da secagem de igarapés de acesso (BANCO MUNDIAL, 2005).

As populações urbanas, principalmente daquelas marginalizadas, são vulneráveis a três riscos principais: deslizamentos de encostas habitadas, durante episódios de chuvas fortes; risco de epidemias de leptospirose, em áreas alagáveis mal servidas por coletas de lixo, durante inundações; e exposição a poluentes atmosféricos, como o ozônio, cujas concentrações podem aumentar por efeito de temperaturas mais elevadas (CGEE, 2008).

Especial atenção deve ser dada às regiões metropolitanas do litoral que, historicamente, têm apresentado a maior carga de morbi-mortalidade, em função das suas características sociais, demográficas e geográficas (MCT, 2007). Os impactos costeiros resultantes do aumento do nível médio do mar decorrerão principalmente da salinização do solo, com perda de áreas cultiváveis e deterioração de reservatórios de água potável. Pode haver também, devido à erosão, danos à infra-estrutura de saneamento, eletricidade, etc. Os possíveis efeitos na saúde seriam, portanto, indiretos.

Estima-se que, com uma maior ocorrência de eventos extremos de chuva nas Regiões Sul e Sudeste, a situação de maior risco resultaria da exposição a tempestades e inundações. Na cidade do Rio



de Janeiro, por exemplo, foram registradas pelo menos 527 vítimas fatais de acidentes causados por chuvas e inundações entre 1966-1996.

Considerando-se o conjunto atual de evidências, pode-se afirmar que as seguintes medidas gerais de adaptação seriam recomendáveis para o setor saúde (CGEE, 2008):

- Aperfeiçoamento dos programas de controle daquelas doenças infecciosas de ampla dispersão no país com altos níveis de endemicidade e sensíveis ao clima, especialmente a malária e a dengue;
- Redução dos condicionantes gerais da vulnerabilidade social da população sob risco de sofrerem agravos à saúde (doenças infecciosas e acidentes, principalmente), por meio de políticas econômicas, educacionais e de habitação;
- Criação de sistemas de alerta precoce, conjugando-se a previsão de eventos climáticos extremos com mapas de vulnerabilidade e planos de contingência que incluam também envolvam assistência de saúde.



Principais iniciativas e políticas de CT&I relativas à VIA



3. Principais iniciativas e políticas de CT&I relativas à VIA

Com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre mudanças climáticas, suas vulnerabilidades, seus potenciais impactos e possíveis respostas da sociedade para adaptação a mudanças climáticas inevitáveis, são indicadas, a seguir, as principais áreas que mereceriam ser mais apoiadas por meio da política de ciência, tecnologia e inovação.

Essas áreas foram identificadas a partir dos estudos realizados pelo CGEE e publicados na Revista Parcerias Estratégicas nº 27, de dezembro de 2008, assim como na série de cinco oficinas temáticas de trabalho, com especialistas atuantes nas respectivas áreas, durante o primeiro semestre de 2009.

Reconhece-se que seja preciso aprofundar o conhecimento sobre as seguintes áreas gerais:

a) Clima e mudanças climáticas

Embora tenha evoluído muito o conhecimento nessa área, as projeções climáticas globais ainda são imprecisas, sobretudo em relação a temas como o volume de precipitações em cada região. O Brasil deve continuar investindo na ciência do clima, melhorando a base de informação e incorporando novas tecnologias e modelos locais para permitir a geração de cenários mais confiáveis sobre o clima futuro. Os eventos provocados pelas variações climáticas têm acontecidos ao longo da história e continuam acontecendo atualmente. Eles poderão tornar-se mais agudos no futuro, com as mudanças climáticas;

b) Vulnerabilidade econômica, social e ambiental

Em princípio, todas as regiões e agentes econômicos e sociais apresentam algum tipo de vulnerabilidade a mudanças climáticas e eventos extremos. Precisamos aprofundar o conhecimento dessas vulnerabilidades, inclusive do ponto de vista conceitual, uma vez que se trata de assunto relativamente novo na literatura especializada. A vulnerabilidade representa o grau de susceptibilidade de uma região, de um grupo, de uma atividade ou de um recurso natural a eventos de origem climática, tais como secas, cheias, picos de temperatura, elevação do nível do mar e furacões. O conhecimento das vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais é de grande importância para melhorar a qualidade das políticas de adaptação da sociedade e do governo a tais eventos;

c) Impactos sociais, econômicos e ambientais

Precisamos melhorar o conhecimento sobre como os impactos de variabilidade e de mudanças climáticas acontecem e quais as suas consequências, em termos de prejuízos materiais, vidas humanas



e outros. Precisamos ter condições de medir esses impactos, inclusive os custos decorrentes. Diferentes setores produtivos serão afetados diferentemente, sendo que algum setor ou atividade possa ser afetado de forma positiva em regiões distintas;

d) Adaptação à variabilidade e à mudança do clima

No Brasil já existe uma história de políticas de adaptação à variabilidade climática, como é o caso das secas no Semiárido nordestino. Cento e cinquenta anos de políticas públicas renderam lições que nem sempre são bem aproveitadas, de modo que ainda há muito que fazer, mesmo na ausência de mudanças. O Sistema de Defesa Civil no país também tem uma história com muitas lições. Com o advento das mudanças climáticas, será maior a necessidade de formular respostas sociais e governamentais para fazer face aos riscos de eventos climáticos extremos e de elevação do nível do mar. As medidas de adaptação são importantes para reduzir a vulnerabilidade de regiões, ecossistemas, populações e atividades, e, desta forma, reduzir os impactos e os prejuízos daí advindos.

Reconhecem-se ainda as seguintes premissas:

- O IPCC projetou que, no meio do século na América Latina, impactos mais intensos das mudanças climáticas ocorrerão na Amazônia e no Nordeste brasileiro. Portanto, essas regiões merecem especial atenção para ações de CT&I relativas à vulnerabilidade, impactos e adaptação (VIA);
- Ficou evidente que as comunidades pobres e as áreas de cotas mais baixas são mais vulneráveis aos impactos causados pela mudança global do clima. O desenvolvimento, aprimoramento e integração de serviços de alerta são de fundamental importância para antecipar as respostas quando da ocorrência de eventos extremos, reduzindo a vulnerabilidade dessas populações e de sistemas produtivos;
- Ainda que seja imperativo mitigar as emissões como a única solução aceitável moralmente no longo prazo, a inevitabilidade de que algum grau de mudança climática acontecerá de qualquer maneira, razão pelo qual também' ênfase deva ser dada à necessidade de adaptação às mudanças climáticas.
- Existem também potencialidades e oportunidades decorrentes de mudanças climáticas que podem ser exploradas, tais como o mercado de carbono, serviços ambientais e possíveis ganhos na produtividade agrícola, como resultado da fertilização por CO₂;
- Há a necessidade de melhorar a articulação institucional e intersetorial, assim como o aperfeiçoamento e aumento da disponibilidade de informações e bases de dados, especialmente dados históricos de chuvas;
- É de fundamental importância promover a capacidade técnica e institucional e a educação ambiental, a partir de treinamentos, programas de educação integral (crianças, jovens e adultos) e de campanhas de conscientização, com o objetivo de aprofundar o conhecimento de possíveis impactos e respostas de adaptação, reduzindo, assim, as vulnerabilidades às mudanças climáticas;
- É necessário o apoio à investigação científica – com integração e participação das entidades governamentais, dos setores produtivos, das entidades científicas e represen-



tantes da sociedade civil – visando à identificação de vulnerabilidades, construção de cenários brasileiros de impactos e formulação de estratégias e políticas de adaptação para as próximas décadas;

- Destaca-se a “Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas” (Rede Clima), criada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, voltada a gerar informações científicas para ajudar o país a responder aos desafios das mudanças ambientais globais;
- Também destaca-se o Painel Brasileiro sobre Mudanças Climáticas (PBMC), criado pelos ministérios do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia, que reúne e sintetiza periodicamente a produção científica brasileira sobre o tema;
- É preciso disseminar informações relativas às mudanças climáticas em linguagem acessível para o público (por exemplo, através de redes como a Rede Clima e outros meios de comunicação). O papel da imprensa é de fundamental relevância;
- Deve ser aprofundado o conhecimento sobre sinergias entre práticas de mitigação e de adaptação.

Dessa forma, recomenda-se que, de modo específico, o Sistema de CT&I deveria incentivar o aprofundamento do conhecimento sobre VIA, e a partir de iniciativas a seguir relacionadas.

Florestas

- Ampliação da quantidade e qualidade de dados e informações necessários para os estudos de vulnerabilidade, impacto e adaptação à mudança do clima, e promoção do uso de métodos e ferramentas que permitam uma melhor avaliação regional e local das vulnerabilidades e potenciais impactos da mudança do clima nos ecossistemas florestais, em particular;
- Ampliação do conhecimento científico sobre os potenciais impactos da mudança do clima nas florestas e no setor florestal produtivo de forma geral, assim como na identificação das vulnerabilidades desses sistemas;
- Avaliação da potencialidade para estocagem de carbono de cada ecossistema;
- Monitoramento dos impactos econômicos e ambientais das atividades extrativistas, em particular enfatizando o acompanhamento permanente dos impactos ambientais diretos e indiretos das atividades madeireiras;
- Disseminação de informações sobre os impactos já percebidos e as suas localizações, assim como a projeção dos impactos esperados da mudança do clima, sob diversos cenários de emissões, alertando sobre os impactos irreversíveis, estimando os diferentes riscos e identificando oportunidades relacionadas à mudança do clima;
- Avaliação do potencial valor econômico dos serviços ambientais da floresta tropical em pé, a partir do novo mecanismo REDD (Reduction of Emissions from Deforestation and Degradation), em análise no âmbito da Convenção Climática;
- Prevenção da fragmentação florestal e redução ou anulação de desmatamento;
- Definição de abordagens para identificar e avaliar medidas e estratégias de adaptação, incluindo como tornar as florestas mais resilientes aos impactos da mudança do clima;
- Revisão das prioridades de conservação e estabelecimento de corredores ecológicos.



Agropecuária

- Mapeamento das vulnerabilidades do setor de agropecuária no país;
- Estabelecimento e implantação de sólidos programas de CT&I sobre a avaliação de impactos da mudança do clima na agricultura e possíveis medidas de adaptação, considerando as principais culturas agrícolas e forrageiras, e incluindo eventos extremos significantes para a agricultura;
- Avaliação da distribuição espacial de doenças de plantas com base nas condições climáticas atuais e estimativas de mudanças climáticas globais e regionais;
- Identificação dos elos mais frágeis da cadeia produtiva para desenvolver possibilidades alternativas;
- Implementação do zoneamento agroclimatológico e agroecológico;
- Desenvolvimento e implementação de tecnologias de confortabilidade térmica para sistemas de produção pecuária;
- Implementação de sistemas integrados de produção e sistemas de lavoura-pecuária-florestas;
- Avaliação dos efeitos de crescentes concentrações de CO₂ no sistema solo-planta de ecossistemas agrícolas existentes no país, aliadas a aumentos previstos de temperatura, balanço de água e nutrientes;
- Organização da cadeia produtiva para atender a padrões de comercialização, inclusive para agricultura familiar;
- Melhoramento genético animal e vegetal para as novas condições climáticas e de aumento na incidência de pragas e doenças;
- Extensão rural com vistas à adequação do setor produtivo aos efeitos de mudança do clima, visando à orientação sobre medidas de adaptação;
- Implementação de ações integradas de CT&I, visando à segurança alimentar de territórios rurais, especialmente no semiárido;
- Implementação de políticas públicas guiadas por conhecimento científico e tecnológico moderno em agronomia que maximizem e intensifiquem o uso de áreas já alteradas de biomas, aliadas a políticas de agregação de valor, via industrialização, aos produtos agrícolas ou florestais primários;
- Adoção de incentivos para a manutenção e ampliação de áreas florestadas, corredores florestais, sistemas integrados de lavoura-floresta, além do aumento da fiscalização sobre o uso do solo sob termos legais;
- Estabelecimento de sistemas que remunerem serviços ambientais em propriedades rurais.

Biodiversidade

- Levantamento de assuntos paleoecológicos, paleoambientais e paleoclimáticos, histórico ambiental e ecológico, incorporando conhecimento da distribuição atual de espécies e comunidades, reconstrução dos processos migratórios e de evolução das comunidades fauna e flora ameaçadas em cada Estado;
- Reestruturação e integração de iniciativas relativas a inventários biológicos (espécies e variabilidade genética) e informações ambientais (levantamento pedológico e de da-



dos climáticos e hidrológicos) e implementação de um Programa Nacional, incluindo a iniciativa privada;

- Apoio à consolidação de uma infraestrutura organizada e compartilhada de dados (biológicos e abióticos), por meio da integração dinâmica de sistemas de informação distribuídos com a adoção de padrões e protocolos internacionalmente aceitos, que facilite o desenvolvimento de análises consistentes e de modelagem preditiva;
- Aprimoramento e desenvolvimento de modelos que sejam capazes de simular os efeitos sinérgicos associados aos ecossistemas (mudança do clima, fogo, extremos climáticos, uso do solo, aspectos socioeconômicos e nicho ecológico de espécies);
- Desenho e implementação de sistemas de monitoramento do impacto das mudanças climáticas sobre espécies (nativas, endêmicas, ameaçadas, invasoras), com a definição de indicadores biológicos de impacto sobre espécies, populações e ecossistemas;
- Desenvolvimento de modelos para recuperação de áreas degradadas, restauração de ecossistemas e controle de invasões biológicas;
- Implementação de programas de pesquisa que estudem o papel da complexidade e a interatividade ecológica no funcionamento dos ecossistemas, incluindo estudos ecofisiológicos relacionados a estresse hídrico e térmico;
- Revisão das prioridades de conservação e estabelecimento de corredores ecológicos, levando-se em conta o impacto das mudanças climáticas na biodiversidade;
- Estruturação de Programa Nacional de Centros de Recursos Biológicos (conservação ex-situ, exemplo germoplasmas);
- Estruturação de um mecanismo financeiro para a remuneração dos serviços ambientais prestados pelas florestas das unidades de conservação como estratégia de contenção do desmatamento e mitigação das mudanças climáticas.

Semiárido

- Realização de um diagnóstico (levantamento, definição dos papéis e estado atual) das instituições e instrumentos ligados às áreas ambiental e de mudanças climáticas;
- Avaliação da vulnerabilidade do semiárido a mudanças do uso da terra, a alterações do clima, ao aumento populacional e ao conflito pelo uso de recursos naturais, incluindo mapa de riscos e vulnerabilidade, integrando as diferentes vulnerabilidades setoriais;
- Avaliação da potencialidade hídrica nas bacias hidrográficas e hidrogeológicas do semiárido;
- Avaliação da segurança alimentar no semiárido;
- Realização de uma análise multicriterial para o mapeamento de vocação regional e proposição de políticas adequadas às vocações regionais identificadas;
- Desenvolvimento de pesquisa aplicada dirigida à avaliação dos impactos e ao mapeamento de riscos de mudanças de clima, e à identificação de populações vulneráveis, para estabelecer medidas de adaptação;
- Levantamento dos impactos sobre a biodiversidade, especialmente sobre a vegetação de caatinga, matas ciliares e matas das encostas de serras;
- Estabelecimento de políticas de abastecimento de água e saneamento básico, principalmente para pequenas comunidades;



- Implementação de melhoramentos tecnológicos para captação, armazenamento e tratamento de água;
- Desenvolvimento de culturas e sistemas agrícolas adaptados ao semiárido, no contexto de variabilidade e mudanças do clima;
- Definição, em nível de Estados de Nordeste, de programas de conscientização e educação ambiental sobre mudanças climáticas e vulnerabilidades, seus impactos e possíveis medidas de adaptação, com ênfase no semiárido.

Energia e recursos hídricos

- Elaboração de mapas de vulnerabilidade climática por bacia hidrográfica, levando em consideração os usos múltiplos da água;
- Redução da vulnerabilidade da geração no sistema elétrico a partir da integração entre fontes de energia e empreendimentos de diversas escalas;
- Desenvolvimento de modelos para o setor de energia capazes de levar em conta os cenários de mudança climática, de modo a aumentar a confiabilidade dos resultados das simulações para o setor;
- Desenvolvimento de estratégias para a integração – no âmbito de planejamento e operação da geração hidrelétrica, e de planos de recursos hídricos – dos aspectos ligados às mudanças climáticas, para reduzir a vulnerabilidade da oferta de energia e água;
- Revisão das regras operacionais das usinas hidrelétricas, levando em consideração os possíveis impactos das mudanças climáticas;
- Revisão dos arranjos de geração hidrelétrica do parque já instalado, principalmente em relação aos usos múltiplos da água, seja para períodos extremos de seca e cheia, seja para garantir uma melhor adaptação às necessidades de crescimento populacional e econômico das bacias hidrográficas;
- Busca de alternativas de geração de energia, por meio da intensificação da produção de combustíveis renováveis e de outras fontes renováveis;
- Levantamento de fatores capazes de influir nos cultivos agrícolas para produção de álcool e biodiesel;
- Produção de biocombustíveis de segunda geração no contexto do desenvolvimento sustentável regional;
- Adoção de regulações ambientais mais rígidas para a geração de energia a partir de combustíveis fósseis, o que beneficiaria as opções de geração de energias renováveis;
- Avaliação de mecanismos de compensação de fontes de energia não renováveis, induzindo a ampliação das fontes renováveis;
- Estabelecimento de estratégias para estimular uma maior integração continental e regional entre bacias hidrográficas e sistemas elétricos;
- Fomento da Política Nacional de Recursos Hídricos, apoiando a implementação dos seus instrumentos de gestão (como os Planos de Recursos Hídricos, enquadramento de corpos de água, outorga e cobrança pelo uso da água) e do seu sistema de gerenciamento (como Comitês de Bacia Hidrográfica e Agências de Água);
- Fomento da gestão de demanda de recursos hídricos (uso racional, usos múltiplos, reuso, equipamentos poupadores, controle de perdas);



- Fomento de uma política e incentivos econômicos produtivos para reduzir o consumo e aumentar a eficiência energética nos setores residencial, industrial e de serviços.

Zonas costeiras

- Mapeamento e identificação das regiões mais suscetíveis e da evolução de sua ocupação, considerando, entre outras, áreas urbanas, regiões portuárias, vias públicas, atividades produtivas e biodiversidade;
- Preservação e recuperação do acervo técnico sobre obras de engenharia costeira e portuária, incluindo informações cartográficas, desenhos técnicos, imagens e relatórios;
- Elaboração de estudos de risco para zonas costeiras, contemplando aspectos ambientais, técnicos, de engenharia e socioeconômicos;
- Implementação de um programa de monitoramento ambiental permanente e de longo prazo, envolvendo parâmetros meteorológicos, oceanográficos, geodésicos e geomorfológicos;
- Implantação de uma rede de monitoramento ambiental para ecossistemas mais ameaçados (como manguezais, recifes de coral);
- Atualização da cartografia náutica, como condição para a realização de estudos de engenharia costeira, e a compatibilização cartográfica (datum vertical e horizontal) entre os mapas do IBGE e as cartas náuticas (DHN) com vista à construção de um Modelo Digital de Terreno (MDT) para a zona costeira, incluindo áreas emersas e submersas;
- Atualização da cartografia terrestre da faixa costeira entre 0m e 20m de altitude, com resolução vertical de 1m, ou maior, e datum vertical compatível com o das cartas náuticas, englobando toda a largura das planícies costeiras a partir da linha de costa, com a implantação de marcos geodésicos na faixa litorânea;
- Elaboração de diretrizes e de normas técnicas para obras costeiras e marítimas, que incorporem os possíveis impactos de mudança global do clima sobre obras e construções;
- Desenvolvimento de técnicas de aprimoramento biológico de manguezais, visando ao reflorestamento;
- Promoção Gerenciamento Costeiro Integrado, a partir da integração de programas e planos de gestão de recursos hídricos e os de gerenciamento costeiro;
- Subsídio à implementação de programas de gerenciamento costeiro nos municípios litorâneos, de forma a conduzir e controlar a urbanização, estabelecer zonas de não edificação, juntamente com o monitoramento de segmentos costeiros.

Áreas urbanas

- Avaliação da vulnerabilidade e mapeamento das áreas de risco de alagamentos e de escorregamentos de encostas nas cidades;
- Levantamento dos impactos econômicos, sociais e ambientais a eventos de natureza climática, como inundações e deslizamentos;
- Avaliação das possibilidades de abastecimento de água em grandes cidades (ver o Mapa da ANA) e fontes alternativas de abastecimento de água em épocas emergenciais e pós-desastre;



- Identificação de alternativas para moradia da população de baixa renda em áreas de risco;
- Reformulação do sistema viário e de coleta de esgotos, em especial nas cidades litorâneas;
- Regulamentação das construções, por meio do Código de Obras e do Plano Diretor, adaptando-os aos cenários das mudanças do clima (aumento da temperatura, chuvas intensas e elevação do nível do mar);
- Renaturalização (recriação de microclimas, revegetação, revitalização de cursos d'água) das áreas urbanas;
- Implementação de políticas para a adoção de técnicas construtivas que se adaptem às temperaturas mais elevadas, tais como telhados ecológicos, prédios com iluminação e ventilação naturais, etc.;
- Implementação de mecanismos e políticas para reduzir o uso de combustíveis fósseis no transporte, como incentivos ao transporte público, ao transporte ferroviário e à integração trem/caminhão/navio, reduzindo o consumo energético final de álcool anidro e hidratado e óleo diesel.

Saúde humana

- Pesquisas operacionais visando ao desenvolvimento e à aplicação de métodos de análise da vulnerabilidade da população aos efeitos adversos do clima sobre a saúde;
- Análise da vulnerabilidade política e institucional do Sistema Nacional de Defesa Civil e outras entidades ligadas à saúde humana;
- Atualização e ampliação dos estudos disponíveis, por meio da incorporação de dados e informações de outros setores que sejam de relevância direta, como determinantes do estado de saúde da população (qualidade/disponibilidade de água; segurança alimentar etc.);
- Pesquisas para aprimoramento do modelo de previsão de morbi-mortalidade (Modelo Brasileiro de Clima e Saúde), com o objetivo de alertar precocemente a sociedade a partir de mudanças nas condições meteorológicas e climáticas.
- Extensão dos estudos de modelagem climática regional para a produção de cenários de clima para períodos não tão distantes no tempo, visando a compatibilização com cenários socioeconômicos e de saúde;
- Identificar os impactos de mudança climática na saúde humana e sua quantificação física e financeira, incluindo, entre outros, informações sobre a produção de alimentos, os custos de tratamento de doenças infecciosas endêmicas e de poluição atmosférica, morbi-mortalidade e impactos materiais;
- Integração entre bancos de dados da defesa civil (municípios e estados) com órgãos de assistência médica, visando à melhoria na qualidade do registro de agravos à saúde causados por eventos climáticos extremos;
- Instalação de sistemas direcionados de vigilância ambiental, epidemiológica e entomológica em localidades e para situações selecionadas, visando à detecção precoce de sinais de efeitos biológicos da mudança do clima (ex. fenologia, distribuição geográfica de espécies, etc.);
- Melhoria da eficácia dos programas de controle das doenças infecciosas, endemias, como a dengue, o calazar e a esquistossomose.



**Matrizes de recomendações
para iniciativas e políticas de ciência
tecnologia e inovação referentes à
vulnerabilidade, impactos e
adaptação à mudança do clima**



4. Matrizes de recomendações para iniciativas e políticas de ciência tecnologia e inovação referentes à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima

Durante as cinco oficinas de trabalho temáticas do CGEE, realizadas entre março e junho de 2009, foram inicialmente identificados, por meio de exercício coletivo de elaboração de matrizes, as principais vulnerabilidades, os potenciais impactos e possíveis medidas de adaptação para cada tema.

A partir dessas informações foram discutidas e formuladas recomendações de CT&I referentes à VIA, que servem de subsídio para o estabelecimento de iniciativas e políticas, conforme apresentadas no item anterior. Os resultados finais das oficinas de trabalho encontram-se a seguir.

Tabela 1. Matriz de recomendações para iniciativas e políticas de CT&I referentes à VIA – Florestas

CT&I referentes à vulnerabilidade	CT&I aos impactos	CT&I referentes à adaptação
<p>1. Produção e organização de informações sobre a biodiversidade e o funcionamento dos sistemas ecológicos.</p> <p>Levantamento dos métodos e ferramentas que permitam uma melhor avaliação regional e local das vulnerabilidades e potenciais impactos da mudança do clima nos ecossistemas florestais</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estudos sobre a potencialidade para estocagem de carbono de cada ecossistema Disseminação de informações sobre impactos já percebidos e sua localização Projetar, de forma confiável, os impactos esperados da mudança do clima, sob diversos cenários de emissões, alertando sobre os impactos irreversíveis, estimando os diferentes riscos e identificando oportunidades relacionadas à mudança do clima 	<ul style="list-style-type: none"> Ampliação da quantidade e qualidade de dados e informações necessárias para os estudos de vulnerabilidade, impacto e adaptação à mudança do clima
<p>2. Monitoramento da composição e funcionamento dos sistemas ecológicos</p> <p>Avaliação dos efeitos socioeconômicos e ambientais diretos e indiretos da mudança climática relativos ao desmatamento</p>	<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento dos impactos socioeconômicos e ambiental das atividades extrativistas, em particular enfatizar o acompanhamento permanente dos impactos ambientais diretos e indiretos das atividades madeireiras Estudos sobre os potenciais impactos da mudança do clima sobre as florestas e sobre o setor florestal produtivo de forma geral, assim como na identificação das vulnerabilidades desses sistemas 	<ul style="list-style-type: none"> Revisão das prioridades de conservação e estabelecimento de corredores ecológicos Seleção de espécies mais tolerantes para restauração florestal
<p>3. Ações para mitigação e adaptação</p> <p>Identificação de espécies mais apropriadas sob um aumento da temperatura e regimes diferenciados de chuvas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Pesquisa identificando as ações replicáveis de adaptações de tipo autônomo, antecipatório e planejado em áreas florestais Identificação de espécies alternativas de produção e manejo, e sistemas de manejo alternativos Rediscussão do marco legal existente para se adaptar a necessidade de CT&I em mudanças climáticas Formulação de um programa de capacitação sobre análise de vulnerabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> Prevenção da fragmentação florestal e redução de desmatamento Melhoramento genético de espécies madeireiras e não madeireiras Planos de contingência para eventos extremos

Matrizes de recomendações para iniciativas e políticas de ciência tecnologia e inovação referentes à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima

Subsídios para uma agenda nacional de ciência, tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima



Tabela 2. Matriz de recomendações para iniciativas e políticas de CT&I referentes à VIA – Agropecuária

CT&I referentes à vulnerabilidade	CT&I aos impactos	CT&I referentes à adaptação
<p>1. Produção e produtividade</p> <p>Mapeamento da vulnerabilidade da agricultura no país</p> <p>Mapeamento das áreas degradadas</p> <p>Avaliação da intensificação de surtos de doenças e pragas de importância agropecuária</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ampliação de estudos sobre o efeito da mudança do clima (CO₂, temperatura, precipitação, radiação solar) nas culturas agrícolas e outros sistemas Avaliação de impactos da mudança de atividade de agropecuária Estudos para estabelecer zoneamento agroclimatológico e agro-ecológico Desenvolver modelos climáticos regionais por períodos não muito longos, por exemplo, para 10 anos Estudos sobre intensidade energética da agricultura Isolamento das variáveis climáticas em relação ao aumento ou diminuição da produtividade (teste de sensibilidade das culturas em função de variáveis e forçantes climáticas) Estudos genético-fisiológicos para seleção de genótipos menos exigentes em frio (fruteiras de clima temperado) Estudos sobre impacto de temperaturas elevadas sobre a pecuária Avaliação econômica sobre o uso de tecnologias de confortabilidade térmica para sistemas de produção pecuária Avaliação econômica sobre a instalação de sistemas integrados de produção e sistemas de lavoura-pecuária-florestas Geração de conhecimentos sobre as interações sobre cultura e meio ambiente que possam subsidiar tecnologias inovadoras Desenvolvimento de defensivos agrícolas mais eficazes e de menor impacto ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Zoneamentos agroclimatológico e agro-ecológico Manejo hídrico de bacias hidrográficas (recuperação de matas ciliares, etc.), cujo efeito se reverte serviços ambientais, beneficiando a agricultura Implementação de sistema de alertas para eventos climáticos sazonais Criação de sistemas de monitoramento ambiental (séries históricas regionais de aumento de temperatura, concentração de CO₂ atmosférico, etc.) Extensão rural com vistas à conscientização de produtores rurais sobre potenciais impactos da mudança do clima e orientação sobre medidas de adaptação Estímulo a programas municipais e intermunicipais (projetos de MDL ou não) para recuperação de áreas degradadas Sistema de respostas organizadas e setoriais Desenvolvimento e adoção de tecnologias de gerenciamento de uso das terras e melhoramento vegetal, considerando-se a produção integrada e incentivos a sistemas de produção mistos (integração lavoura-pecuária-floresta) Sistema de controle da qualidade de produtos (ex. micotoxinas) Desenvolvimento e incentivo a adoção de sistemas de produção integrada permitindo as propriedades se envolverem nos esforços de mitigação, com possibilidade de adoção de selos de certificação Aumento de eficiência de insumos e maquinarias Melhorar a eficiência do uso da água e recarga de água subterrânea pela agricultura conservacionista Melhoria de sistemas de estocagem de alimentos e diminuição de desperdícios, por meio de controle de pragas, roedores, capacitação humana, higiene, transporte, tecnologia de secagem Melhoramento genético animal e vegetal para as novas condições climáticas e de aumento na incidência de pragas e doenças Desenvolver tecnologias para ambiência para produção animal e vegetal Banco de germoplasma
<p>2. Mercado</p> <p>Identificação dos elos mais frágeis da cadeia produtiva para desenvolver possibilidades alternativas</p> <p>Estudos e pesquisas que identifiquem os custos de transação, riscos e resultados de diversas cadeias produtivas</p> <p>Pesquisas no âmbito de políticas públicas voltadas para o mercado de créditos de carbono e alternativos, envolvendo certificação (inclusive para áreas degradadas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estudos para o desenvolvimento de novos mercados (internos e externos), contratos, mecanismos e instrumentos (há deficiência na condução e avaliação dos custos de transação, logística e certificação das diferentes cadeias produtivas) Estabelecimento de padrões sustentáveis para o funcionamento das cadeias produtivas de commodities; Elaboração/construção de acordos bilaterais que permitam novas formas de comercialização em contratos de médio e longo prazos, que garantam a comercialização e fornecimento de produtos Estudos que determinem diagnósticos e soluções para os novos padrões de demanda nos diferentes mercados 	<ul style="list-style-type: none"> Novos modelos para o estabelecimento de prêmios de seguros de forma a diminuir possíveis ônus para o produtor frente ao aumento do risco de produção. Contratos de hedging visando a garantia de mercado e preços para as commodities e outros instrumentos Indução das cadeias produtivas de commodities para que estejam em conformidade com padrões sustentáveis Organização da cadeia produtiva para atender a padrões de comercialização, inclusive para agricultura familiar Pesquisas no âmbito de políticas públicas voltadas para a construção de novos instrumentos e mecanismos que garantam a sustentabilidade da pequena e média propriedade e da cadeia produtiva dos produtos em geral



>>.....Continuação

<p>3. Meio ambiente</p> <p>Estudos que tratam do tema (estado da arte): água, solo, atmosfera e agro-biodiversidade, focando a agropecuária (multi-nível e multidisciplinar convergente)</p> <p>Levantamento do marco zero das informações disponíveis para adaptação no setor agropecuário</p>	<ul style="list-style-type: none">• Elaboração de cartografia edafo-climáticas em escala apropriada• Pesquisa de extremos climáticos sobre sistemas vivos• Estudo de valoração integrada dos serviços ecossistêmicos• Estudos sobre os impactos de mudanças climáticas sobre os recursos naturais e seus efeitos sobre a agropecuária	<ul style="list-style-type: none">• Desenvolver técnicas de cultivo e manejo adequados a cada tipo de solo• Desenvolver técnicas de engenharia para integração de bacias hidrográficas• Adoção de incentivos para a manutenção e ampliação de áreas florestadas, corredores florestais, sistemas integrados de lavoura-floresta, além do aumento da fiscalização sobre o uso do solo sob termos legais• Adoção de práticas que utilizem e mantenham a diversidade biológica• Redução do uso de queimadas com manejo agrícola, evitando incêndios florestais e riscos à saúde• Adoção de incentivos para manutenção e ampliação de áreas florestadas, corredores florestais, sistemas integrados de lavoura-pecuária-florestas, além do aumento da fiscalização sobre o uso do solo sob termos legais
<p>4. Socioeconômica</p> <p>Estudo sobre a vulnerabilidade de produtores agropecuários, especialmente aqueles de menor porte</p> <p>Estudo do ciclo de vida completo dos produtos agropecuários à luz dos cenários climáticos</p> <p>Levantamento do marco zero das informações sócio-econômicas disponíveis para subsidiar estudos e ações de adaptação</p>	<ul style="list-style-type: none">• Mudanças nas estratégias de comércio internacional, para facilitar o suprimento ou fornecimento de produtos essenciais• Estudos sobre zoneamento agroclimático/ agroecológico para fins de re-assentamento de populações vulneráveis às mudanças climáticas	<ul style="list-style-type: none">• Incorporação das ciências humanas, via editais, nos projetos de VIA• Extensão rural com vistas à adequação do setor produtivo aos efeitos de mudança do clima, visando orientação sobre medidas de adaptação• Estabelecimento de sistemas que remunerem serviços ambientais em propriedades rurais• Mudanças nos padrões produtivos de pequenos produtores visando aumento do valor agregado da produção com menor risco• Aumento da capacidade de estocagem e distribuição eficiente de produtos agropecuários• Seguro agrícola facilitado para pequenos produtores e reavaliação dos prêmios pagos por todo o setor produtivo

Matrizes de recomendações para iniciativas e políticas de ciência tecnologia e inovação referentes à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima

Subsídios para uma agenda nacional de ciência, tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima



Tabela 3. Matriz de recomendações para iniciativas e políticas de CT&I referentes à VIA – Biodiversidade

CT&I referentes à vulnerabilidade	CT&I aos impactos	CT&I referentes à adaptação
<p>1. Produção e organização de informações sobre a biodiversidade e o funcionamento dos sistemas ecológicos</p> <p>Levantamento de agrobiodiversidade direcionada a identificar informação sobre espécies, técnicas e tipos de uso da terra que permitam responder a alterações de clima</p> <p>Capacitação de RH através das redes de educação formal e não formal (inclusive com utilização da rede federal de escolas técnicas para a formação de competências específicas)</p> <p>Estudos paleoecológicos, paleoambientais e paleoclimáticos, histórico ambiental e ecológico incorporando conhecimento da distribuição atual de espécies e comunidades, reconstrução dos processos migratórios e de evolução das comunidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estudos de aprimoramento dos cenários climáticos, incorporado a simulação dos impactos nos diferentes sistemas ecológicos Aprimoração e desenvolvimento de modelos que sejam capazes de simular os efeitos sinérgicos associados aos ecossistemas (mudança do clima, fogo, extremos climáticos, uso do solo, aspectos socioeconômicos e nicho ecológico de espécies) Estudos (inclusive experimentais) de bioclimatologia/biometereologia, para melhor conhecimento das possíveis direções de adaptações dos ecossistemas Estudos do potencial de resiliência de ecossistemas aquáticos e ações de adaptação em bacias hidrográficas 	<ul style="list-style-type: none"> Reestruturação e integração de iniciativas relativas a inventários biológicos (espécies e variabilidade genética) e informações ambientais (levantamento pedológico e de dados climáticos e hidrológicos) e implementação de um Programa Nacional, incluindo a iniciativa privada Estruturação de Programa Nacional de Centros de Recursos Biológicos (conservação ex-situ, exemplo germoplasmas) Desenvolvimento e manutenção de longo prazo de sistemas de informação de acesso público e aberto (compartilhamento de bases de dados por meio de incentivo) Desenvolvimento e disponibilização pública de ferramentas e aplicativos para análise e síntese de dados biológicos e ambientais, incluindo a cooperação para compartilhamento de dados de inventários em países amazônicos Priorização de programas de pesquisa que estudem o papel da complexidade e a interatividade ecológica no funcionamento dos ecossistemas, incluindo estudos ecofisiológicos relacionados a estresse hídrico e térmico Desenvolvimento de programas de intercâmbio com as comunidades locais e os centros de pesquisa de CT&I, tais como pesquisa participativa e atividades de educação ambiental, desenvolvimento sustentável e afins Alteração do marco legal vigente sobre acesso ao patrimônio genético (MP 2186-16/2001) Instituição de programa de capacitação de instituições locais em análise de vulnerabilidade e adaptação Desenvolvimento de estratégias para consolidação do tema mudança climática na agenda de pesquisa ecológica, botânica, etc. (exemplos: modificações nos currículos ensino médio e universitário, etc.) Seleção de espécies indicadoras de mudanças climáticas (mais sensíveis) que permitam o monitoramento do impacto sobre espécies, populações, habitats e biomas
<p>2. Monitoramento da composição e funcionamento dos sistemas ecológicos</p> <p>Estudo para atualizar as listas vermelhas de fauna e flora ameaçadas em cada estado</p> <p>Avaliação dos efeitos socioeconômicos diretos e indiretos da mudança climática relativos à biodiversidade</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de sistema de monitoramento da composição, estrutura e funcionamento dos ecossistemas em diversas escalas espaciais e temporais, dos processos climáticos, geomorfológicos e da biodiversidade (cuidado especial para com eventos extremos). Deve se articular o que já existe numa rede padronizada que realize a colheita das informações definidas como de interesse pelo grupo gestor do sistema envolvendo atores como as universidades, grandes empresas de mineração, sistema elétrico nacional, siderúrgicas, com ampla participação dos entes municipais. Por exemplo: inserção nas parcelas permanentes do inventário florestal nacional de variáveis pertinentes (biodiversidade, variação de estoques de carbono) Priorização de projetos de pesquisa orientados a avaliar os impactos específicos das mudanças climáticas sobre a conservação dos ecossistemas e das áreas protegidas Monitoramento da efetividade das áreas protegidas e corredores ecológicos na manutenção da biodiversidade e processos ecológicos Monitoramento dos impactos ambientais procedentes de das pressões antrópicas 	<ul style="list-style-type: none"> Reativação, reformulação e ampliação e integração dos programas de pesquisas ecológicas de longa duração Desenvolvimento de programas mistos agrosilvopastoris de uso de território



>>.....Continuação

<p>3. Ações para mitigação e adaptação</p> <p>Estudos de vulnerabilidade e adaptação considerando o conhecimento tradicional de populações localizadas em áreas vulneráveis (ações de adaptações construídas de “baixo para cima”)</p> <p>Formulação de um programa de capacitação sobre análise de vulnerabilidade</p> <p>Análise de áreas de conservação com base na sua efetividade para manutenção da biodiversidade e processos ecológicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de modelos para recuperação de áreas degradadas, restauração de ecossistemas e controle de invasões biológicas • Rediscussão do marco legal existente para se adaptar a necessidade de C,T&I em mudanças climáticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoramento da conectividade da Rede Nacional de Áreas Protegidas • Desenvolvimento de indicadores compostos com componentes de sensibilidade (resiliência dos sistemas naturais mais pressões antrópicas para cada bioma) • Estimulação e fomenta de tecnologia social e empreendimentos populares para adaptação a mudança do clima (agregar valor ao extrativismo, financiamento, formação de redes para disseminação do conhecimento e tecnologias, fototerápicos e conhecimentos tradicionais) • Implementação de medidas para garantir a segurança alimentar em nível local • Integração das ações de adaptação nas políticas setoriais (MDIC, MME, MCid)
---	--	--

Tabela 4. Matriz de recomendações para iniciativas e políticas de CT&I referentes à VIA – Semiárido

CT&I referentes à vulnerabilidade	CT&I aos impactos	CT&I referentes à adaptação
<p>Aspectos socioeconômicos</p> <p>1. Populações</p> <p>Investigação de perfis de vulnerabilidade social e econômica</p> <p>Estudos sobre os sistemas naturais e sistemas socioeconômicos</p> <p>Estudos sobre cidades do semiárido</p> <p>Estudos sobre capacitação da população</p> <p>Estudos sobre endemias e suas relações com o clima</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudos e pesquisas para entender melhor como o clima influencia a área de saúde e quais os seus impactos • Estudos de impactos sociais de variabilidade e mudanças climáticas • Estudos de impactos econômicos de variabilidade e mudanças climáticas • Estudos sobre impactos espaciais de mudanças climáticas no semiárido • Estudos sobre impactos ambientais • Estudos sobre impactos no meio urbano do semiárido • Estudos sobre impactos no nível de bacias hidrográficas • Análise multicriterial para mapeamento de vocação regional 	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos para melhorar a base de informações socioeconômicas, inclusive de saúde, a partir de informações fidedignas sobre os investimentos municipais, estaduais e federal nessas áreas • Cenários de migrações como forma de adaptação • Expandir a área de atuação do Geoma para a realização de estudos sobre o semiárido, através do Insa • Estratégias de desenvolvimento sustentável para pequenas cidades do semiárido, tanto para o meio rural como para o meio urbano • Políticas de abastecimento de água e saneamento básico em pequenas comunidades • Políticas de sobre serviços ambientais no semiárido • Instrumentos econômicos e administrativos para adaptação do semiárido às mudanças climáticas • Estratégias integradas de desenvolvimento, considerando a perspectiva de inclusão social • Multiplicação de experiências bem sucedidas de desenvolvimento regional sustentável (Ex: pactos de desenvolvimento territorial) • Metodologias de planejamento e implementação de estratégias de desenvolvimento sustentável • Proposição de políticas adequadas às vocações regionais identificadas em estudos prévios

Continua.....>>

Matrizes de recomendações para iniciativas e políticas de ciência tecnologia e inovação referentes à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima

Subsídios para uma agenda nacional de ciência, tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima



>>.....Continuação

2. Agricultura e outras atividades Estudos sobre segurança alimentar no semiárido Estudos sobre capacidade de suporte dos recursos naturais do semiárido	<ul style="list-style-type: none">Estudos sobre impactos de cenários agrícolas regionalizados, inclusive por meio de modelagem e simulaçãoEstudos sobre impactos no meio rural	<ul style="list-style-type: none">Manejo dos sistemas produtivos para adaptação e desenvolvimento sustentávelProspecção de genes resistentes a partir de plantas nativas, com vistas a estratégias de adaptaçãoDesenvolvimento de culturas resistentes a maior stress climáticoDesenvolvimento de culturas e sistemas agrícolas adaptados ao semiárido, no contexto de variabilidade e mudanças do climaDesenvolvimento e transferência de práticas conservacionistasElaboração e divulgação de cenários de zoneamento agroclimatológico
3. Abastecimento de água, saneamento básico Estudos sobre a situação de segurança de obras de infraestrutura hídrica Avaliação de risco de desabastecimento	<ul style="list-style-type: none">Estudos sobre impactos de desastres envolvendo a infraestrutura hídrica	<ul style="list-style-type: none">Implementação de melhoramentos da segurança de obras e manutenção de infraestrutura hídricaImplementação de melhoramentos tecnológicos para captação, armazenamento e tratamento de água, incluindo a implantação e gerenciamento de sistemas comunitários de abastecimento hídrico em termos cooperativistas
4. Infraestrutura: Energia Estudos na área de Energia no semiárido, no contexto de mudanças climáticas	<ul style="list-style-type: none">Estudos sobre impactos no setor energético	<ul style="list-style-type: none">Energias alternativas no semiáridoDesenvolvimento de novas tecnologias para o aproveitamento de energias alternativas
5. Infraestrutura: Transportes Estudos sobre a infraestrutura de transportes	<ul style="list-style-type: none">Estudos sobre impactos sobre a infraestrutura de transportes	<ul style="list-style-type: none">Estratégias de transportes no nordeste semiárido
6. Frágil base de informações Levantamento das informações disponíveis sobre o semiárido e mudanças climáticas	<ul style="list-style-type: none">Estudos para melhorar a rede de coleta de informações meteorológicas e ambientais	<ul style="list-style-type: none">Implementação de melhoramentos de previsão década e sazonal de clima no Nordeste, contemplando prognósticos de eventos extremosUso produtivo de espécies da CaatingaDomesticação de espécies da Caatinga
7. Instituições frágeis, descontinuidade, falta de integração Diagnostico (levantamento, definição dos papéis e estado atual) das instituições e instrumentos ligados às áreas ambiental e de mudanças climáticas Estudos sobre instituições vis-à-vis as necessidades do semiárido Estudos sobre o Sistema de Defesa Civil	<ul style="list-style-type: none">Estudos sobre a capacidade de resposta de instituições na ocorrência de eventos climáticos extremos como secas e cheiasDefinição de estratégias de comunicaçãoDefinição de mecanismos de estímulo para a institucionalização e fortalecimento institucional para as áreas ambientais e de mudanças climáticas	<ul style="list-style-type: none">Capacitação de recursos humanosFortalecimento das instituições em diversas escalasFortalecimento das instituições de Defesa CivilEstratégias de financiamento de ações de defesa civilDisponibilização de informações ambientais e hidro-meteorológico-climáticas em tempo realProposta de articulação institucionalImplementação de mecanismos de financiamento de atividades de pesquisas em rede
8. Sistema educacional frágil, especialmente nas zonas rurais Diagnostico (levantamento e estado atual) da capacidade de ensino, pesquisa e extensão Estudo sobre o setor de educação no semiárido, do ponto de vista de suas fragilidades e potencialidades	<ul style="list-style-type: none">Estudos sobre impactos no setor de educação	<ul style="list-style-type: none">Desenvolvimento de material didático que abranja o tema Mudanças Climáticas, mostrando as potencialidades e formas de convivência com o semiáridoDisponibilização de experiências de educação contextualizada para o semiáridoEstabelecimento de um programa de educação integral (crianças, jovens e adultos) e de campanhas educacionaisDisponibilidade de informações para posterior apropriação do conhecimento

Continua.....>>



>>.....Continuação

Aspectos ambientais		
<p>1. Disponibilidade hídrica</p> <p>Desenvolver estudos de arqueologia de dados hidrometeorológicos.</p> <p>Estudos para identificar a potencialidade hídrica nas bacias hidrográficas e hidrogeológicas do semiárido</p> <p>Estudo sobre o impacto de poluentes na saúde dos moradores desta região (fogão a lenha produz grande quantidade de poluentes que agravam a saúde). Nos grandes centros a frota de veículos tem aumentado, deixando a população local e os imigrantes vulneráveis a doenças</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mineração de dados das series históricas disponíveis • Modelagem do ciclo da água no sistema terrestre • Métodos e técnicas de conservação da biodiversidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos e técnicas de recuperação da biodiversidade • Buscar alternativas viáveis para mudança das atividades domésticas e com isso evitar a exposição aos poluentes • Recuperação de microbacias hidrográficas com base na metodologia do projeto Base Zero
<p>2. Extremos climáticos e de eventos meteorológicos (variabilidade espacial e temporal na detecção de mudanças climáticas)</p> <p>Análise do papel dos oceanos e parâmetros geofísicos</p> <p>Desenvolver estudos paleoclimáticos (hidrologia e metrologia)</p> <p>Identificação de incertezas de dados ambientais (os dados tem que ter consistência)</p> <p>Levantamento das séries históricas, hidrometeorológicas, paleoclimáticas, epidemiológicas, oceanográficas e de poluição atmosféricas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo de variabilidade espacial e temporal de variáveis ambientais • Aprimoramento do sistema de previsão tempo/clima para eventos extremo • Estudos de modelagem para previsão de eventos extremos • Desenvolvimento do modelo de sistema terrestre • Desenvolvimento de novas tecnologias de medições ambientais (microsensores, sensoriamento remoto) • Monitoramento das mudanças climáticas, com o acompanhamento e análise da evolução real dos regimes de chuvas do Nordeste, incluindo o estudo sobre a ocorrência de veranicos e sua previsão, além do acompanhamento de mudanças climáticas no Atlântico intertropical (aquecimento e mudanças no regime de ventos), tendo em vista seu impacto no semiárido 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento e melhoria da rede de observação ambiental e hidro-meteorológico-climática, a par da disponibilidade de imagens de satélite e outras, como suporte à modelagem científica e institucional • Desenvolvimento de tecnologias de saneamento armazenamento e utilização de água • Desenvolvimento de fármacos e vacinas para as epidemias e divulgação de informações sobre as epidemias para a sociedade; • Capacitação laboratorial para integração e calibração de sensores; • Desenvolvimento de redes de modelagem ambiental • Estudos para entendimento dos fenômenos meteorológicos da região tropical e, consequentemente prever melhor
<p>3. Mudança do uso da terra</p> <p>Desenvolvimento de estudos da dinâmica do uso da terra no semiárido, levando em consideração as mudanças climáticas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inventário das emissões de gases de efeito estufa por mudanças do uso da terra; • Modelagem de cenários futuros de uso da terra no semiárido • Estudo sobre os impactos sobre a vegetação de caatinga, matas ciliares e matas das encostas de serras 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de programas de incentivos a manutenção das áreas florestadas e reflorestamento de espécies nativas
<p>4. Zonas costeiras (aumento do nível do mar)</p> <p>Desenvolvimento de estudos de modelagem oceânica, com ênfase em zonas costeiras</p> <p>Inventários de diversidade biológica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Modelagem oceânica de cenários futuros, com ênfase em sistemas costeiros • Estudos sobre o posicionamento da linha costeira • Estudos de modelagem dos impactos nos sistemas hidrogeológicas e hidrológicos nas regiões costeiras • Estudo sobre a disponibilidade de água doce na zona costeira • Monitoramento do Atlântico Intertropical e do Pacífico Equatorial para detecção de padrões que influenciam na estação chuvosa do semiárido nordestino • Desenvolvimento de estudos socioeconômicos e ambientais sobre os impactos do aumento do nível do mar • Estudos de recarga artificial de aquíferos • Estudo sobre os impactos de mudanças climáticas sobre a biodiversidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer critérios para adequação e planejamento urbano • Critérios para melhoria de qualidade de vida no campo (educação, saúde, meio ambiente e emprego) • Implantação de rede de monitoramento ambiental para ecossistemas mais ameaçados
<p>5. Áreas mais sujeitas à erosão, especialmente de solos rasos, predominantemente arenosos e desagregados</p> <p>Mapeamento das áreas degradadas e mais vulneráveis as mudanças climáticas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudos agroclimáticos • Estudos dos impactos da degradação do solo nos aquíferos • Estudos de dessalinização de solos e águas 	<ul style="list-style-type: none"> • Proposição de técnicas de recuperação e conservação de solos degradados; • Proposição de políticas adequadas as voçações regionais identificadas em estudos prévios

Matrizes de recomendações para iniciativas e políticas de ciência tecnologia e inovação referentes à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima

Subsídios para uma agenda nacional de ciência, tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima



Tabela 5. Matriz de recomendações para iniciativas e políticas de CT&I referentes à VIA – Energia

CT&I referentes à vulnerabilidade	CT&I aos impactos	CT&I referentes à adaptação
<p>1. Petróleo (exploração, produção, refino, transporte, distribuição)</p> <p>Ampliar estudos prospectivos de mudanças do regime climático nas áreas de atuação do setor conhecimento e de coleta de informação</p> <p>Reforçar pesquisas e estudos sobre vulnerabilidades em suas instalações</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar pesquisas /estudos sobre impactos sobre instalações • Estudos prospectivos sobre os impactos nos sistemas costeiros 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar estudos e pesquisas sobre adaptação • Ampliar estudos sobre previsão climática no Brasil e em cada região • Estudos de respostas nos sistemas costeiros • Desenvolver planos de contingência, aprimoramento de previsão e prevenção para as regiões vulneráveis • Buscar alternativas por meio da intensificação da produção de combustíveis renováveis • Melhorar sistemas de Avisos e contingência • Capacitação de recursos humanos para mitigação dos impactos
<p>2. Hidroeletricidade (geração, transmissão, distribuição)</p> <p>Desenvolvimento de estratégias para integração do planejamento e operação da geração hídrica e dos planos de uso dos recursos hídricos</p> <p>Estudos de cenários sobre a inserção da fonte na geração e seus impactos no clima</p> <p>Estudos prospectivos para elaboração de mapas de vulnerabilidade climática por bacia hidrográfica focando-se nos riscos hidrológicos</p> <p>Estudos de vulnerabilidade dos recursos hídricos, por bacia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudos prospectivos e sobre impactos específicos das MC no setor de hidroeletricidade • Estudos sobre impactos no setor de recursos hídricos • Realização de estudos prospectivos para integração com outras fontes renováveis de energia, ex. eólica • Estudos sobre a capacidade de vertedouros de usinas diante da alteração de vazões 	<ul style="list-style-type: none"> • Estratégias de adaptação do setor de hidroenergia ao novo quadro de MC • Intensificar e ampliar os programas de eficiência energética setoriais • Incentivo da geração distribuída • Incentivos econômicos aos setores para aumentar a eficiência energética • Promover a integração energética internacional na produção hídrica • Garantir acesso livre e gratuito aos bancos de dados sobre regime hídrico dos órgãos públicos • Incorporação dos riscos associados às MC no processo de planejamento/gestão • Integração das bacias hidrográficas nacionais e estrangeiras • Incorporar a dimensão das mudanças climáticas no gerenciamento dos recursos hídricos
<p>3. Termoeletricidade</p> <p>3.1. Carvão, petróleo (óleo combustível/diesel), gás natural</p> <p>Melhorar o conhecimento sobre a vulnerabilidade do setor</p> <p>3.2. Biomassas</p> <p>Vulnerabilidade da produção de resíduos para usos energéticos no país.</p> <p>Aprofundar o conhecimento das vulnerabilidades, por tipo de cultura e por região</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação de estímulos para mecanismos de compensação destas fontes induzindo a ampliação das fontes renováveis • Conhecer os impactos no setor • Avaliação dos impactos sobre o consumo de água em termelétricas, sobretudo aquelas com torre de arrefecimento úmido e aquelas com sistema once-through • Avaliação dos impactos sobre a eficiência de 1ª lei das centrais de geração (devido à variação de umidade, pressão ou temperatura) • Avaliação dos impactos sobre o desempenho de sistemas FGD de térmicas a carvão • Impactos positivos e negativos na geração de resíduos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprimoramento das complementaridades das fontes geradoras • Estratégias para uma matriz energética mais limpa • Melhora na tecnologia para reduzir emissões de gases de efeito estufa • Aprimoramento da tecnologia de uso da biomassa na produção de energia (ex. gaseificação, ampliação dos resíduos utilizados) • Tecnologias de produção de EE com RSU

Continua.....>>



>>.....Continuação

4. Biomassas	<ul style="list-style-type: none">• Impactos ambientais e sociais	<ul style="list-style-type: none">• Uso de áreas degradadas para produção de biocombustíveis, ex Dendê
4.1. Sólidas (carvão vegetal) Identificar áreas vulneráveis e populações vulneráveis		
4.2. Lenha Identificar áreas vulneráveis	<ul style="list-style-type: none">• Impactos ambientais e sociais	<ul style="list-style-type: none">• Desenvolver projetos de produção sustentável de lenha• Substituir o uso da lenha por gás natural/GLP• Aumentar a eficiência na utilização da lenha• Estudos para melhoria da eficiência dos fogões a lenha
4.3. Líquidas-biocombustíveis Identificar áreas vulneráveis	<ul style="list-style-type: none">• Analisar impactos ambientais e sociais	<ul style="list-style-type: none">• produção de biocombustíveis de segunda geração
5. Eólica Identificar áreas vulneráveis e identificar áreas opção <i>offshore</i>	<ul style="list-style-type: none">• Estudar impactos ambientais e sociais de parques eólicos• Estudos de estabilidade de aerogeradores em situação de maior intensidade de vento e sobre os efeitos de salinidade e abrasividade	<ul style="list-style-type: none">• Inclusão no new wave dos benefícios gerados pela complementaridade da energia eólica e das energias de biomassas• Estudar tecnologias tradicionais, como o cata-vento, e melhorar a sua produtividade e usabilidade, para provimento de água (energia eólica para abastecimento de água em nível local)• Criação de banco de dados público sobre energia de ventos no Brasil• Aprimoramento do sistema de controle de pás
6. Solar	<ul style="list-style-type: none">• Identificar impactos positivos e negativos	<ul style="list-style-type: none">• Integração como outras fontes• Desenvolvimento de tecnologias viáveis economicamente e ambientalmente
6.1. Fotovoltaica Estudos prospectivos sobre as alterações da intensidade radiativa devido à MC no mapa solar Brasileiro		
6.2. Termosolar Estudos prospectivos sobre as alterações da intensidade radiativa devido à MC no mapa solar	<ul style="list-style-type: none">• Identificar impactos positivos e negativos	<ul style="list-style-type: none">• Estudos prospectivos para integração como outras fontes
7. Nuclear Avaliação da expansão ou não do parque termonuclear brasileira	<ul style="list-style-type: none">• Impactos econômicos, sociais e ambientais• Estudo sobre o impacto da elevação da temperatura do circuito terciário de PWR sobre a eficiência de usinas	<ul style="list-style-type: none">• Estratégia para a energia nuclear no Brasil• Aumentar a segurança



Tabela 6. Matriz de recomendações para iniciativas e políticas de CT&I referentes à VIA – Recursos hídricos

CT&I referentes à vulnerabilidade	CT&I aos impactos	CT&I referentes à adaptação
1. Geração de hidroeletricidade Estudos de atualização de riscos hidrológicos Estudos de reservatórios	• Otimização/adequação dos modelos operacionais atuais	• Ampliação da quantidade e qualidade de Integração e complementaridade de fontes renováveis com hidroeletricidade
2. Controle de cheias Planejamento de uso e ocupação do solo Estudos de zonas de inundação; delimitação, novas tecnologias, critérios e procedimentos, sistemas de informação	• Desenvolvimento e implementação de Sistemas de previsão e alerta	• Critérios para desenvolvimento de planos de contingência
3. Variabilidade da disponibilidade hídrica Monitoramento e análise para definição de estados hidrológicos críticos (sistemas de informação)	• Gestão de uso múltiplo	• Instrumentos de gestão de conflitos
4. Escassez hídrica para o abastecimento público Monitoramento e análise para definição de estados hidrológicos críticos (sistemas de informação)	• Gestão de demanda (uso racional, reuso, equipamentos poupadores, controle de perdas)	• Critérios para desenvolvimento de planos de contingência
5. Deterioração da qualidade de água Sistema de monitoramento Modelagem da qualidade de água	• Tecnologia de controle de poluição	• Tecnologia de remediação e recuperação
6. Biota aquática Métodos e técnicas de monitoramento Desenvolvimento de indicadores	• Métodos e técnicas de conservação	• Métodos e técnicas de recuperação
7. Biotas terrestres Métodos e técnicas de monitoramento Desenvolvimento de indicadores Estudos de planejamento e técnicas de recuperação de mata ciliar Estudos de interação solo/água/planta	• Técnicas de conservação	• Técnicas de recuperação
8. Zonas costeiras Modelagem hidrodinâmica e de qualidade de água dos sistemas estuarinos	• Controle da erosão marginal	• Propostas e estudos de estruturas de recuperação



Tabela 7. Matriz de recomendações para iniciativas e políticas de CT&I referentes à VIA – Zonas costeiras

CT&I referentes à vulnerabilidade	CT&I aos impactos	CT&I referentes à adaptação
<p>1. População de zonas costeiras</p> <p>Identificação dos locais com ocupação inadequada</p> <p>Conscientização ambiental e dos riscos de ocupações irregulares</p> <p>Mapeamento e identificação das regiões mais suscetíveis e da evolução de sua ocupação</p>	<ul style="list-style-type: none"> Identificação de áreas propícias para o estabelecimento de habitações, em especial as populares 	<ul style="list-style-type: none"> Delimitação de áreas com risco eminente e elaboração de legislação para coibir ocupação irregular
<p>2. Infraestruturas</p> <p>Identificação das regiões portuárias, vias públicas e atividades de exploração mais suscetíveis a alterações nos regimes de ventos, chuvas, ondas e correntes</p> <p>Identificação de locais de apoio que já foram afetados em eventos extremos anteriores</p> <p>Avaliar comportamento, estrutural e funcional, das obras costeiras e portuárias, com nível de risco igual a 1%</p>	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação quantitativa de cargas e produtos com vistas a rearranjo provisório/definitivo das rotas usuais/alternativas de escoamento Aprimorar métodos, numéricos e experimentais, para cálculo do comportamento de ondas junto a estruturas (galgamento, espraçamento, transmissão) 	<ul style="list-style-type: none"> Tecnologia de dragagem com menor influência no meio e na disposição do material dragado Desenvolvimento de técnicas de construção civil caracterizadas pelo curto prazo de execução e baixo custo Utilização dos métodos numéricos aprimorados e calibrados às condições específicas
<p>3. Atividades econômicas</p> <p>Mapeamento de áreas de cultivo mais suscetíveis a alterações nos regimes de ventos, chuvas, ondas e correntes</p> <p>Identificação e/ou revalorização de (novos) potenciais turísticos</p> <p>Mapeamento de áreas de produção energética mais vulneráveis a alterações nos regimes de ventos, chuvas, ondas e correntes</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de técnicas para valoração dos impactos diretos e indiretos das mudanças climáticas sobre atividades econômicas Estudo de métodos de fertilização que compensem a degradação causada pela salinização Estudo dos fatores ambientais que causam queda de produtividade e eventual identificação de espécies mais resistentes Estudos de readaptação de espécies 	<ul style="list-style-type: none"> Demarcação de áreas propícias para novos cultivos e novas fazendas marinhas Demarcação de áreas propícias para implantação de projetos de geração de energia, através de fontes renováveis Logística de transportes associada à geopolítica, em face de mudanças climáticas
<p>4. Ambientes naturais</p> <p>Usos de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para mapeamento detalhado de áreas emersas e submersas, visando a classificação de vulnerabilidade dos ambientes</p> <p>Inventários de diversidade biológica climáticas</p> <p>Análises de risco ecológico</p> <p>Desenvolvimento e avaliação de métodos de valoração de serviços ambientais costeiras e oceânicas</p> <p>Mapear a evolução das dunas frontais, como formas naturais de conter a ação do mar, caracterizando os efeitos de variação da maré e efeitos eólicos</p> <p>Identificação de áreas alagáveis, resposta de praias e resposta de estruturas costeiras em relação ao nível médio relativo do mar</p> <p>Levantamento dos monitoramentos pretéritos de ondas</p> <p>Caracterizar a transformação das ondas de tempestade desde o oceano até a costa</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento e avaliação de indicadores (biológicos e abióticos) e índices de qualidade ambiental Quantificar a evolução das dunas frontais, em função dos efeitos de variação da maré e efeitos eólicos Caracterizar a forma das praias antes e depois das ressacas Estudos de modelagens oceanográficas e de interações oceano-atmosfera de médio prazo, visando compatibilização entre cenários ambientais, socioeconômicos e de saúde para subsidiar decisões Estudos de respostas fisiológicas de organismos chave de cada ambiente às projeções de mudanças Estudos teóricos e experimentais para utilização de dunas frontais como formas naturais de conter a ação do mar, incluindo os efeitos de variação da maré e efeitos eólicos Estudos experimentais e teóricos sobre evolução de praias em locais sujeitos à erosão e utilização de reposição de sedimentos (alimentação artificial) Extensão e acoplamento de modelos atmosféricos, hidrológicos, oceânicos e costeiros, em escala global, regional e local Avaliação continuada da evolução morfológica das praias 	<ul style="list-style-type: none"> Fomento à capacitação de pessoal especializado em temas correlatos aos ambientes costeiros e marinhos Fomento à inovação tecnológica Revisão de normas técnicas para obras costeiras e marítimas, contemplando estruturas menos impactantes e mais seguras frente a eventos extremos Revisão e adequação de normas técnicas para ocupação da orla considerando eventos extremos Desenvolvimento de ferramentas computacionais de apoio a decisão Utilização dos métodos numéricos aprimorados e calibrados às condições específicas Aperfeiçoar métodos de previsão de ondas a partir de modelos de circulação atmosférica Desenvolvimento de técnicas de aprimoramento biológico de manguezais, visando o reflorestamento Aprimorar métodos estatísticos de previsão de extremos de parâmetros ambientais, bem como de caracterização da permanência e da variabilidade temporal

Continua.....>>

Matrizes de recomendações para iniciativas e políticas de ciência tecnologia e inovação referentes à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima

Subsídios para uma agenda nacional de ciência, tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima



	<ul style="list-style-type: none"> • Aprimorar métodos, numéricos e experimentais, para cálculo do comportamento de ondas junto a estruturas (galgamento, espraçamento, transmissão) • Implantação de rede de monitoramento de parâmetros físico-químicos da água ao longo da costa brasileira, disponibilizado em tempo real via internet • Implantação de rede de monitoramento meteorológico marinho ao longo da costa brasileira, disponibilizado em tempo real via internet • Implantação de rede de monitoramento ambiental para ecossistemas mais ameaçados (recifes de coral) • Monitorar simultaneamente parâmetros meteorológicos e oceanográficos • Monitorar, permanentemente, o nível do mar com base em uma Rede Maregráfica hierarquizada composta por estações-base, estações secundárias e estações temporárias 	
<p>5. Serviços públicos</p> <p>Estudo de influências das mudanças climáticas sobre os mananciais de água e sobre a dinâmica dos sistemas hídricos</p> <p>Estudo de influências recíprocas entre serviços públicos decorrentes das mudanças climáticas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo sobre situações críticas nos serviços ou componentes específicos deles • Prioridades de medidas redutoras de impactos sociais • Aprimorar métodos, numéricos e experimentais, para cálculo do comportamento de ondas junto a estruturas (galgamento, espraçamento, transmissão), como ferramenta para avaliação de impactos, bem como para dimensionamento de respostas • Confecção de Modelos Digitais Temáticos de Terreno como condição necessária para execução confiável dos modelos de projeto e operação de serviços públicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudanças no marcos legais incidentes sobre os serviços nas três esferas de governo • Reprogramação das linhas de financiamento para expansão e/ou reconversão dos serviços públicos • Novas tecnologias de projeto, implantação e operação dos serviços • Utilização dos métodos numéricos aprimorados e calibrados às condições específicas • Projetar redes de abastecimento e vias de comunicação em situações de emergência ou de calamidade
<p>6. Aspectos políticos/administrativos</p> <p>Estudos sobre os setores mais vulneráveis da administração relativos à gestão costeira</p> <p>Pesquisa sobre conhecimento do fenômeno das mudanças climáticas em diferentes grupos sociais</p> <p>Mapeamento de conflitos decorrentes de cenários de mudanças climáticas</p> <p>Estudo sobre o estado de arte dos sistemas de monitoramento e necessidades para o seu fortalecimento</p> <p>Estudos sobre as incidências das mudanças climáticas sobre os instrumentos de ordenamento territorial</p> <p>Estudo de necessidades de mão de obra especializada para a gestão pública ligada ao tema</p> <p>Identificação das necessidades de monitoramento e meios para a sua realização</p> <p>Ações de formação e capacitação profissional com ênfase no nível municipal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisas do comportamento da oferta e demanda de mercado de imóveis • Levantamento de necessidades de formação profissional e técnica voltadas à minimização de impactos • Monitoramento ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de novos modelos organizacionais para a gestão costeira intra e intergovernamental • Definição de uma política de sensibilização pública sobre os eventos extremos e progressivos decorrentes das mudanças climáticas • Diretrizes para fortalecimento das ações de emergência • Revisão das ofertas de formação profissional relativos ao ambiente costeiros • Flexibilização da legislação referente à aquisição de equipamentos e serviços de manutenção preventiva e corretiva • Indução de projetos cooperativos entre Universidades e Órgãos Municipais de Planejamento para avaliação de vulnerabilidade da zona costeira • Articulação em nível estadual das diversas iniciativas municipais

Continua.....>>



>>.....Continuação

7. Gestão estratégica

Identificação da percepção da vulnerabilidade junto aos órgãos municipais e sociedade

Identificação da percepção da vulnerabilidade junto aos órgãos municipais e sociedade (exemplo Tabela a seguir, a ser preenchida segundo metodologia Delphi)

Elaborar mapas temáticos das zonas de risco de erosão, de assoreamento, de inundação costeira, de serviços de saúde, de redes de transporte, de riscos endêmicos, de densidade populacional e população por km de linha de costa etc., com atualização a cada 10 anos

Levantamento dos investimentos de C&T feitos para ampliação do conhecimento sobre a zona costeira

Avaliação do estado atual das Redes Geodésicas Nacionais (altimétrica, gravimétrica, planimétrica)

Incluir assuntos marinhos e costeiros em todos os grandes ramos da Árvore de Conhecimento MCT/MEC para avaliação adequada da vulnerabilidade

• Estudos teóricos e experimentais para utilização de dunas frontais como formas naturais de conter a ação do mar, incluindo os efeitos de variação da maré e efeitos eólicos

• Estudos experimentais e teóricos sobre evolução de praias em locais sujeitos à erosão e utilização de reposição de sedimentos (alimentação artificial)

• Criar base cartográfica unificada para a zona costeira, englobando áreas emersas e submersas, bem como estabelecer relação entre o nível de referência das Cartas Náuticas e o Datum IBGE

• Confeccionar de Modelos Digitais Temáticos de Terreno como condição necessária para execução confiável dos modelos

• Utilização dos métodos numéricos aprimorados e calibrados às condições específicas

• Implantar e aperfeiçoar sistemas operacionais de previsão de ondas e de nível do mar a partir de modelos de circulação atmosférica

• Recomposição da Rede Geodésica Nacional para incluir áreas costeiras e estuarinas

• Caracterizar a transformação das ondas de tempestade desde o oceano até a costa

• Incluir de assuntos marinhos e costeiros na Árvore de Conhecimento MCT/MEC para avaliação adequada de pesquisas sobre respostas

Tabela 8. Matriz de recomendações para iniciativas e políticas de CT&I referentes à VIA – Áreas urbanas

CT&I referentes à vulnerabilidade	CT&I aos impactos	CT&I referentes à adaptação
<p>Avaliação de vulnerabilidade com base em indicadores de vulnerabilidade</p> <p>Classificação das áreas de risco (por grau de vulnerabilidade)</p> <p>Estudos sobre populações, áreas e setores vulneráveis a eventos climáticos adversos em virtude de variabilidade e mudanças climáticas</p> <p>Estudos, levantamentos de dados operacionais sobre vulnerabilidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos econômicos, sociais e ambientais de eventos de natureza climática como inundações e deslizamentos • Quantificação das externalidades (exemplo da indústria de petróleo). Pensar o lado econômico (incentivos e desincentivos econômicos) • Impactos de pressão econômica sobre as pessoas • Impactos de malaria da Amazônia: devido ao clima e devido ao desmatamento • Identificação e quantificação de impactos e como eles ocorrem 	<ul style="list-style-type: none"> • Renaturalização (recriação de microclimas, de revegetação adequadas, revitalização de cursos de água) para áreas urbanas Que alternativas viáveis para implementar em cidades brasileiras? • Alternativas de captação de água para as cidades • Desenvolver modelos preditivos de catástrofes e eventos climáticos • Arquitetura urbana sustentável (telhados ecológicos, prédios com iluminação natural e ventilação, etc, espaços urbanos adequados) • Como a vegetação melhora a qualidade da vida nas cidades, reduz ilhas de calor, inundações etc. • Possibilidade de abastecimento de água nas grandes cidades (ver o Mapa da ANA) e fontes alternativas de abastecimento de água em épocas emergenciais e pós-desastre • Transportes sustentáveis, energia, sustentabilidade e cidadania (saúde incluído) • Serviços ambientais e adaptação a mudanças climáticas • Alternativas de economia sem carbono • Sustentabilidade urbana • Economia política das mudanças climáticas (cadeia) • Relação entre desenvolvimento e mudanças climáticas • Reduzir vulnerabilidade nas cidades brasileiras • Como reduzir vulnerabilidades em relação a descargas elétricas e outros eventos, com recorte de gênero

Matrizes de recomendações para iniciativas e políticas de ciência tecnologia e inovação referentes à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima

Subsídios para uma agenda nacional de ciência, tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima



Tabela 9. Matriz de recomendações para iniciativas e políticas de CT&I referentes à VIA – Saúde humana

CT&I referentes à vulnerabilidade	CT&I aos impactos	CT&I referentes à adaptação
<p>1. Endemias, rurais e urbanas</p> <p>Populações e regiões sujeitas a problemas de saúde em virtude de mudanças climáticas</p> <p>Indicadores de água nos municípios</p> <p>Estudos sobre malaria e outras endemias, numa região</p> <p>Áreas de investimentos do PAC na Amazônia</p> <p>Análise da vulnerabilidade e potencialidade política e institucional do Sistema Nacional de Defesa Civil</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos na saúde humana e animal e quantificação física e financeira desses impactos e como eles ocorrem • Como a variação climatológica afeta as populações biológicas de interesse para a saúde (patógenos e vetores) • Como a variação climatológica e socio-ambiental afetam as doenças não vetoriais (cardíacas, respiratórias etc), objetivando a criação e melhoramento de modelos preditivos capazes de estimar risco 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudos específicos sobre mudanças climáticas e ciências humanas • Estudos sobre estratégias de adaptações urbanas • Estudos para base de dados em saúde, áreas urbanas • Ações para reduzir vulnerabilidade a mudanças climáticas na área de saúde
<p>2. Aspectos político-sociais</p> <p>Levantamento da vulnerabilidade do ponto de vista das ciências sociais</p> <p>Levantamento da vulnerabilidade sob o aspecto interinstitucional</p> <p>Levantamento da vulnerabilidade sob os aspectos de gênero, cor, raça (ou) (Como fatores como gênero, cor, raça, disability, conferem maior vulnerabilidade (maior risco), qualitativa e quantitativamente)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Valoração econômica, social e ambiental de impactos • Estudos interdisciplinares sobre aspectos político-sociais de impactos • O que pode ser atribuível a mudanças do clima com relação a impactos econômicos, sociais e ambientais • Estudos intersetoriais e interinstitucionais de mudanças climáticas • Estudos de casos, estudos comparativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas públicas para adaptação: aspectos sociais e políticos • Instituições, os órgãos ambientais, as regulamentações existentes em face das necessidades, a burocracia desnecessária, o caso da utilização de água salobra para irrigação (os israelenses dizem que sim) • Estudos intersetoriais, incluindo todas as instituições com interesse no tema • Novos modelos de desenvolvimento sustentável, formas alternativas de desenvolvimento social • Relações internacionais e mudanças climáticas • Tradução dos resultados de pesquisas em linguagem acessível e difusão para o grande público (por exemplo, através de redes como a Rede Clima e outras)
<p>3. Sinergia de riscos, possibilidades de desastres mistos e desastres secundários</p> <p>Estudos e identificação de áreas com sinergia de riscos, possibilidades de desastres mistos e desastres secundários</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação de custos de externalidades ocultas (exemplo, custo de tratamento de hepatite C, causada por eventos extremos) • Impactos materiais e humanos e quantificação de prejuízos 	<ul style="list-style-type: none"> • Migrações internacionais e ilegais versus escassez de recursos naturais e mudanças climáticas (o Brasil poderá ser um dos territórios mais visados) • Modelos de avaliação integrada, sócio-ambiental e de saúde • Com base na identificação e quantificação de impactos, fazer estudos e pesquisas sobre estratégias de adaptação • Estimular mais pesquisas sobre sistemas de alerta e comunicação

Matrizes de recomendações para iniciativas e políticas de ciência tecnologia e inovação referentes à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima

Subsídios para uma agenda nacional de ciência, tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima



Referências bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). Atlas Nordeste: abastecimento urbano de água, alternativa de oferta de água para as sedes municipais da Região Nordeste do Brasil e do norte de Minas Gerais. Brasília: ANA, SPR, 2006. 80 p.
- AMBRIZZI, T. et al. Cenários regionalizados de clima no Brasil para o Século XXI: Projeções de clima usando três modelos regionais. Relatório 3, Ministério Do Meio Ambiente (MMA); Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF); Diretoria de Conservação da Biodiversidade (DCBio). Brasília, fev. 2007.
- AMBRIZZI, T. et al. Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, fev. 2007.
- ANDERSON, P.K. et al. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agro technology drivers. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 19, n. 10, p. 535-544, 2004.
- BANCO MUNDIAL. Drought in the Amazon: scientific and social aspects - report of a World Bank Seminar. Brasília, 12 Dec. 2005.
- BERLATO, M. A.; CORDEIRO, A. P. A. Variabilidade climática e agricultura do Rio Grande do Sul. In: FEDERAÇÃO DOS CLUBES DE INTEGRAÇÃO E TROCA DE EXPERIÊNCIA-FEDERACITEA, 2005, Porto Alegre. As estiagens e as perdas na agricultura: fenômeno natural ou imprevidência? Porto Alegre: Gráfica, 2005. p. 43-59.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). Mudanças do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação. *Revista Parceria Estratégicas*, Brasília, n. 27, 2008.
- COELHO-ZANOTTI, M.S.S. . Uma análise estatística com vistas à previsibilidade de internação por doenças respiratórias em função das condições meteorotrópicas na cidade de São Paulo. 2007. 196f. Tese (Doutorado) - Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- COLOMBO, A. C. Conseqüências potenciais das mudanças climáticas globais para espécies arbóreas da Mata Atlântica. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (CIM). Plano Nacional sobre Mudança do Clima. Brasília, 2008.
- CONFALONIERI; MARINHO, D. P. Mudança climática global e saúde: perspectivas para o Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Instituto Pereira Passos, 2007. 19 p.
- COSTA, M. H. et al. Climate change in Amazonia caused by soybean cropland expansion, as compared to caused by pastureland expansion. *Geophys. Res. Lett.*, v. 34, 2007. DOI: 10.1029/2007GL029271.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. Brasília, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Agropecuária. Brasília: Pronapa, 2008.
- FREITAS, M. A. V. Hidreletricidade no Brasil: perspectivas de desenvolvimento e sustentabilidade. O Estado das Águas no Brasil, Brasília, Agência Nacional de Águas (ANA), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Organização Meteorológica Mundial (OMM), Banco Mundial (BIRD), p. 49-63, maio 2003.
- GENTRY, A.H. Neotropical floristic diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. v. 69, p. 557-593, 1982.
- GHF. Human impact report, climate change: the anatomy of a silent crisis. In: GLOBAL HUMANITARIAN FÓRUM, 2009, Geneva. Disponível em: <<http://assets.ghf-ge.org/downloads/humanimpactreport.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2009.
- HULME, M., SHEARD N. Cenários e alterações climáticas para o Brasil. Climate Research Unit, Norwich, 6 p.,1999.



- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2007: climate change impacts, adaptation and vulnerability. 2007. Contribuição do grupo de trabalho II para o quarto relatório de avaliação do painel intergovernamental sobre mudança do clima.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2007: the physical science basis, 2007.
- MARENGO, J. A. Cenários de mudanças climáticas para o Brasil em 2100. *Ciência & Ambiente*, v. 34, p. 100 -125, 2007.
- MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. *Biodiversidade* 26, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2006.
- MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. p. 214, v.1.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). Análise da vulnerabilidade da população brasileira aos impactos sanitários das mudanças climáticas. Brasília, 2007.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Plano Nacional de Energia. Brasília, 2007.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade In: Mudanças Climáticas e possíveis alterações nos Biomas da América do Sul (Relatório, 6). São Paulo: MMA, 2006.
- MÜEHE, D.; NEVES, C. F. Impactos das mudanças climáticas nas zonas costeiras. *Cadernos NAE*, v.1, n. 3, p. 187-194, 2005. Disponível em: <<http://www.nae.gov.br>>. Acesso em: 03 nov. 2009.
- NOBRE, C. A. et al. Mudanças climáticas e possíveis alterações nos biomas da Mata Atlântica do Estado do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <www.ambiente.rj.gov.br/pages/sup_clim_carb/downloads/mata_atlantica.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2009.
- NOBRE, C.A.; SELLERS, P.J.; SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. *J. Clim.*, v. 4, p. 957-988, 1991.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. Forest resources assessment. 2005. Disponível em: <www.fao.org/forestry>. Acesso em: 04 nov. 2009.
- SALATI, E. Tendências das variações climáticas para o Brasil no século XX e balanços hídricos para cenários climáticos para o século XXI. Sub-projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. In: Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade (Relatório, 4). Brasília, 2006.
- SALDIVA, P.H.N. et al. Respiratory alterations due to urban air pollution: an experimental study rats. *Environ. Res.*, v. 57, p. 19- 33,1992.
- SAMPAIO, G. et al. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. *Geophysical Research Letters*, v. 34, 2007. DOI: 17710.11029/12007GL030612.
- SCHOLZE, M. et al. A climate change risk analysis for world ecosystems. *PNAS*, n. 103, p. 13116-13120, 2006.
- SIQUEIRA, M. F. D.; PETERSON, A. T. Consequences of global climate change for geographic distributions of Cerrado tree species. *Biota Neotropica*, n. 3, 2003.
- SIQUEIRA, O. J. W.; SALLES, L.A.B.; FERNANDES, J.M. Efeitos potenciais das mudanças climáticas na agricultura brasileira e estratégias adaptativas para algumas culturas. In: LIMA, M.A.; CABRAL, O.V.R.; MIGUEZ, J.D.G. (Ed.) Mudanças Climáticas Globais e a Agricultura Brasileira. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 2001, p. 33-63.
- UNIVERSIDADE DO RIO DE JANEIRO. Coordenação dos Programas de Pós Graduação em Engenharia (COPPE). Mudanças climáticas e segurança energética no Brasil. Rio de Janeiro, Coppe/UFRJ, 2008.
- XAVIER, T. M. B. S.; PEREIRA FILHO A. J.; XAVIER, A. F. S.; DIAS, P. L. S. Mudanças climáticas nas cidades e interferências com o aquecimento global. *Boletim SBMET*, p. 61-68, ago.- dez. 2008.



Participantes das oficinas de trabalho do CGEE

- **Ada Cristina Gonçalves**
Financiadora de Estudos e Projetos (Finep)
- **Aderita Ricarda Martins de Sena**
Ministério da Saúde (MS)
- **Agostinho Ogura**
Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)
- **Alaor Moacyr Dall'Antonia**
Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet)
- **Alberto Costa Lopes**
Ministério do Meio Ambiente (MMA)
- **Aldemir Dantas Barboza**
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
- **Alisson Barbieri**
Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional de Minas Gerais / Universidade Federal de Minas Gerais (Cedeplar)
- **Ana Fani Alessandri Carlos**
Universidade de São Paulo (USP)
- **Ana Lucia Dolabella**
Ministério do Meio Ambiente (MMA)
- **André Felipe Simões**
Unicamp – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
- **André Odenbreit Carvalho**
MRE – Ministério das Relações Exteriores (MRE)
- **Alexandre Kolodynskie Guetter**
UFPR – Universidade Federal do Paraná (UFPR)
- **Alexandre Louis de Almeida D'Avignon**
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
- **Antônio Rocha Magalhães**
CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)
- **Antônio Josino**
CNI – Confederação Nacional da Indústria (CNI)
- **Artur Coimbra**
SAE – Secretaria Nacional de Assuntos Estratégicos (SAE)
- **Bárbara Franz**
IVIG/UFRRJ – Instituto Internacional de Mudanças Globais / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
- **Bias Marçal de Faria**
Petrobras
- **Bráulio Ferreira de S. Dias**
MMA - Ministério do Meio Ambiente (MMA)
- **Bruna Craveiro**
MMA - Ministério do Meio Ambiente (MMA)
- **Bruno José Rodrigues Alves**
Embrapa Agrobiologia
- **Camilo Torres Sanchez**
Ufam – Universidade Federal do Amazonas (Ufam)
- **Claudia Daza Andrade**
IVIG/UFRRJ – Instituto Internacional de Mudanças Globais / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
- **Cláudia Morosi Czarneski**
Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)
- **Cláudio Belmonte de A. Borher**
UFF – Universidade Federal Fluminense (UFF)
- **Claudio Freitas Neves**
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
- **Carlos Martinez Ruiz**
UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)
- **Clovis Barreira e Castro**
Museu Nacional da UFRJ
- **Cristina Bentz**
Petrobras
- **Daniel Rigo**
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
- **David Man Wai Zee**
UVA/UERJ – Universidade Veiga de Almeida / Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
- **Debora Cynamon Kligerman**
Fiocruz
- **Denílson Ferreira**
Mapa - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa)
- **Diana Marinho**
Fiocruz
- **Dora Ann Canhos**
Cria – Centro de Referência em Informação Ambiental (Cria)
- **Ednaldo de Paiva Pereira**
IVIG/UFRRJ – Instituto Internacional de Mudanças Globais / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
- **Eliana M. G. Fontes**
CCCTM / CNPq - Programa de Pesquisa em Ciências da Terra e Meio Ambiente / Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
- **Emerson Galvani**
USP – Universidade de São Paulo (USP)
- **Flávio Justino**
UFV – Universidade Federal de Viçosa (UFV)
- **Francis La Cerda**
Itep – Instituto de Tecnologia de Pernambuco (Itep)
- **Francisco de Assis Mendonça**
UFPR – Universidade Federal do Paraná (UFPR)
- **Francislene Angelotti**
Semiárido/Embrapa
- **Gilvan Sampaio de Oliveira**
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe)
- **Glauco Kimura de Freitas**
WWF
- **Gotardo Machado de Souza Junior**
Conab – Companhia Nacional de Desenvolvimento (Conab)
- **Haroldo de Oliveira Machado Filho**
MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)
- **Ima Célia Guimarães Vieira**
MPEG - Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)
- **João Leonardo da Silva Soito**
Coppe/UFRJ
- **Jörgen Leeuwestein**
CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)
- **José Almir Cirilo**
UFPE/CT-Hidro – Universidade Federal de Pernambuco / Fundo Setorial de Recursos Hídricos (UFPE)
- **José Antonio Marengo Orsini**
CSST/Inpe - Centro de Ciência do Sistema Terrestre / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
- **José Antonio Sena do Nascimento**
IVIG/UFRRJ – Instituto Internacional de Mudanças Globais / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
- **José Artur Padilha**
STR - Sistemas Técnicos Racionais Ltda (STR)
- **José Edil Benedito**
ANA - Agência Nacional de Águas (ANA)
- **José Maurício Fernandes**
Trigo/Embrapa
- **José Roberto de Lima**
MMA - Ministério do Meio Ambiente (MMA)
- **Juliano de Queiroz Souza**
IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA)
- **Luciana de S. de Oliveira**
IVIG/UFRRJ – Instituto Internacional de Mudanças Globais / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
- **Luiz Pingueli Rosa**
Coppe/UFRJ
- **Magda Aparecida de Lima**
Embrapa
- **Manoel Regis Lima Verde Leal**
Cemea/CTBE – Centro de Tecnologia do Bioetanol (CTBE)
- **Marcelo de Souza da Silva**
IVIG/UFRRJ – Instituto Internacional de Mudanças Globais / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
- **Marcelo Khaled Poppe**
CGEE
- **Marcelo Theoto Rocha**
Esalq – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)
- **Marcio Giannini Pereira**
Cepel/UFRRJ - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
- **Marco A. Vasconcelos de Freitas**
Coppe/UFRJ
- **Marcos Heil Costa**
UFV – Universidade Federal de Viçosa (UFV)
- **Marcos Toscano**
SAE – Secretaria Nacional de Assuntos Estratégicos (SAE)
- **Maria Regina Maroun**
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
- **Martha Macedo de Lima Barata**
Fiocruz
- **Mayra Juruá G. de Oliveira**
CGEE
- **Mercedes Mª da C. Bustamante**
UnB – Universidade de Brasília (UnB)
- **Micheline de Souza Z. Stagli Coelho**
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet)
- **Mônica de Oliveira Santos**
MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)
- **Mônica Porto**
Procamp/USP – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental / Universidade de São Paulo (USP)
- **Neilton Fidelis da Silva**
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
- **Norma Valêncio**
UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)
- **Núbia Elizabeth de S. e Silva**
MMA - Ministério do Meio Ambiente (MMA)
- **Paulo Hilário Nascimento Saldiva**
USP – Universidade de São Paulo (USP)
- **Paulo Nobre**
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
- **Peter Mann de Toledo**
Idesp - Instituto de Desenvolvimento Econômico-Social (IDESP)
- **Pietro Erber**
Inee – Instituto Nacional de Eficiência Energética (Inee)
- **Rafael de Oliveira Tiezzi**
Unicamp
- **Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues**
MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)
- **Ricardo Camargo**
IAG/USP – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (USP)
- **Roberto Cavalcante**
SPA/Mapa – Secretaria de Política Agrícola/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa)
- **Roberto Germano**
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)
- **Roberto Teixeira Luz**
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
- **Robinson A. da Rocha Braga**
Ufac – Universidade Federal do Acre (Ufac)
- **Rogério Vasconcelos Sá**
Finep
- **Sílvia Maria Velho**
CGEE
- **Silvio Santana**
FGEB - Fundação Grupo Esquel Brasil (FGEB)
- **Silvio Steinmetz**
Clima Temperado/Embrapa
- **Sonia Gianesella**
USP – Universidade de São Paulo (USP)
- **Suzana Maria Gico Lima Montenegro**
UFPE – Universidade Federal do Pernambuco (UFPE)
- **Teresinha de Maria Bezerra S. Xavier**
UFC – Universidade Federal do Ceará (UFCe)
- **Thelma Krug**
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
- **Thiago Varanda Barbosa**
MDS – Ministério do Desenvolvimento Social (MDS)
- **Ticiano Marinho de Carvalho Studart**
UFC – Universidade Federal do Ceará (UFCe)
- **Tirso Ramón Rivas Ortega**
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
- **Ulisses Eugenio C. Confalonieri**
Fiocruz
- **Vanderlei Canhos**
Cria – Centro de Referência em Informação Ambiental (Cria)
- **Wagner Costa**
USP – Universidade de São Paulo (USP)
- **Weber Antonio Neves Amaral**
USP – Universidade de São Paulo (USP)



cg ee

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

Ministério da
Ciência e Tecnologia

