



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**  
Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA

**MINUTA DE RELATÓRIO**  
GRUPO DE TRABALHO IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL E O PAPEL DO  
CONAMA NA ADOÇÃO DE MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO

## 1. INTRODUÇÃO

***"A vulnerabilidade depende da capacidade de adaptação que se dá, principalmente, em função do nível de pobreza".***

A referência ao tema *adaptação* é sempre muito delicada, pois a adoção de medidas nesse campo requer a aplicação de um método específico, minimamente consolidado, que permita a consecução de seus objetivos. O alvo de medidas de adaptação varia de acordo com o método adotado e pode se referir a um país inteiro, a um estado, município, região, bacia hidrográfica; a escolha dessas medidas vai depender dos impactos percebidos, das vulnerabilidades (sócio-econômicas e climáticas) e das práticas (de adaptação) já adotadas.

As conseqüências da mudança climática (impactos) em um determinado sistema depende do seu grau de suscetibilidade (vulnerabilidade) aos efeitos da mudança climática, ou da sua capacidade de administrar (responder a) esses efeitos.

A vulnerabilidade de um sistema, por sua vez, se dá em função do caráter, da dimensão e da taxa de variação climática a qual um sistema é exposto, de sua sensibilidade e de sua capacidade de adaptação.

As vulnerabilidades podem ser exacerbadas por outros fatores não relacionados diretamente às Mudanças Climáticas, que reduzem a resiliência, e que também podem reduzir a capacidade de adaptação por causa da alocação dos recursos a outras necessidades. As medidas de adaptação são realizadas com freqüência em resposta apenas à mudança do clima, mas podem ser integradas, por exemplo, ao manejo dos recursos hídricos, defesa costeira e planejamento contra desastres.

O sentido estrito conferido à mudança do clima pela Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e seus instrumentos é outro aspecto relevante e que precisa ser sempre considerado. Mudança do clima significa uma mudança de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana, que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis.

No entanto, a avaliação realizada pelo IPCC tem por objeto o entendimento científico atual dos impactos da mudança do clima nos sistemas naturais, manejados e humanos, a capacidade de adaptação desses sistemas e sua vulnerabilidade.

Medidas de adaptação podem ser adotadas em resposta a um efeito já percebido (natureza reativa) ou em resposta a um cenário (sócio-econômico e/ou climático) previamente estabelecido (natureza pró-ativa). A Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, não obstante atuar em ambas as vertentes da adaptação, incentiva fortemente a adoção de medidas preventivas, que possam minimizar, ou mesmo inibir totalmente, os impactos projetados.

De qualquer modo, a adaptação será necessária para tratar dos impactos provocados pelo aquecimento que já não pode ser evitado, por ser decorrente das emissões passadas. O Painel Intergovernamental de Mudança do Clima, o IPCC<sup>1</sup> afirmou, em seu 4º Relatório, que emissões passadas causarão inevitavelmente um aumento de temperatura de mais de 0,6°C até o final do século, mesmo que

<sup>1</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change.

as concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa permaneçam nos níveis do ano 2000. Nem mesmo os esforços mais rigorosos de mitigação conseguiriam evitar certos impactos da mudança do clima nas próximas décadas, o que torna a adaptação essencial, em especial para tratar dos impactos de curto prazo. É provável que a mudança do clima não mitigada supere, em longo prazo, a capacidade de adaptação dos sistemas naturais, manejados e humanos.

A gama de possíveis respostas de adaptação existentes para as sociedades humanas é muito vasta, as quais vão desde as puramente tecnológicas (por exemplo, defesa do mar), até as de gestão (por exemplo, alteração das práticas agropecuárias) e políticas (por exemplo, planejamento de regulamentações de uso e ocupação do solo), passando pelas comportamentais (por exemplo, alteração das escolhas de alimentação e lazer). Enquanto a maior parte das tecnologias e estratégias é conhecida e desenvolvida em alguns países, as publicações avaliadas pelo IPCC em seu 4º Relatório não indicam a eficácia de várias opções na redução completa dos riscos, especialmente em níveis mais altos de aquecimento e impactos correspondentes e para os grupos vulneráveis. Além disso, há barreiras ambientais, econômicas, de informação, sociais, atitudinais e comportamentais para a implantação da adaptação. Para os países em desenvolvimento, a disponibilidade de recursos e a capacitação para a adaptação são especialmente importantes.

Já foi constatada a implementação de algumas medidas de adaptação, ainda que esparsas e desarticuladas, e algumas vezes sem a interferência do Poder Público, em regiões vulneráveis e que já sofrem com os impactos decorrentes dessa mudança. É preciso, no entanto, que essas práticas sejam precedidas de um planejamento que possibilite a necessária integração dessas práticas, sob pena de não se alcançar os resultados esperados.

Não se pode esperar, contudo, que a adaptação sozinha trate de todos os efeitos projetados da mudança do clima, especialmente em longo prazo, uma vez que a maioria dos impactos aumenta em magnitude.

Uma forma de aumentar a capacidade de adaptação é introduzir a consideração dos impactos da mudança do clima nos planos de desenvolvimento, como, por exemplo, inserindo medidas de adaptação no planejamento do uso da terra e nos projetos de infra-estrutura e inserindo medidas de redução da vulnerabilidade nas estratégias existentes de redução dos riscos de desastres.

Tendo em vista a complexidade do tema, é preciso cautela por parte do Poder Público e da sociedade em geral para que a seriedade do assunto não permita que o tratemos de forma desarticulada e sem embasamento científico necessário em nome de uma pretensa emergência. A articulação é, por sua natureza, um processo relativamente lento e que envolve a disseminação de informação e capacitação dos formadores de opinião, de forma que seja maximizada a sua consideração pelos formuladores de políticas.

Assim, em cumprimento a essa atribuição conferida ao Poder Público, têm sido estabelecidos diversos *fora* de comunicação, como o GT-Clima da Câmara Técnica de Economia e Meio Ambiente do CONAMA.

## 1.1. CONVENÇÃO SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima refere-se ao tema *adaptação* em diversos artigos, dos quais destacam-se:

- artigo 2 – objetivos da Convenção, onde diz que o nível de interferência antrópica perigosa no sistema climático que deve ser evitado deverá ser alcançado num prazo suficiente que permita aos ecossistemas adaptarem-se naturalmente às mudanças climáticas (...);
- artigo 4.1. (b) – compromisso das partes de estabelecerem medidas que facilitem a adequada adaptação às mudanças climáticas;
- artigo 4.1 (e) – compromisso das partes de cooperarem nos preparativos para a adaptação aos impactos da mudança do clima; desenvolver e elaborar Programas adequados e integrados para a gestão de zonas costeiras, recursos hídricos e agricultura, e para a proteção e recuperação de regiões, particularmente na África, afetadas pela seca e desertificação, bem como por inundações;

- artigo 4.1 (f) – compromisso das partes de levarem em conta, na medida do possível, os fatores relacionados com a mudança do clima em suas políticas e medidas sociais, econômicas e ambientais pertinentes, bem como empregar métodos adequados, tais como avaliações de impactos, formulados e definidos nacionalmente, com vistas a minimizar os efeitos negativos na economia, na saúde pública e na qualidade do meio ambiente, provocados por projetos ou medidas aplicadas pelas Partes para mitigarem a mudança do clima ou a elas se adaptarem;
- artigo 4.4 – as partes países desenvolvidos e demais partes envolvidas incluídas no anexo II devem também auxiliar as partes em desenvolvimento, particularmente vulneráveis aos efeitos negativos da mudança do clima, a cobrirem os custos de sua adaptação a esses efeitos negativos;
- artigo 4.8 - no cumprimento dos compromissos previstos neste artigo, as partes devem examinar amplamente que medidas são necessárias tomar sob esta Convenção (...), para atender as necessidades e preocupações específicas das partes países em desenvolvimento resultantes dos efeitos negativos da mudança do clima e/ou do impacto da implementação de medidas de resposta (...);
- artigo 4.9 – as partes devem levar plenamente em conta, no cumprimento das obrigações assumidas sob esta Convenção, a situação das Partes países em desenvolvimento, cujas economias sejam vulneráveis aos efeitos negativos das medidas de resposta à mudança do clima. (...)

O tema também é tratado pelos Órgãos Subsidiários sobre Aconselhamento Técnico e Científico (SBSTA<sup>2</sup>) e de Implementação (SBI<sup>3</sup>) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e do Protocolo de Quioto, principalmente no que se refere a metodologias; transferência de tecnologia; educação, treinamento e consciência pública e pesquisa e observação sistemática. Vale lembrar, por fim, que a Comunicação Nacional dos países também traz informações importantes sobre os principais impactos e vulnerabilidades observados e projetados em seus territórios, bem como sobre as medidas de resposta que estão sendo adotadas.

Até o momento, a única fonte de financiamento prevista no âmbito do regime multilateral de mudança global do clima para aplicação em ações de adaptação dá-se no âmbito do Protocolo de Quioto, no que diz respeito à regulamentação do Fundo de Adaptação, para o qual são destinados 2% dos valores das Reduções Certificadas de Emissão oriundas de atividades de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Deve-se ressaltar que os recursos a serem disponibilizados neste fundo serão provavelmente escassos para atender as demandas de todos os países e serão destinados prioritariamente àqueles mais vulneráveis aos efeitos adversos da mudança do clima, como os pequenos Estados insulares e os países de menor desenvolvimento relativo.

### **1.1.1. Programa de Trabalho de Nairobi**

O Programa de Trabalho de Nairobi sobre impactos, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas – NWP<sup>4</sup> tem por objetivo auxiliar os países, em particular os em desenvolvimento, a aprimorarem seus conhecimentos sobre impactos, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas, bem como auxiliá-los no processo de tomada de decisões referentes a medidas de resposta às mudanças climáticas, processo este que deve ser estruturado em bases científicas, técnicas e sócio-econômicas.

O NWP visa o alcance dos seguintes resultados:

- aumento da capacidade (no âmbitos internacional, regional e nacional) de identificar e compreender os impactos, a vulnerabilidade e a adaptação, bem como de selecionar e implementar ações práticas, efetivas e prioritárias;
- desenvolvimento, disseminação e uso do conhecimento de atividades práticas relacionadas à adaptação;

<sup>2</sup> Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice

<sup>3</sup> Subsidiary Body for Implementation

<sup>4</sup> Nairobi Work Programme on Impact, Vulnerability and Adaptation to Climate Change.

- ampliação do processo de cooperação entre os países, relevantes organizações, empresariado, sociedade civil e tomadores de decisão, objetivando o aprimoramento de suas habilidades para lidar com os riscos das mudanças climáticas;
- integração de ações de adaptação às mudanças climáticas com vistas à promoção do desenvolvimento sustentável.
- Métodos e instrumentos: desenvolvimento e disseminação de metodologias e ferramentas para avaliação de impacto e vulnerabilidade e planejamento da adaptação;
- Dados e observações: aprimoramento da coleta, gerenciamento, troca, acesso e uso de observações, dados e outras informações sobre variabilidade climática atual e histórica;
- Modelagem climática, cenários e “downscaling”: promoção do desenvolvimento, acesso e uso de informações e dados em projeções de mudanças climática;
- Riscos relacionados ao clima e eventos extremos: promoção do entendimento sobre impactos e vulnerabilidade, enfatizando a variabilidade climática atual e futura, os eventos extremos e suas implicações para o desenvolvimento sustentável;
- Informações Sócio-Econômicas: aprimoramento do conhecimento sobre os aspectos sócio-econômicos das mudanças climáticas, bem como promoção e integração de informação sócio-econômica sobre avaliação de impacto e vulnerabilidade;
- Programas e práticas em adaptação: coleta, análise e disseminação de informação nas práticas e medidas adaptativas do passado e atuais, incluindo projetos, estratégias de curto e longo prazo e conhecimento local e indígena;
- Pesquisas e Tecnologias para adaptação: promoção da pesquisa sobre opções de medidas adaptação, bem como o desenvolvimento e difusão de tecnologias e *know-how*, construídas a partir das lições aprendidas com projetos e estratégias de adaptação atuais;
- Diversificação econômica: promover o entendimento, o desenvolvimento e a disseminação de meios de aumentar a capacidade econômica.

## 1.2. PRINCIPAIS CONCLUSÕES DO 4º RELATÓRIO DO IPCC

### 1.2.1. Introdução

A melhor informação disponível sobre mudança climática global é a avaliação científica do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática - IPCC<sup>5</sup>, criado em 1988 conjuntamente pela Organização Meteorológica Mundial - OMM<sup>6</sup> e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA<sup>7</sup>. Centenas de cientistas de dezenas de países têm participado da elaboração de seus relatórios, considerados internacionalmente como as mais confiáveis fontes de informações acerca das mudanças globais e suas causas. Importante lembrar que o IPCC não elabora estudos científicos, mas apenas compila as informações técnico-científicas disponíveis, selecionadas em mediante o atendimento de critérios técnicos previamente estabelecidos.

Em 1990, o IPCC publicou seu primeiro relatório<sup>8</sup> que é uma declaração investida de autoridade da comunidade científica internacional. Ele foi seguido por um suplemento em 1992 que atualizou, mas não mudou substancialmente as conclusões do relatório original. Este foi novamente atualizado em 1995<sup>9</sup> o terceiro relatório em 2001<sup>10</sup>.

5 Em inglês: Intergovernmental Panel on Climate Change. Sem siglas em português.

6 Em inglês: World Meteorological Organization – WMO

7 Em inglês: United Nations Environment Programme – UNEP

8 Em inglês: First Assessment Report - FAR

9 Segundo Relatório, em inglês, Second Assessment Report - SAR

10 Em inglês: Third Assessment Report - TAR

O Quarto Relatório de Avaliação do IPCC foi publicado durante o ano de 2007, sendo que o Relatório Síntese dos três Sumários para Formuladores de Políticas<sup>11</sup> será divulgado em Valência, Espanha, no dia 16 de novembro do corrente ano.

A cada novo relatório aumenta o nível de precisão dos cenários, tendo em vista que são incorporados mais conhecimentos científicos e aperfeiçoados os modelos matemáticos utilizados em sua elaboração.

O 4º Relatório do Segundo Grupo de Trabalho (WGII) do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC) é elaborado com base em resultados de pesquisas feitas nos últimos cinco anos, e aborda as consequências da mudança do clima sobre o ecossistema, a economia e a saúde dos seres humanos nos próximos cem anos, e até que ponto as medidas tomadas pelo homem podem reduzir esse impacto.

As afirmações presentes no Sumário são baseadas em dados obtidos desde 1970. O número de estudos das tendências observadas nos sistemas físicos e biológicos e suas relações com as mudanças climáticas regionais aumentaram consideravelmente desde o Terceiro Relatório do IPCC, divulgado em 2001. Os estudos recentemente apresentados também permitiram uma maior segurança na avaliação da relação entre o aquecimento e os impactos: as projeções apresentadas no 4º Relatório têm alto grau de confiabilidade, com chances de 8 entre 10 de probabilidade de acerto.

Algumas definições se fazem necessárias para o completo entendimento do Relatório:

- *Mudança do clima*, como termo usado pelo IPCC, refere-se a qualquer mudança do clima que ocorra ao longo do tempo em decorrência da variabilidade natural ou da atividade humana. Esse uso difere do da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em que *mudança do clima* se refere a uma mudança do clima 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.
- *Capacidade de adaptação* é a capacidade de um sistema de se ajustar à mudança do clima (inclusive à variabilidade climática e aos eventos extremos de tempo), moderando possíveis danos, tirando vantagem das oportunidades ou lidando com as consequências.
- *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. A vulnerabilidade é uma função do caráter, da magnitude e do ritmo da mudança do clima e da variação a que um sistema está exposto, bem como de sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação.

#### 1.2.2. 4º Relatório IPCC - conhecimento atual sobre os impactos observados da mudança do clima nos ambientes naturais e humanos

Embora a lacuna no conhecimento impeça o estabelecimento de tendências regionais (principalmente em relação à América Latina e África), a consistência entre as mudanças observadas e as modeladas em diversos estudos e o “acordo espacial” entre as significantes anomalias na temperatura e relevantes impactos de escala global é suficiente para concluir, com alto grau de confiabilidade, que o aquecimento global causado pelo homem nas últimas três décadas tem tido uma irrefutável influência em muitos sistemas físicos e biológicos.

Há quatro conjuntos de evidências que, juntos, respaldam essa conclusão:

- ✓ A Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho I concluiu ser muito provável que a maior parte do aumento observado na temperatura global média desde meados do século XX se deva ao aumento observado nas concentrações antrópicas de gases de efeito estufa.
- ✓ Das mais de 29.000 séries de dados observacionais, de 75 estudos, que mostram uma mudança significativa em muitos sistemas físicos e biológicos, mais de 89% concordam com a direção da mudança esperada em resposta ao aquecimento

---

<sup>11</sup> Os sumários executivos dos relatórios dos grupos de trabalho do IPCC estão disponíveis em português no *site* do Ministério da Ciência e Tecnologia: [www.mct.gov.br/clima](http://www.mct.gov.br/clima)

- ✓ Uma síntese global de estudos, feita nesta Avaliação, demonstra ser muito improvável que a concordância espacial entre as regiões de aquecimento significativo no globo e os locais de mudanças significativas, condizentes com o aquecimento, observadas em muitos sistemas se deva unicamente à variabilidade natural das temperaturas ou à variabilidade natural dos sistemas
- ✓ Finalmente, vários estudos de modelagem relacionaram as respostas de alguns sistemas físicos e biológicos com o aquecimento antrópico, comparando as respostas observadas nesses sistemas com as respostas modeladas em que os forçamentos naturais (atividade solar e vulcões) e os forçamentos antrópicos (gases de efeito estufa e aerossóis) são separados explicitamente. Os modelos que combinam os forçamentos naturais e os antrópicos simulam as respostas observadas significativamente melhor do que os modelos com apenas o forçamento natural.

Outros efeitos das mudanças climáticas regionais no meio ambiente natural e humano estão surgindo, embora seja difícil identificar muitos deles em razão da adaptação e dos fatores não-climáticos que os influenciam.

Conforme demonstra a Figura 1 do presente Relatório, há uma relação entre as alterações nos sistemas físicos e biológicos e o aumento da temperatura terrestre observados entre 1970 e 2005. Foram observadas na América Latina 53 mudanças significativas no sistema físico, das quais 96% guardam relação com a temperatura terrestre. Já com relação às mudanças biológicas, foram observadas apenas 5, as quais guardam relação com o aumento da temperatura em sua totalidade.

#### 1.2.3. 4 AR IPCC - conhecimento corrente sobre os impactos futuros da mudança do clima nos ambientes naturais e humanos

Atualmente, há informações mais específicas sobre uma ampla gama de sistemas e setores acerca da natureza dos impactos futuros. Apresenta-se a seguir uma seleção das principais descobertas acerca dos impactos projetados, bem como algumas descobertas sobre vulnerabilidade e adaptação, em cada sistema, setor e região para a faixa de mudanças climáticas (não mitigadas) projetadas pelo IPCC ao longo deste século, e que são consideradas importantes para as pessoas e o meio ambiente<sup>9</sup>. Os impactos refletem com frequência as mudanças projetadas na precipitação e outras variáveis do clima além de temperatura, nível do mar e concentrações de dióxido de carbono na atmosfera. A magnitude e a duração dos impactos irão variar de acordo com a magnitude e a duração da mudança do clima e, em alguns casos, com a capacidade de adaptação:

- Até meados do século, projeta-se que o escoamento anual médio dos rios e a disponibilidade de água aumentem em 10-40% nas altas latitudes e em algumas áreas tropicais úmidas e diminua em 10-30% em algumas regiões secas nas latitudes médias e nos trópicos secos, algumas das quais já sofrem atualmente de escassez de água.
- Áreas afetadas pelas estiagens têm mais de 66% de chance de aumentar. A frequência de ocorrência de chuvas intensas tem mais de 90% de chances de sofrerem aumentos, ampliando os riscos de inundação.
- A resiliência de muitos ecossistemas tem 66% de probabilidade de ser superada neste século por uma combinação sem precedentes de mudança do clima, perturbações associadas (por exemplo, inundações, secas, incêndios florestais, proliferação de insetos, acidificação dos oceanos) e outros fatores de mudança global (por exemplo, mudança no uso da terra, poluição, exploração excessiva dos recursos).
- Em altas latitudes, especialmente em regiões sazonais secas e tropicais, a produtividade de colheitas deve decrescer com o aumento de 1-2°C de temperatura, o que poderá representar um incremento ao número de famintos nessas regiões.
- Medidas de adaptação, tais como alteração de cultivares e frequência de plantios, permitirão que a produção de cereais em locais de baixa e média-alta latitude seja mantida ou até mesmo cresça no caso de um aquecimento moderado.
- Mudanças regionais na distribuição e produção de determinadas espécies de peixes devem ocorrer em virtude do aquecimento, com impactos adversos projetados para aquicultura e pesca.

- Estima-se que a costa litorânea esteja exposta a um aumento dos riscos, incluindo-se a erosão costeira, em virtude da mudança do clima e do aumento do nível do mar e dos efeitos exacerbados pelo crescimento da pressão humana nessas áreas.
- Até 2080, milhões de pessoas serão vítimas de inundações nessas áreas em virtude do aumento do nível do mar. Áreas mais populosas e de baixa altitude, em que a capacidade de adaptação é relativamente baixa, e aquelas que já sofrem com tempestades tropicais ou já se encontram erodidas, estão expostas a um risco ainda maior.
- É provável que aumente o risco de extinção de aproximadamente 20% a 30% das espécies vegetais e animais avaliadas até agora se os aumentos da temperatura global média ultrapassarem 1,5 a 2,5°C.
- Globalmente, projeta-se que o potencial de produção de alimentos se eleve com os aumentos da temperatura local média em uma faixa de 1 a 3°C, mas diminua acima dessa faixa.
- Adaptações como alterações nos cultivares e nas épocas de plantio permitem que as safras de cereais em latitudes baixa e média a alta mantenham-se nos níveis da linha de base ou acima deles para um aquecimento modesto.
- Projeta-se que as várzeas litorâneas, inclusive os pântanos salgados e os manguezais sejam afetados negativamente pela elevação do nível do mar, especialmente quando restringidos no lado voltado para a terra ou privados de sedimento.
- A exposição aos efeitos relacionados à mudança do clima tem 66% de probabilidade de afetar a condição de saúde de milhões de pessoas, particularmente àquelas com menor capacidade de adaptação. Destacam-se o aumento de desnutrição, ocorrência de doenças e mortes relacionadas a ondas de calor, enchentes, tempestades, incêndios e secas; aumento da frequência de doenças cardio-respiratórias; alteração na distribuição espacial de alguns vetores de doenças infecciosas.
- Os impactos variam de uma localidade para outra e são alterados conforme a temperatura continua a crescer. Criticamente importantes serão os fatores que diretamente modelam a saúde da população, tais como educação, cuidados com a saúde, prevenção de doenças e desenvolvimento em infra-estrutura e economia.

Há agora informações mais específicas para as regiões do mundo acerca da natureza dos impactos futuros, inclusive para alguns lugares que não foram cobertos nas avaliações anteriores. Embora o próprio relatório do Grupo II do IPCC reconheça que o grau de probabilidade desses impactos ocorrerem em certos sistemas, setores e regiões varia consideravelmente, dependendo do número dos respectivos estudos avaliados, e sendo reconhecida uma lacuna no conhecimento referente principalmente à África e à América Latina, para esta última região especificamente o referido relatório:

- estima que, até o meio do século, o crescimento da temperatura associado aos decréscimos da água subterrânea provocarão a savanização da parte leste da Amazônia. Vegetação do semi-árido tende a ser substituída pela vegetação de clima árido. Existe um risco de perda substancial da biodiversidade através da extinção de espécies em muitas áreas da América Latina tropical;
- estima que, em áreas secas, a mudança do clima deve provocar a salinização e a desertificação de áreas agriculturáveis. A produção de importantes colheitas, bem como criação de animais, deve sofrer um declínio;
- menciona que alguns países da América Latina têm feito esforços para se adaptar, particularmente através da conservação de ecossistemas importantes; do gerenciamento de riscos na agricultura; do gerenciamento costeiro e de sistemas de vigilância de doenças, bem como do estabelecimento de estratégias para lidar com enchentes. No entanto, a efetividade dessas medidas é limitada pela falta de sistemas informativos, observacionais e de monitoramento; falta de construção de capacidade e de uma estrutura política, institucional e tecnológica; baixa renda e ajustes em áreas vulneráveis, entre outros fatores.

A Figura 2 anexa ao presente Relatório ilustra os impactos projetados em função do aumento de temperatura.

É muito provável que haja mudança nos impactos decorrentes de alteração das frequências e intensidades dos eventos extremos de tempo, clima e nível do mar. Desde a Terceira Avaliação do IPCC, aumentou a confiança de que alguns eventos extremos de tempo se tornarão mais frequentes, mais generalizados e/ou mais intensos durante o século XXI; e há mais conhecimento sobre os efeitos potenciais dessas mudanças.

#### **1.2.4. Conhecimento atual sobre as respostas à mudança do clima**

Nesse capítulo, IPCC afirma, em seu o 4º Relatório, que:

- Já está ocorrendo, embora de forma limitada, um pouco de adaptação à futura mudança do clima observada e projetada.
- A adaptação será necessária para tratar dos impactos provocados pelo aquecimento que já não pode ser evitado, por ser decorrente das emissões passadas.
- Há uma vasta gama de opções de adaptação, mas é necessária uma adaptação mais ampla do que a que está ocorrendo atualmente para reduzir a vulnerabilidade à futura mudança do clima. Barreiras, limites e custos existentes ainda não são completamente conhecidos.
- A vulnerabilidade à mudança do clima pode ser exacerbada pela presença de outros fatores de tensão.
- A vulnerabilidade futura depende não apenas da mudança do clima mas também da trajetória do desenvolvimento.
- O desenvolvimento sustentável pode reduzir a vulnerabilidade à mudança do clima, e a mudança do clima poderia interferir na capacidade das nações de alcançar trajetórias de desenvolvimento sustentável.
- Muitos impactos podem ser evitados, reduzidos ou adiados pela mitigação.
- Um portfólio de medidas de adaptação e mitigação pode diminuir os riscos associados à mudança do clima.
- Os impactos da mudança do clima irão variar entre as regiões, mas agregados e antecipados para o presente, é muito provável que imponham custos anuais líquidos que aumentem ao longo do tempo na proporção do aumento das temperaturas globais.

#### **1.2.5. Impactos e Vulnerabilidades no Brasil**

O 4º Relatório do IPCC faz menção expressa ao Brasil ao mencionar as seguintes prováveis vulnerabilidades:

- Áreas semi-áridas e áridas são particularmente expostas aos impactos da mudança climática em relação à disponibilidade de “água doce”.

Muitas dessas áreas, como o Nordeste brasileiro, sofrerão uma diminuição dos recursos hídricos devido à mudança climática. Os esforços para amenizar o declínio da disponibilidade de água devido ao aumento da variabilidade de precipitação serão dificultados pelo fato de que a recarga de águas superficiais diminuirão consideravelmente em áreas que já sofrem com a escassez de água, onde a vulnerabilidade é aumentada em função do rápido aumento da população e da demanda de água.

- Durante as últimas décadas, mudanças importantes na precipitação e no aumento de temperatura têm sido observadas.

Aumentos da precipitação no Sudeste do Brasil têm tido impactos no uso da terra, agricultura e têm aumentado a frequência e intensidade de enchentes. Foram observados aumentos na temperatura de aproximadamente 0.5°C no Brasil.



Algumas reduções da taxa de precipitação em regiões áridas e semi-áridas da Argentina, Chile e Brasil provavelmente levarão à severa escassez de água.

- Há o risco de extinção de espécies significantes em muitas áreas da América Latina tropical devido à Mudança Climática.

É esperada a substituição de florestas tropicais por savanas no leste da Amazônia, juntamente com a substituição da vegetação semi-árida pela árida em partes do Nordeste do Brasil. Isto devido a efeitos sinérgicos tanto do uso da terra como das mudanças climáticas.

No final da década de 2050, 50% das terras agricultáveis provavelmente estarão sujeitas a desertificação e a salinização em algumas de suas áreas. Sete dos vinte e cinco lugares mais críticos com concentração de espécies endêmicas estão na América Latina, e estas áreas vêm sofrendo uma contínua perda de habitat. Reservas biológicas e corredores ecológicos têm sido implantados ou planejados para a manutenção da biodiversidade em ecossistemas naturais, e estas podem servir como medidas de adaptação para ajudar a proteger os ecossistemas face às mudanças climáticas.

- Os esperados aumentos no nível do mar, da variabilidade climática e de eventos extremos provavelmente afetarão mais as áreas costeiras.

Durante os últimos 10-20 anos o nível do mar aumentou de 1 a 2-3 mm por ano no sudeste da América do Sul. No futuro, impactos adversos seriam observados em (i) áreas costeiras de baixa declividade, (ii) construções e turismo, (iii) morfologia costeira, (iv) manguezais, (v) disponibilidade de água doce. Em particular, o aumento do nível do mar afeta os recifes de corais e a localização de regiões pesqueiras no sudeste do Pacífico.

- A América Latina, preocupada com o potencial efeito das mudanças climáticas, está tentando implementar algumas medidas de adaptação como: o uso de previsões climáticas em setores como o pesqueiro e agricultura e Sistemas de Alerta de enchentes na Bacia do Prata baseado no “Centro Operativo de Alerta Hidrológico.”

A região também criou novas instituições para mitigar e prevenir efeitos naturais como o Centro de Informação de Desastres Regionais para a América Latina e Caribe, o Centro Internacional de Pesquisa sobre o Fenômeno El Niño no Equador e a Comissão Permanente do Pacífico Sul.

#### **1.2.6. Comentários sobre o Relatório do IPCC do 2º Grupo de Trabalho do IPCC**

A geração de dados pelos países em desenvolvimento é ainda muito aquém das potencialidades dos setores científico e acadêmico brasileiros. Mesmo considerando a possibilidade de muitos dados relevantes levantados no país não terem sido utilizados pelos cientistas do IPCC (o que também não deveria ocorrer), o país precisa enriquecer sua produção de dados científicos sobre impactos e vulnerabilidades regionais para sua consideração pelo IPCC.

A estratégia do Governo Federal para lidar com o aquecimento global deve incluir medidas de mitigação, adaptação, desenvolvimento tecnológico (referente à mitigação e adaptação) e pesquisas (em ciência do clima, impactos, adaptação e mitigação). Essas medidas podem combinar políticas de incentivo e ações de caráter individual, nacional e internacional.

As projeções trazidas pelos relatórios do IPCC lançados este ano nos leva à conclusão de que todos os impactos ambientais que o homem vêm, há muito, causando ao Planeta, são agravados pelo fenômeno da intensificação do efeito estufa, tornando o assunto ainda mais sério e preocupante. Ademais, deve-se ressaltar que regiões mais pobres, menos desenvolvidas, que contribuíram muito menos para a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, são mais vulneráveis às mudanças climáticas, o que nos remete a questionamentos sobre equidade e ética.

Embora tenham melhorado as condições da ciência de fornecer informações aos formuladores de políticas sobre os impactos da mudança do clima e o potencial de adaptação, ainda há muitas questões importantes que precisam de respostas. Devem ser seriamente consideradas as avaliações das prioridades

de observação e pesquisas.

É preciso também um incremento na nossa capacidade de adaptação, mediante o enriquecimento de nosso banco de dados sobre impactos e vulnerabilidade.

Deve-se ressaltar que os impactos futuros são analisados tendo como base diferentes cenários de emissão de gases de efeito estufa até 2100. Esses cenários não pressupõem medidas adicionais de combate à mudança do clima ou maior capacidade adaptativa dos sistemas, setores e regiões analisados. Os impactos mais severos projetados (pior cenário) ocorreriam apenas em um cenário futuro (2100) onde as emissões de gases de efeito estufa não tenham sido mitigadas, em especial no caso de um aumento significativo de população e do crescimento econômico mundial com o uso intensivo de combustíveis fósseis. Assim, os cenários mais pessimistas e seus impactos projetados podem não ocorrer, caso sejam alcançadas pela comunidade internacional medidas efetivas de combate à mudança do clima pela redução da emissão de gases de efeito estufa.

## **2. AÇÕES, PRÁTICAS E MEDIDAS ADOTADAS NO BRASIL**

Em virtude de alguns impactos decorrentes da mudança do clima (natural e antrópica) já serem percebidos em diversas regiões brasileiras, diversas medidas de adaptação já têm sido adotadas por algumas comunidades, embora se tratem de medidas esparsas, ou até mesmo adotadas voluntariamente, sem a interferência do Poder Público. É primordial, portanto, que essas iniciativas sejam aprimoradas e, quando pertinente, sejam adotadas novas medidas.

São também facilmente identificadas regiões extremamente vulneráveis e que já sofrem os impactos adversos da mudança do clima, e que não contam com a mínima infra-estrutura para enfrentá-los, o que impossibilita a adoção de qualquer medida de adaptação. É primordial, portanto, que essas iniciativas sejam aprimoradas e, quando pertinente, sejam adotadas novas medidas.

É possível também identificar potenciais regiões que seriam mais vulneráveis e que poderiam sofrer impactos adversos da mudança do clima em curto prazo, as quais não contam com a infra-estrutura mínima para enfrentá-los, o que torna ainda mais complexa a tarefa de adotar medidas de adaptação apropriadas.

Seguem algumas medidas que têm sido adotadas. Algumas de maneira esparsa, mas que se constituem em importantes instrumentos para elaboração da estratégia nacional de adaptação às mudanças climáticas. Vale dizer, por fim, que tais medidas são apenas exemplos do que têm sido feito, ao passo que outras iniciativas também relevantes podem não estar aqui exemplificadas:

### **2.1. Plano Nacional de Mudanças Climáticas**

A elaboração do Plano Nacional de Mudanças Climáticas exigirá uma articulação eficiente com outros setores governamentais, com destaque para os Ministérios da Ciência e Tecnologia, ponto focal técnico brasileiro da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e do Protocolo de Quioto, e das Relações Exteriores, responsável pelas negociações na esfera do regime internacional de Mudanças Climáticas, bem como com a Casa Civil. O envolvimento da sociedade civil, do empresariado e dos governos locais é de fundamental importância para o alcance de resultados positivos advindos das citadas estratégias, além da efetiva participação do Poder Legislativo.

A implementação do Plano prevê, dentre outros, os seguintes resultados: medidas de mitigação e adaptação implementadas, mediante o fortalecimento e criação de políticas e medidas no arcabouço institucional do Brasil; aprofundamento e desenvolvimento de novas vertentes de pesquisas em tecnologias e práticas de mitigação e adaptação; capacitação e treinamento institucional (união, estados e municípios).

Para a consecução dos objetivos e alcance dos resultados esperados, a estrutura para elaboração do Plano Nacional será estabelecida pelo Presidente da República, na forma de Decreto, que será definida com base em quatro eixos de atuação: mitigação; adaptação; pesquisa e desenvolvimento e divulgação e capacitação.

A participação efetiva da sociedade civil no processo de elaboração do Plano Nacional é condição *sine qua non* para o seu sucesso. Para tanto, está prevista a realização de Consultas Públicas por meio de sítios da internet, bem como de audiências públicas e reuniões regionais, com participação efetiva do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. Com isso, fica garantida a participação de todo e qualquer cidadão

interessado no processo de elaboração e de implementação do Programa, bem como a transparência e a credibilidade às medidas por ele impostas.

## 2.2. Estabelecimento de cenários regionais CPTEC/INPE

As projeções dos cenários da mudança do clima para o século XXI foram derivadas dos vários modelos do clima global utilizados pelo IPCC. O fato de modelos globais do clima utilizarem diferentes representações físicas de processos, em uma grade de resolução relativamente baixa, introduz um certo grau de incerteza nesses cenários futuros da mudança do clima. Essa incerteza é extremamente significativa na avaliação da vulnerabilidade e dos impactos da mudança do clima, bem como na implementação de medidas de adaptação e de mitigação. Por exemplo, para a Bacia Amazônica, alguns modelos produziram climas mais chuvosos e outros climas relativamente mais secos; para o Nordeste do Brasil, a grande maioria dos modelos sugere aumento da precipitação.

Na realidade, a maioria das incertezas nas projeções do modelo para os cenários de mudança do clima pode estar relacionada com o problema da escala espacial e a representação de eventos climáticos extremos em escalas espaciais mais elevadas, do que as produzidas pela maior parte dos modelos globais do clima. O problema da escala temporal também é crucial, uma vez que os eventos extremos (ondas de baixa umidade, frio ou de calor e tempestades) podem ser identificados apenas com dados diários, e não com os dados mensais ou sazonais produzidos pela maioria dos modelos globais do IPCC.

É claro que também há o problema da representação do processo físico pelas parametrizações dos diferentes modelos e a representação correta do clima atual pelos modelos climáticos. Há, assim, a necessidade de métodos de *downscaling* que possam ser aplicados aos cenários da mudança do clima a partir dos modelos globais, a fim de que se obtenham projeções mais detalhadas para estados, vales ou regiões, com uma resolução espacial mais alta do que a fornecida por um modelo global do clima. Isso seria de grande utilidade para os estudos dos impactos da mudança climática na gestão e na operação dos recursos hídricos, nos ecossistemas naturais, nas atividades agrícolas e mesmo na saúde e disseminação de doenças.

Portanto, é de fundamental importância desenvolver capacidade de modelagem climática no Brasil, por meio da análise de modelos globais e regionais para cenários atuais e futuros da mudança do clima.

O Centro de Previsão do Tempo e Estudos do Clima - CPTEC/INPE, vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, está desenvolvendo o modelo regional Eta/CPTEC. Esse modelo possui uma resolução especial de 40 km para obter projeções regionalizadas do clima futuro (período 2071-2100 e cenários extremos A2- alta emissão e B2- baixa emissão de gases de efeito estufa) para América do Sul. O CPTEC tem como estratégia desenvolver, para o modelo regional, modelos climáticos globais e modelos climáticos regionais acoplados em um modelo climático global.

O modelo regional Eta/CPTEC conta também com as condições laterais do modelo global HadAM3P cedidos gentilmente pelo Hadley Centre, do Reino Unido, e pelo Max Plank Institute, da Alemanha. O modelo regional pode dar maiores detalhes em distribuição do clima, em relação aos modelos globais, e podem ajudar na geração de extremos do clima, que com certeza podem mudar de forma mais radical no futuro. Os países da América do Sul estão tratando de obter seus cenários climáticos do futuro usando PCs, o que permite que somente sejam feitos em algumas áreas e em períodos de tempo mais curtos. O modelo CPTEC pode contribuir para que os países de América do Sul possam aproveitar o modelo desenvolvido no CPTEC e possam fazer também suas predições climáticas de forma mais detalhada.

Este trabalho, que já foi iniciado, está relacionado a métodos de “downscaling” para o Brasil, e é aplicável a cenários de mudanças climáticas provenientes de modelos regionais climáticos globais para obter projeções climáticas (2010-2040, 2040-2070, 2070-2100) mais detalhadas com uma melhor resolução espacial. Quatro resultados são esperados com o desenvolvimento deste modelo, os quais são a análise de cenários de mudanças climáticas para a América do Sul; o desenvolvimento e melhoramento do modelo regional Eta/CPTEC; o desenvolvimento e análise de cenários de mudanças climáticas reduzidas em escala para o Brasil, fazendo uso do supercomputador que será instalado no CPTEC; capacitar os especialistas do CPTEC/INPE para desenvolver a capacidade do modelo regional em escalas temporais mais longas, e desenvolver a capacidade em Vulnerabilidade e Adaptação para o Brasil, incluindo também a América do Sul.

Ademais, o CPTEC/INPE, com o apoio do MCT, pretende promover a coordenação entre os resultados preliminares relacionados à elaboração da Modelagem Regional de Clima e de Cenários de Mudança do Clima e as pesquisas e estudos de vulnerabilidade e adaptação relativos a setores estratégicos que são vulneráveis aos impactos associados à mudança do clima no Brasil. Assim, pretende-se gerar relatórios com cenários climáticos para subsidiar estudos sobre vulnerabilidade no setor de saúde; no setor energético; no setor de recursos hídricos, enchentes e desertificação; no setor agrícola; no setor biodiversidade (incluindo branqueamento de corais); em zonas costeiras.

Os relatórios incluirão os resultados dos modelos utilizados em forma digital (resultados espacializados em resolução apropriada para análise, tabelas, gráficos, diagramas, conforme apropriado), disponibilizada em meio que permita fácil acesso à comunidade externa.

Espera-se que os resultados da modelagem regional do clima estejam disponíveis no final de 2008 e os relatórios com cenários climáticos para subsidiar estudos sobre vulnerabilidade nos diversos setores apontados estejam disponíveis no final do primeiro semestre de 2009.

Com esses resultados, o país estará melhor capacitado para identificar regiões e setores mais vulneráveis com maior grau de confiabilidade do que oferecido pelos modelos globais e, a partir daí, poderão ser elaborados projetos de adaptação específicos com o embasamento científico apropriado, possibilitando uma alocação mais racional de recursos públicos.

### 2.3. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade

Dentre as pesquisas que receberam o apoio do Ministério do Meio Ambiente nos últimos anos, destacam-se os oito projetos de pesquisa sobre *Mudanças Climáticas e seus Efeitos sobre a Biodiversidade Brasileira*, desenvolvidos entre 2004 e 2006 no âmbito do Programa de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO/MMA, com o objetivo de aferir a vulnerabilidade em determinadas regiões brasileiras para a definição de medidas de adaptação.

Esses estudos traçam um perfil da evolução do clima no país e fazem projeções de possíveis cenários para os próximos 100 anos (de 2010 a 2100). Também sugerem efeitos da elevação do nível do mar e apresentam indicadores para aferir as mudanças climáticas com mais precisão.

Seguem as principais conclusões extraídas do documento:

- Desde o início do século XX, uma tendência de aquecimento tem sido observada em todo o País e este aquecimento tem sido detectado especialmente no inverno, cuja temperatura mínima tem apresentado uma taxa de aquecimento maior que a temperatura máxima.
- Os resultados relacionados à variabilidade da chuva variam bastante de região para região, aumentando em algumas e reduzindo em outras. Tendências de aumento na frequência de extremos de chuva têm sido observadas nas regiões Sul, Sudeste e na Amazônia.
- **Região Sul**  
A produção de grãos poderá ficar inviabilizada na região Sul do Brasil com o aumento da temperatura, secas mais frequentes e chuvas restritas a eventos extremos de curta duração. As chuvas cada vez mais intensas poderiam castigar as cidades, com grande impacto social. Ventos intensos de curta duração poderiam também afetar o litoral. Com temperaturas mais altas e extremas em curto espaço, mais doenças seriam registradas.
- **Agricultura**  
Culturas perenes, como a laranja, tendem a procurar regiões com temperaturas máximas mais amenas e a produção poderá se deslocar para o Sul. Elevadas temperaturas de verão vão condicionar o deslocamento das culturas como arroz, feijão, soja para a região Centro-Oeste, promovendo a mudança do atual eixo de produção.
- **Zona Costeira**  
O aumento do nível do mar vai trazer grandes prejuízos ao litoral. Construções à beira-mar poderão desaparecer, portos poderão ser destruídos e populações teriam que ser remanejadas. Sistemas precários de esgoto entrarão em colapso. Novos furacões poderão atingir a costa do Brasil.

- **Grandes Cidades**  
Regiões metropolitanas poderão ficar ainda mais quentes, com mais inundações, enchentes e desmoronamentos, principalmente nas encostas de morro. Em algumas regiões, a geração de energia ficará comprometida com a falta de chuvas e altas taxas de evaporação devido ao aquecimento.
- **Saúde**  
Os casos de doenças infecciosas transmissíveis poderão aumentar. A dengue pode se alastrar pelo País. A proliferação tende a aumentar nas áreas urbanas.
- **Sudeste e Bacia do Prata**  
Ainda que a chuva tendesse a aumentar no futuro, as elevadas temperaturas do ar simuladas pelos modelos poderiam, de alguma forma, comprometer a disponibilidade de água para agricultura, consumo ou geração de energia devido a um acréscimo previsto na evaporação ou evapotranspiração. A extensão de uma estação seca em algumas regiões do Brasil poderia afetar o balanço hidrológico regional, e assim comprometer atividades humanas, ainda que haja alguma previsão de aumento de chuva no futuro.
- **Amazônia**  
Se o avanço da fronteira agrícola e da indústria madeireira for mantido nos níveis atuais, a cobertura florestal poderá diminuir dos atuais 5,3 milhões de km<sup>2</sup> (85% da área original) para 3,2 milhões de km<sup>2</sup> em 2050 (53% da cobertura original). O aquecimento global vai provocar um aumento das temperaturas na região amazônica e pode deixar o clima mais seco, provocando a savanização da floresta. Para a Amazônia, o aquecimento no ano 2100 pode chegar até 3-8°C no cenário mais pessimista (A2) e entre 1,5-6°C no cenário mais otimista (B2). Os níveis dos rios podem ter quedas importantes e o ar mais seco pode aumentar o risco de incêndios florestais.
- **Semi-Árido**  
As temperaturas podem aumentar de 2°C a 5°C no Nordeste até o final do século XXI. A Caatinga poderá ser substituída por uma vegetação mais árida. O desmatamento da Amazônia pode deixar o semi-árido mais seco. Com o aquecimento a evaporação aumenta e a disponibilidade hídrica diminui. O clima mais quente e seco poderia levar a população a migrar para as grandes cidades da região ou para outras regiões, gerando ondas de “refugiados ambientais”.

#### 2.4. Relatório de Clima do INPE

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE coordenou a elaboração do Relatório de Clima, que contou com o apoio do Ministério do Meio Ambiente para elaboração dos 8 relatórios que compõem a *Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século XXI* que contem, em sua estrutura, os seguintes componentes:

- [Atlas de Cenários Climáticos Futuros para o Brasil](#)
- [Mapas de Anomalia de chuva e temperatura do ar](#)
- [Relatório nº1 - Caracterização do clima no Século XX e Cenários Climáticos no Brasil e na América do Sul para o Século XXI derivados dos Modelos Globais de Clima do IPCC](#)
- [Relatório nº2 - Caracterização do clima no Século XX no Brasil: Tendências de chuvas e Temperaturas médias e extremas](#)
- [Relatório nº3 - Cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais](#)
- [Relatório nº4 - Tendências de Variações Climáticas para o Brasil no Século XX e Balanços Hídricos para Cenários Climáticos para o Século XXI](#)
- [Relatório nº5 - Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul](#)

[para o Século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais.](#)

- [Relatório nº6 - Mudanças Climáticas e possíveis alterações nos Biomas da América do Sul.](#)
- [Sumário Técnico](#)

## **2.5. Ações relacionadas ao gerenciamento costeiro e oceânico**

Tendo em vista sua importância para o planejamento de políticas de adaptação em regiões costeiras e marítimas, vale citar aqui as principais publicações/iniciativas que devem ser consideradas quando do planejamento de medidas de adaptação às mudanças climáticas, bem como quando da elaboração de Programas de uso do solo, voltados para essas regiões:

- “*Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro*”, coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente e organizada pelo professor Dieter Muehe, que indica as áreas de risco à erosão para posterior estabelecimento de estratégias. Trata-se de uma publicação de referência e utilidade incontestável, sendo, inclusive, a primeira publicação sobre o assunto em escala nacional.
- “*Macrodiagnóstico da Zona Costeira*”, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente e que será apresentado em forma de Atlas, traz uma visão ampliada e intersetorial do conjunto da zona costeira e marinha. Representa um esforço de geração de informações que possibilita uma visão de síntese que auxilie o processo de tomada de decisões, no que concerne ao uso sustentável dos recursos e à ocupação ordenada dos espaços costeiros e marinhos.
- “*Programa REVIZEE*”, que trata da Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva<sup>12</sup>, sendo o maior inventário da biodiversidade marinha já realizado no Brasil. Esse Programa resulta de um detalhamento da meta principal definida para o IV Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM), em vigor no período 1994/1998, tendo sido concebido com base em programa similar, elaborado em 1990, no âmbito da Comissão Interministerial Para os Recursos do Mar (CIRM).
- *Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima*, que busca compatibilizar o ordenamento dos espaços litorâneos sob domínio da União, aproximando as políticas ambiental e patrimonial, com ampla articulação entre as três esferas de governo e a sociedade.

Outra iniciativa que merece ser destacada está sendo desenvolvida no âmbito da parceria estabelecida em 2001 entre o Ministério da Ciência e Tecnologia, a Universidade Federal da Bahia - UFBA e a Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão – FAPEX. Essa parceria visou o desenvolvimento do projeto “*Mudanças Climáticas Globais e o Branqueamento de Corais*”, que compreendeu a elaboração de um estudo técnico-científico para avaliar os efeitos do aumento da temperatura da água do mar relacionado às mudanças climáticas globais sobre os organismos fotossimbiotes dos corais, cuja perda causa-lhes branqueamento, bem como a capacidade desses corais de tolerar e/ou aclimatar-se diante dessas mudanças ambientais bruscas.

## **2.6. Ações relacionadas ao setor agropecuário**

A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA tem desenvolvido diversos trabalhos de pesquisa relacionados ao tema das mudanças climáticas, com o qual trabalha há cerca de 13 anos. Dentre eles destacam-se:

- *Monitoramento sobre Cana-de-açúcar e Cerrado*, projeto integrante ao Projeto Biota-SP, coordenado pelo IAG da USP. Os objetivos do Projeto são: i) estimular os balanços totais de água e carbono nos ecossistemas, quantificando seus potenciais como fontes ou sorvedouros em relação

---

<sup>12</sup> Zona Econômica Exclusiva é a faixa marítima, de largura igual a 200 milhas marítimas, medida a partir da linha de base utilizada para a determinação do mar territorial. Ou seja, a Zona Econômica Exclusiva compreende a faixa do mar territorial e a faixa da zona contígua, se estendendo, depois do final do mar territorial, por uma faixa de mar de 188 milhas marítimas.

aos sistemas terrestres; ii) adicionar informações sobre transpiração e fotossíntese e sua dependência das forçantes climáticas (temperatura, umidade, radiação e estresse hídrico); iii) levantar indícios destes meios como seqüestrador de carbono atmosférico, e estabelecer uma referência para comparação dos ecossistemas Cana-de-açúcar e Cerrado como biomas regionais representativos e os impactos associados da conversão de vegetação.

- *Mudanças Climáticas Globais e Doenças de Plantas*, publicação de autoria de Raquel Ghini, que, além de atual e preciso, torna-se multidisciplinar à medida que aborda clara e objetivamente esse rico e polêmico tema, desde as mais evidentes premissas às menos previsíveis conclusões, descrevendo suas relações com diversas áreas do conhecimento.
- *Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira*, publicação de autoria de Magda Aparecida de Lima e Osvaldo Machado R. Cabral., cujo tema trata de um duplo contexto, ou seja, de que as atividades agrícolas podem ser ao mesmo tempo vulneráveis à mudança do clima, quanto promovedoras de gases de efeito estufa. Esta publicação está centrada nesses dois enfoques, trazendo em seu escopo o atual cenário de estudos conduzidos sobre o tema no Brasil.

## 2.7. Ações relacionadas aos Recursos Hídricos e à Desertificação

Não obstante a matriz energética brasileira estar baseada, em mais de 80%, em fontes hídricas, poucos estudos têm sido realizados nessa área. Destaca-se o trabalho intitulado *Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação a Mudanças do Clima no Brasil: Recursos Hídricos e Geração de Energia Elétrica* (FREITAS, MAV), que traz importantes notas sobre os seguintes aspectos:

- Geração de energia elétrica no Brasil – evolução recente da geração e potencial hidrelétrico atual;
- Os efeitos e previsões de mudanças climáticas globais e vulnerabilidade das principais bacias hidrográficas brasileiras, destacando também as vulnerabilidades antrópicas da geração hidráulica no país;
- Incertezas na Vulnerabilidade Climática e nos Modelos de Previsão de Vazão;
- Perspectivas de impactos à geração de energia elétrica, distinguindo as bacias de maior concentração de hidrelétricas, destacando conflitos e oportunidades com diversos usuários da água e da energia elétrica;
- Conclusões e sugestões, que visam apontar alguns pontos básicos para reduzir as incertezas dos modelos de previsão de vazão e a vulnerabilidade da geração elétrica e portanto, da matriz energética brasileira aos riscos de alteração climática.

Com relação à desertificação, vale citar o Programa de Ação Nacional de combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN), que é um instrumento de planejamento que visa definir as diretrizes e as principais ações para o combate e a prevenção do fenômeno da desertificação nas regiões brasileiras com clima semi-árido e subúmido seco. O programa vem sendo construído por meio de uma articulação que envolve os poderes públicos e a sociedade civil, sob coordenação da Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente.

## 2.8. Ações relacionadas à saúde pública

No âmbito da parceria estabelecida entre o Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, a Fundação Instituto Oswaldo Cruz - Fiocruz e a Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva – ABRASCO foi firmado, em 2001, um instrumento de convênio para desenvolvimento do projeto “*Análise da Vulnerabilidade da População Brasileira aos Impactos Sanitários das Mudanças Climáticas*”, que compreendeu a elaboração de um estudo retrospectivo sobre a vulnerabilidade sócio-ambiental da população quando submetidos a eventos climáticos extremos e às endemias sensíveis às oscilações climáticas, como também a modelagem de um SIG, a partir do qual se pode fazer prevenções de situações críticas que aumentam o risco da morbi-mortalidade pelas doenças selecionadas para o estudo.

### 3. QUADRO DE VULNERABILIDADES GT-CLIMA / CONAMA

#### QUADRO DOS POSSÍVEIS IMPACTOS/VULNERABILIDADES SETORIAIS E MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO (VERSÃO 1º/08/2007 – 3ª reunião do GT)

- Criar indicadores de vulnerabilidade em nível de bem estar social com base econômica e ambiental;
- Criar indicadores de vulnerabilidade socioambiental, com base econômica;
- Avaliação dos impactos econômicos, a médio e longo prazo, dos diferentes cenários das mudanças climáticas em diferentes setores da economia, especialmente na agricultura;
- Recomendação para avaliação das políticas setoriais à luz das vulnerabilidades climáticas.

#### 3.1. SISTEMAS FÍSICOS.

##### 3.1.1. Zonas Costeiras e marinhas.

###### Medidas gerais de adaptação:

Internalizar nas Leis de uso e ocupação do solo preocupação com relação ao aumento do nível do mar em municípios costeiros.

###### Medidas específicas:

3.1.1.1. Inserir as questões de mudança do clima no planejamento urbano e ocupação costeira.

3.1.1.2. Sistematizar e disseminar os dados existentes sobre zonas costeiras relacionados à mudança do clima e identificar dados novos que devem ser criados para melhor conhecimento e monitoramento das vulnerabilidades e respectivos impactos, e propor instrumentos de adaptação específicos.

##### 3.1.2. Recursos Hídricos

###### Medidas Gerais de Adaptação:

- Analisar as vulnerabilidades e impactos da mudança do clima referentes à disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Disposição adequada de resíduos e esgoto;
- Agilizar e incentivar a implementação da gestão integrada de bacias hidrográficas;
- Promover a utilização de modelos mais eficientes de irrigação.

##### 3.1.3 Extremos Climáticos

###### Medidas Gerais de Adaptação:

- Valorizar e fortalecer o Sistema Nacional de Defesa Civil
- Criação mecanismo de auxílio aos afetados pelos eventos climáticos extremos e evacuação da população mais vulnerável (falta de consenso sobre o item)
- Fortalecimento do sistema de previsão e monitoramento de desastres naturais.

#### 3.2. SISTEMAS BIOLÓGICOS.

###### Medidas gerais de Adaptação:

- Gerenciar as mudanças de uso e manejo sustentáveis do solo, considerando os instrumentos de zoneamento existentes (ZEE, Zoneamento Agrícola, Zoneamento Costeiro, etc);
- Estabelecer políticas de recuperação e proteção de APP;
- Incentivar o estabelecimento de novas unidades de conservação com corredores ecológicos (falta de consenso sobre o item);
- Promover o uso sustentável dos recursos naturais e matéria-prima renovável;
- Elaboração de mapas de impacto, vulnerabilidade, para subsidiar medidas de adaptação.

###### Medidas específicas:

##### 3.2.1 Florestas



Adaptação - Incentivar a recuperação de mata ciliar e de cobertura florestal das nascentes nas operações de crédito agrícola

### 3.2.2 Ecossistemas e Biodiversidade

Adaptação – Sistemas de monitoramento ambiental de ecossistemas ameaçados (mangues, cerrados) (falta de consenso sobre o item)

## 3.3. SISTEMAS SOCIOECONÔMICOS.

Medidas específicas:

### 3.3.1 Agrossilvopastoril

- Promover adaptação das culturas atuais e a introdução de novas culturas (melhoradas geneticamente) resistentes a temperatura elevadas, alterações dos índices pluviométrico e adaptadas a maiores concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera;
- Incentivar o manejo integrado de pragas e doenças.

### 3.3.2 Indústria.

- Estímulo à realização de inventários de emissões (setoriais ou por empresas) (falta de consenso sobre o item);
- Avaliar os impactos da mudança do clima na obtenção dos recursos naturais/matéria prima necessários para os processos industriais.

### 3.3.3 Infra-estrutura (Energia, Transporte e saneamento).

- Considerar a vulnerabilidade à mudança do clima no planejamento da expansão da infraestrutura do país;
- Melhorar o nível de conhecimento sobre os impactos das mudanças climáticas sobre o cultivo de espécies vegetais voltadas para a produção de energia renovável e alternativa;
- Plano de estudos detalhados sobre a vulnerabilidade do sistema energético brasileiro, atual e futuro.
- Elaborar estudos de diversificação da matriz energética para melhor adaptação às mudanças do clima.

### 3.4. DIMENSÃO HUMANA.

#### 3.4.1 Saúde.

- Fortalecer o Sistema Único de Saúde – SUS
- Fortalecer e aprimorar as políticas de atenção à saúde: atenção básica e especializada (hospitalar, urgências e emergências, etc.);
- Fortalecer e ampliar as ações de vigilância, prevenção e controle de doenças;
- Aprimorar o processo de notificação, investigação e resposta aos surtos de doenças;
- Fortalecer e aprimorar as atividades de vigilância em saúde ambiental (desastres, água, ar, solo, acidentes com produtos perigosos, fatores físicos, etc.)
- Mapear ameaças, vulnerabilidades e recursos;
- Incentivar estudos e pesquisas para aprofundar o nível de conhecimento sobre os impactos da mudança do clima sobre a saúde humana;
- Fortalecer medidas de Saneamento Ambiental (abastecimento de água, controle de vetores, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais, manejo de resíduos sólidos, entre outros);
- Fortalecer a capacidade técnica dos profissionais do SUS;
- Estabelecer sistemas de alerta precoce.
- 

#### 3.4.2 Assentamentos Humanos (urbano e rural).

##### Medidas Gerais:

Reformulação do Plano Diretor e Código de Obras para que as construções futuras sejam eficientes ambientalmente, (utilizando cisternas para a captação e reuso da água da chuva e energia solar e eólica);

##### Medidas específicas

Determinar nas construções de pavimentos e vias públicas a utilização de materiais permeáveis;  
Aumentar de eficiência de drenagem da cidade e sua devida manutenção.

#### 3.4.3 Migrações

Plano para a assistência a populações em áreas vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas.

### 3.5. MEDIDAS HORIZONTAIS.

- Aprofundar pesquisas e o conhecimento sobre o degelo dos Andes. (falta de consenso sobre o item)
- Aprofundar a pesquisa sobre e conhecimento sobre a expansão do processo de desertificação no semi-árido nordestino. (falta de consenso sobre o item)
- Aprofundar a pesquisa e conhecimento sobre os fenômenos El Niño e La Niña. (falta de consenso sobre o item)
- Aprofundar o conhecimento e pesquisa sobre os impactos e vulnerabilidades à mudança do clima sobre o patrimônio histórico, cultural e natural;
- Medidas sócio-educativas envolvendo todos os segmentos da comunidade em campanhas de conscientização sobre a mudança do clima.

### 3.6. MEDIDAS TRANSVERSAIS.

- Incorporação das variáveis relacionadas à vulnerabilidade climáticas nos planos e programas governamentais;
- Monitoramento ambiental de ocupação, desmatamento, qualidade e quantidades dos recursos hídricos e etc;
- Fortalecer o setores governamentais responsáveis pela ações referentes a mudança do clima;
- Incentivar a inclusão dos temas de vulnerabilidades e medidas de adaptação nos editais de fomentos a pesquisa (FNMA e fundos setoriais de Ciência e Tecnologia);
- Promover a incorporação do tema nos currículos de educação ambiental em todos os níveis de ensino, formal e informal;
- Integração da questão climática aos programas de cooperação internacional;
- Promover a elaboração e difusão das informações sobre cenários climáticos regionalizados;
- Fortalecer os sistemas de informação e a produção de dados sobre as mudanças de pluviosidade e de vazão de cursos d'água e sua relação com a mudança do clima.

#### **4. CONCLUSÕES E PROPOSTAS DO GT-CLIMA / CONAMA**

Destacam-se as seguintes conclusões dos debates havidos durante as reuniões do GT-CLIMA:

- é necessário que a adoção de medidas seja precedida de um planejamento coerente com as especificidades locais e com base no conhecimento técnico e científico sobre o tema, e sempre levando-se em conta os conceitos adotados pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima;
- é necessário que o processo de elaboração da política de adaptação seja coordenado e articulado pelo Poder Público, mediante a participação eficiente de toda a sociedade e dos governos locais;
- é necessário que o planejamento de práticas em adaptação seja feito com o objetivo central de minimizar impactos e reduzir vulnerabilidades dos efeitos adversos da mudança do clima, mas devem ser sempre consideradas as necessidades básicas da população afetada, ainda que estas não tenham relação direta com a mudança do clima
- é necessário que as medidas em curso sejam identificadas e consideradas no processo de elaboração da política em adaptação, ao passo que esta deverá, a partir da avaliação de sua efetividade, buscar o aprimoramento de seus instrumentos ou até mesmo, a replicação do método adotado;
- é necessário que sejam priorizadas medidas de adaptação que procurem abordar atuais vulnerabilidades sócio-econômicas existentes (ex. deslizamento de encostas devido ao uso e ocupação desordenada do solo, doenças endêmicas, etc.), independentemente dos futuros impactos adversos da mudança global do clima, enquanto os cenários futuros de mudança do clima baseados na modelagem regional ainda não forem disponibilizados.

O CONAMA deve estimular que os resultados advindos das atividades do Grupo de Trabalho sejam considerados pelos tomadores de decisão quando da elaboração do Plano Nacional de Mudanças Climáticas.

Reconhece-se, no entanto, que a decisão pela sua inclusão no Plano Nacional de Mudanças Climáticas caberá à equipe técnica envolvida, que terá plenos poderes para decidir, de maneira fundamentada, pela sua inclusão ou omissão no referido texto legal.

#### **5. SUGESTÕES DE ENCAMINHAMENTOS À CT ECONOMIA E MEIO AMBIENTE**

**Pauta da 4ª reunião do GT (20.11.2007)**

## 6. FONTES BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, E. D.; PELEGRINO, G. Q. **O clima e a potência ambiental**. Agroanalysis, v. 27, n. 04, p. E3-E5, 2007. Caderno especial.

ASSAD, E.D.; PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A.M.H. **Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v.39, n.11, p.1057-1064, novembro 2004.

Cadernos NAE / Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República nº3. **Mudança do Clima – volume I**. Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica. Brasília, 2005

CONFALONIERI, U.E.C., coord. **Análise da vulnerabilidade da população brasileira aos impactos sanitários das mudanças climáticas**. Rio de Janeiro, 2002

COSTA, F. de S.; BAYER, C.; LIMA, M. A. de; FRIGHETTO, R. T. S.; BOHNEN, H.; MACEDO, V. R. M.; MARCOLIN, E. **Efeito estufa, metano e sistemas de cultivo irrigado no RS**. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v. 52, n. 436, jul./set. 2004.

CUNHA, G. R. da; PIRES, J. L. F.; FERNANDES, J. M. C.; DEL PONTE, E.; PASINATO, A. **Construindo a necessária capacidade de lidar com as mudanças climáticas globais e respectivos impactos em agricultura e na alimentação**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 6 p. html. Publicação Online. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 35).

DIAS, P.L.S.; RIBEIRO, W.C. e NUNES, L.H.. **A contribution to understanding the regional impacts of climate change in South America**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 2007.

FREITAS, M.A.V. **Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação a Mudanças do Clima no Brasil: Recursos Hídricos e Geração de Energia Elétrica**. Rio de Janeiro, 2004.

Greenpeace. **Mudanças do Clima, Mudanças de Vidas: Como o aquecimento global já afeta o Brasil**. Documentário. Brasil, 2007.

HAMADA, E.; GHINI, R.; GONÇALVES, R. R. V. **Efeito da mudança climática sobre problemas fitossanitários de plantas: metodologia de elaboração de mapas**. Engenharia Ambiental - Pesquisa e Tecnologia, Espírito Santo do Pinhal, v. 3, n. 2, p. 73-85, 2006.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Relatório de Clima do INPE**. Documento disponível no seguinte endereço eletrônico: [http://www6.cptec.inpe.br/mudancas\\_climaticas/prod\\_probio.shtml](http://www6.cptec.inpe.br/mudancas_climaticas/prod_probio.shtml), 2007

IPCC Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. **Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability**. 2007

LEARY, N. *et al.* **A Plan of Action to Support Climate Change Adaptation through Scientific Capacity, Knowledge and Research**. AIACC Working Paper No. 23, 2006. A publicação pode ser acessada através do seguinte endereço eletrônico: [www.aiaccproject.org](http://www.aiaccproject.org).

LIMA, M.A. de **Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.19, nº 3, p.451-472, set./dez. 2002.

LIMA, M. A. de. **Impactos das mudanças climáticas na agricultura**. Cadernos NAE, Mudança do Clima, Brasília, DF, v. 1, n. 3, p.171-174, 2005.

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**. Brasília: MMA, 2006

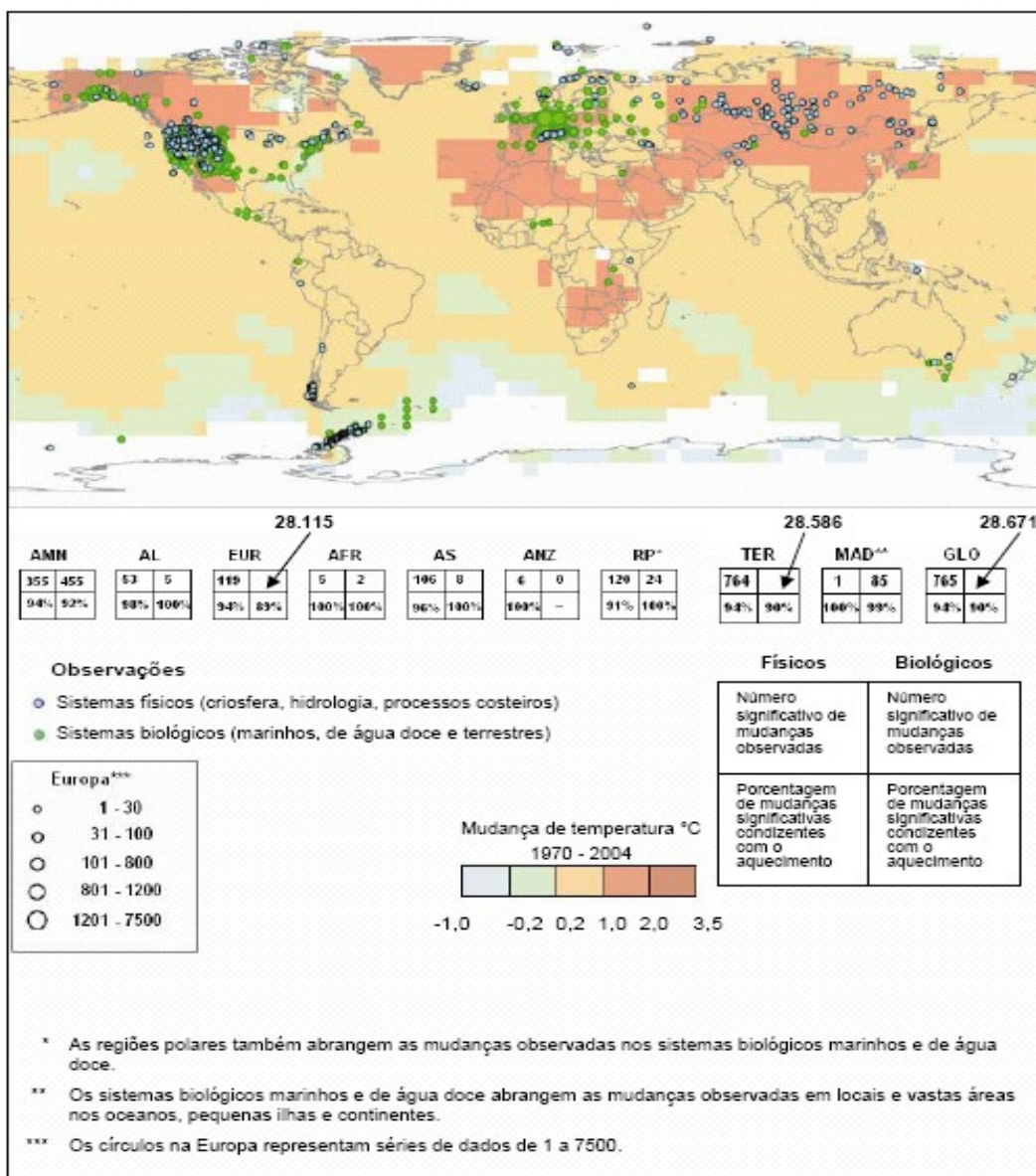
MUEHE, D. **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: MMA, 2006.

PINTO, H. S.; ASSAD, E. D.; ZULLO JÚNIOR, J.; BRUNINI, O. **O aquecimento global e a agricultura**. Com Ciência, n. 35, p. 1-7, ago. 2002.

United Nations Development Programme. **Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: developing strategies, policies and measures**. Cambridge University Press, 2005

FIGURA 1

Mudanças nos sistemas físicos e biológicos e na temperatura da superfície de 1970 a 2004



Os locais de mudanças significativas nas observações dos sistemas físicos (neve, gelo e solo congelado; hidrologia; e processos costeiros) e sistemas biológicos (terrestres, marinhos e de água doce) são mostrados juntamente com as mudanças na temperatura do ar da superfície ao longo do período de 1970 a 2004.

Um subconjunto de cerca de 29.000 séries de dados foi selecionado de cerca de 80.000 séries de dados de 577 estudos, com base nos seguintes critérios: (1) término em 1990 ou depois; (2) cobertura de um período de pelo menos 20 anos; e (3) indicação de uma mudança significativa em qualquer direção, como avaliado individualmente nos estudos.

Essas séries de dados provêm de 75 estudos (dos quais cerca de 70 são novos desde a Terceira Avaliação) e contêm por volta de 29.000 séries de dados, das quais em torno de 28.000 são de estudos europeus. As áreas brancas não dispõem de dados suficientes de observação do clima para que se possa estimar uma tendência da temperatura.

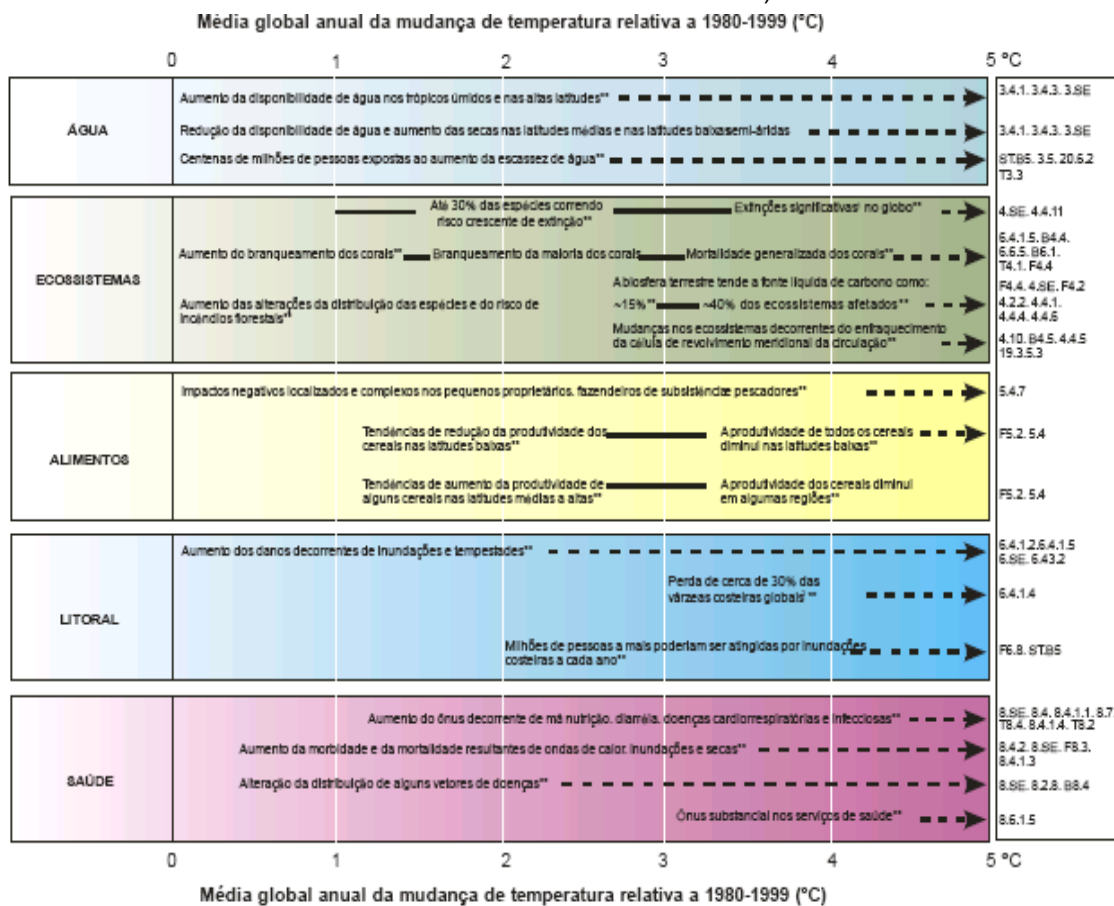
Os quadros 2 x 2 mostram o número total de séries de dados com mudanças significativas (coluna de cima) e a porcentagem dessas mudanças que são condizentes com o aquecimento (coluna de baixo) para (i) as regiões continentais: América do Norte (AMN), América Latina (AL), Europa (EUR), África (AFR), Ásia (AS), Austrália e Nova Zelândia (ANZ) e (ii) escala global: terrestre (TER), marinha e de

água doce (MAD) e global (GLO). Os números dos estudos dos sete quadros regionais (AMN, ... RP) não se somam aos totais globais (GLO) porque os dados das regiões, exceto a polar, não contêm números relativos aos sistemas marinhos e de água doce (MAD).

**FIGURA 2**

**Principais Impactos como Função do Aumento da Mudança da Temperatura Global Média**

(Os impactos irão variar em função da amplitude da adaptação, ritmo de mudança da temperatura e trajetória socioeconômica)



<sup>1</sup> Significativo é definido aqui como mais de 40%.  
<sup>2</sup> Com base na taxa média de elevação do nível do mar de 4.2 mm/ano de 2000 a 2080.

Exemplos ilustrativos dos impactos globais projetados para as mudanças climáticas (e nível do mar e dióxido de carbono atmosférico, conforme o caso) associadas a diferentes quantidades de aumento da temperatura média da superfície global no século XXI.

As linhas pretas relacionam os impactos, as setas tracejadas indicam os impactos que continuam com o aumento da temperatura. Os dados são dispostos de modo que o lado esquerdo do texto indique o início aproximado de um determinado impacto. Os dados quantitativos para a escassez de água e as inundações representam os impactos adicionais da mudança do clima relativos às condições projetadas na faixa de cenários do RECE A1F1, A2, B1 e B2.

A adaptação à mudança do clima não é incluída nessas estimativas. Todos os dados são provenientes de estudos publicados registrados nos capítulos da Avaliação. As fontes são apresentadas na coluna à direita da tabela. Os níveis de confiança para todas as declarações são altos.