

# Informação sobre Alterações Climáticas para uma Adaptação Eficaz

Um Manual Prático

gtz



On behalf of  
Federal Ministry  
for Economic Cooperation  
and Development



POTSDAM INSTITUTE FOR  
CLIMATE IMPACT RESEARCH

# **Informação sobre Alterações Climáticas para uma Adaptação Eficaz**

Um Manual Prático

**Autores :**

**Dr. Juergen Kropp**, Diretor do Grupo Norte-Sul do Potsdam Institute  
for Climate Impact Research

**Michael Scholze**, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH,  
Programa de Proteção do Clima

**Publicado por:**

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

Programa de Proteção do Clima

Postfach 5180

65760 Eschborn/Alemanha

climate@gtz.de

<http://www.gtz.de/climate>

**Responsáveis:**

Dr. Juergen Kropp, Michael Scholze

**Planejamento de produtos e controle da produção:**

Michael Wahl, Regine Hoffard

**Tradução:**

Marcus Regis

**Revisão:**

Monika Möbius

**Composição:**

Additiv. Visuelle Kommunikation, Berlim

**Impressão:**

Estação Gráfica Ltda, Brasília, Brasil

Eschborn, março de 2010

Abreviações .....	2
Prefácio .....	3
Introdução .....	4

## Parte I Contexto

① <b>Definições</b> .....	8
O que se entende por adaptação e mitigação? .....	8
Tempo e clima .....	12
② <b>A geração</b> de informações sobre as alterações climáticas e o papel da incerteza .....	14
O sistema climático da Terra .....	14
A abordagem científica à geração de informações sobre o clima no futuro .....	16
.....A) Cenários de emissão .....	18
.....B) Modelos climáticos globais .....	20
.....C) Modelos climáticos regionais .....	22
.....D) Avaliação de impacto, vulnerabilidade e adaptação .....	24
.....E) Conhecimento de eventos históricos .....	26
.....F) Conhecimento climático local (não especialista) .....	28
Avaliação de incertezas e riscos .....	28

## Parte II Passos Práticos

① <b>Acessar</b> informações sobre as alterações climáticas .....	32
Avaliação rápida da bibliografia .....	34
Utilização de ferramentas on-line de análise de dados .....	36
Instituições potenciais e fontes de informação nacionais .....	40
② <b>Interpretação</b> de informações sobre alterações climáticas e como lidar com incertezas .....	40
Regras gerais .....	40
Incertezas e interpretação de dados .....	41
Incertezas e identificação de medidas de adaptação .....	42
③ <b>Comunicação</b> de informações sobre alterações climáticas .....	44
<b>Anexo 1:</b> Linhas narrativas (storylines) para os cenários de emissão .....	46
<b>Anexo 2:</b> Lista comentada de links para fontes de informação on-line .....	48
<b>Anexo 3:</b> Seleção de impactos da mudança climática .....	51
<b>Anexo 4:</b> Avaliação geral com a utilização do conhecimento especializado em alteração climática .....	54
<b>Anexo 5:</b> Alguns MCRs bem conhecidos .....	55
<b>Bibliografia</b> .....	57

<b>BMU</b>	Ministério Federal do Meio Ambiente, da Proteção da Natureza e da Segurança Nuclear
<b>BMZ</b>	Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento
<b>CI: grasg</b>	Plataforma de apoio à adaptação global e regional
<b>°C</b>	Graus Celcius
<b>CCE</b>	Climate Change Explorer
<b>CO<sub>2</sub>(eq)</b>	Dióxido de carbono, (eq) indica que outros GEE são considerados como equivalentes de dióxido de carbono
<b>CQNUMC</b>	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
<b>GEE</b>	Gases de efeito estufa
<b>GT</b>	Grupo de Trabalho
<b>GTZ</b>	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
<b>IPCC</b>	Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima
<b>MCG</b>	Modelo de circulação geral
<b>MCR</b>	Modelo climático regional
<b>PIK</b>	Potsdam Institute for Climate Impact Research / Instituto para Pesquisa de Impactos Climáticos de Potsdam
<b>RECE</b>	Relatório Especial sobre Cenários de Emissões

# Prefácio

---

Encontrar e implementar respostas adequadas para as alterações climáticas é um enorme desafio para as nações industrializadas. Nas nações em desenvolvimento o desafio enfrentado pelos tomadores de decisão é ainda maior: enquanto os países membros da OCDE podem em princípio – e se tiverem vontade política para tal – pagar a transição para a sustentabilidade, os países em desenvolvimento ainda continuam percebendo como objetivo primordial o rápido crescimento econômico para, entre outros motivos, estabilizar os humores políticos de suas crescentes populações. Por que devem questões como a proteção do clima ou apoio à biodiversidade constar de suas agendas? Por outro lado, estes mesmos países estão geralmente mais vulneráveis a mudanças ambientais devido à sua exposição regional às forças da natureza, fracas instituições e pobreza de uma parcela considerável de seus habitantes. Daí o dilema que a eles se apresenta: como crescer economicamente sem contribuir para o extermínio dos próprios fundamentos deste crescimento? Como beneficiar do capitalismo se a reserva de capital (natural) tende a ser destruída no processo?

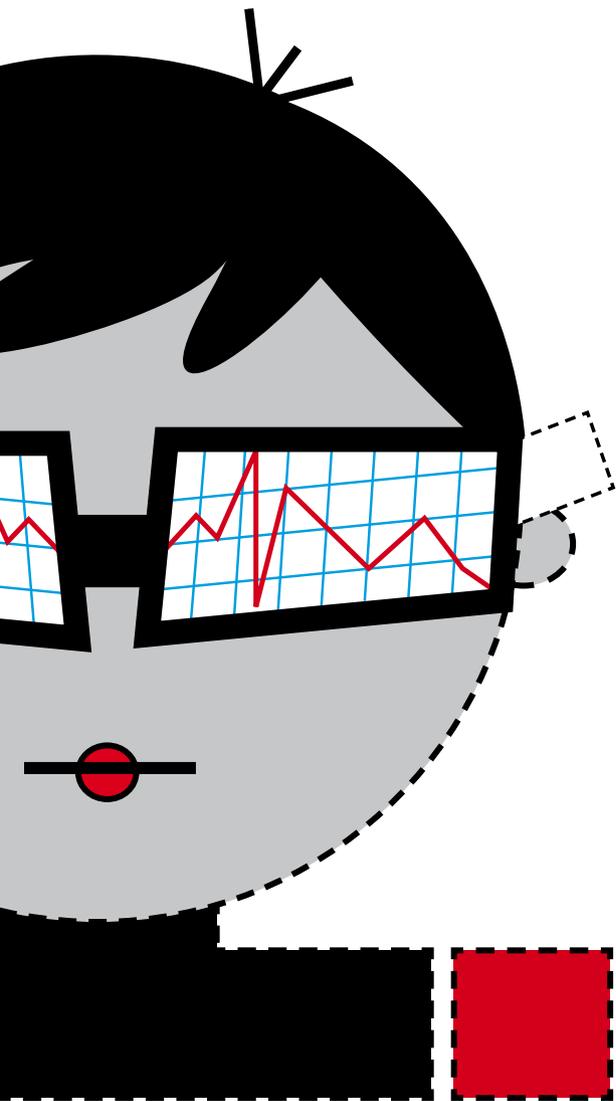
Estas são questões que, por mais incômodas, precisam ser abordadas. O papel da ciência é cada vez mais importante neste contexto, particularmente ao proporcionar aos novatos na área das alterações climáticas uma

visão geral do problema, e auxiliar especialistas em desenvolvimento a explorar o espectro das soluções relevantes. Isto é verdade tanto para o desafio da mitigação como para as tarefas associadas à adaptação a mudanças inevitáveis resultantes de interferências descuidadas na natureza realizadas no passado.

Uma vez que os especialistas em desenvolvimento trabalham na interface entre ciência e prática, eles funcionam como multiplicadores de conhecimento e, deste modo, podem preparar o terreno para uma transição acelerada para a sustentabilidade. O principal objetivo do manual aqui apresentado é potencializar as capacidades destes agentes e tomadores de decisão em países em desenvolvimento, traduzindo aspectos relevantes da pesquisa sobre mudanças climáticas para seus contextos de trabalho cotidianos. Este guia descreve em passos concretos (i) como obter informações sobre alterações climáticas, (ii) como interpretá-las adequadamente e (iii) como passar adiante o conhecimento resultante de maneira cuidadosa e responsável. Eu acredito que é exatamente isto que os tomadores de decisão, gerentes de projeto e servidores públicos precisam, e exatamente o que faltava amplamente até agora. Deste modo, este guia pode ser visto como uma primeira ponte entre a ciência e a prática em um cenário que é complexo e difícil.

**Professor H.J. Schellnhuber, CBE**

Diretor, Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK)



# Introdução

---

## Objetivos

---

Não há menor dúvida de que nosso clima está mudando. Isto trará enormes desafios a nações, organizações, empresas, cidades, comunidades e pessoas. Os países em desenvolvimento são aqueles que mais sofrerão com as consequências adversas das mudanças climáticas, sendo que algumas regiões e populações altamente vulneráveis já estão sendo afetadas.

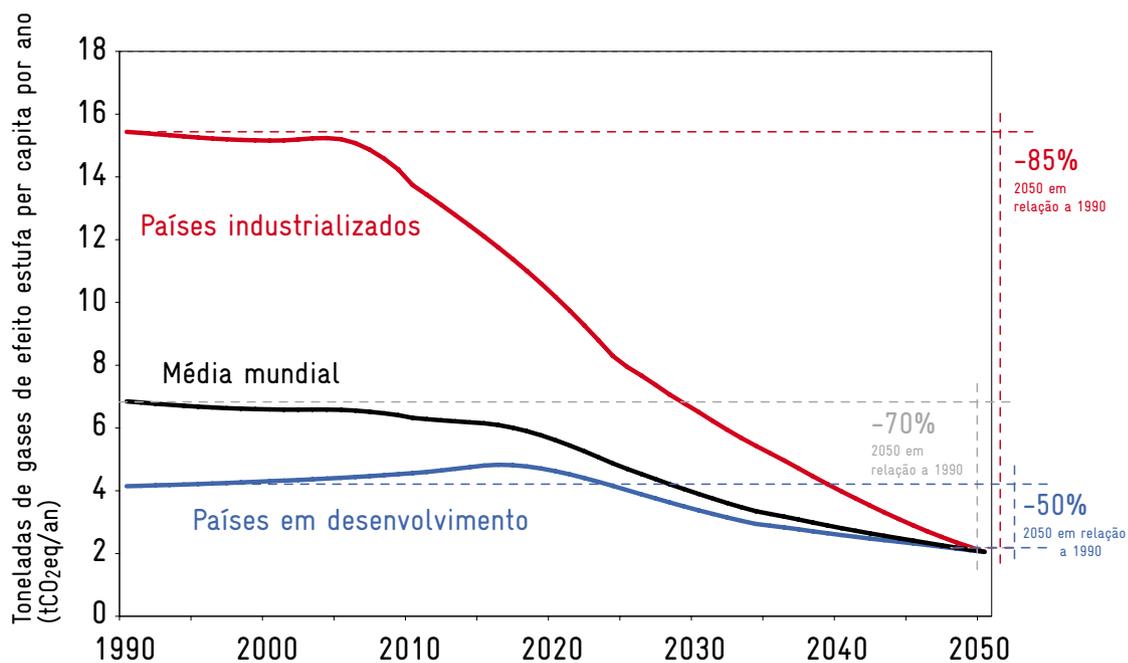
Há um crescente consenso de que se a temperatura global não aumentar mais que 2 °C, a integridade do planeta poderá ser mantida e muitas das consequências potencialmente graves da alteração do clima evitadas. Este limite está associado a emissões per capita de, aproximadamente, duas toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub><sup>1</sup> a cada ano. Em termos de redução dos gases de efeito estufa (GEE), a Figura 1 mostra o imenso desafio daí resultante. Os países industrializados, e logo também as nações em desenvolvimento, precisam reduzir suas emissões consideravelmente.

<sup>1</sup> GEE outros gases que não CO<sub>2</sub> são convertidos em equivalentes de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> eq)

Figura:

Um caminho para a estabilização do clima abaixo do limite de um aumento de 2 °C na temperatura. Enquanto para os países da OCDE é necessária uma redução de 85%, as nações em desenvolvimento podem aumentar suas emissões ligeiramente até 2017. Posteriormente também deverão reduzir suas emissões em 50% até 2050. Este objetivo só pode ser alcançado limitando-se as emissões em 2 toneladas de CO<sub>2</sub>eq/capita anuais até 2050. Para comparação, a Austrália emite atualmente 27 toneladas e os países em desenvolvimento mais pobres, 0,1 tonelada.

### Emissões de gases de efeito estufa per capita



Fonte: PIK/Meinshausen 2007

Se as emissões de GEE continuarem a crescer, o pior cenário de um aumento da temperatura global em 6 °C será uma possibilidade real. Tal aumento teria consequências desastrosas. Mesmo um alvo ambicioso de estabilização, como o de +2 °C, poderá trazer sérios impactos negativos regionais. Assim sendo, enquanto é essencial ter em mente o alvo ambicioso de redução das emissões de GEE, é também urgente a adaptação às consequências inevitáveis das alterações climáticas.

Para que tal adaptação aconteça, os tomadores de decisão precisam estar bem informados. Em nível internacional, o conhecimento existente das consequências do comportamento humano para o nosso sistema climático – apresentado, por exemplo, nos últimos relatórios de avaliação do IPCC – é bem fundamentado e apropriado para decisores políticos. Não obstante, são necessárias informações mais específicas para a implementação de medidas concretas em nível local. Já foi demonstrado que a falta deste tipo de informação é um dos obstáculos mais sérios para ações concretas – especialmente no que diz respeito à adaptação – mas também para a implementação de atividades integradas que promovam tanto a mitigação quanto a adaptação. Por esta razão, este manual se concentra em como reunir e interpretar as informações relevantes para a tomada de decisão. Ele foi escrito para agentes de desenvolvimento em organizações governamentais e não governamentais.

Em relação às questões listadas acima, algumas perguntas frequentemente feitas pelos agentes incluem:

-----  
**Que** tendências das alterações climáticas podem ser identificadas em uma região específica?  
-----

**Quem** é afetado pelas alterações climáticas, e de que maneira?  
-----

**Que** fontes de informação existem em que se possa basear o processo de tomada de decisões?  
-----

**Até que** ponto vai a credibilidade desta informação?  
-----

**Que** opções existem para a adaptação e mitigação?  
-----

**Como** devemos passar as informações relevantes adiante?  
-----

O propósito deste manual é ser um guia, e seu objetivo é capacitar os agentes a encontrarem respostas para si próprios em qualquer situação específica, usando a melhor informação disponível. Conforme será expli-

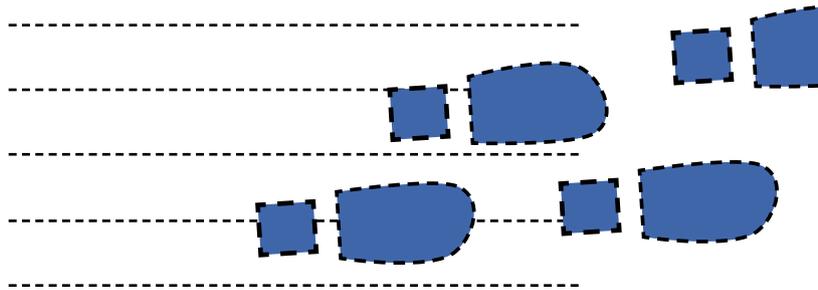
cado mais detalhadamente adiante, haverá sempre um certo nível de incerteza porque, em muitos casos, é impossível obter informações definitivas sobre os impactos resultantes das alterações climáticas ou, ainda, sobre nossa vulnerabilidade a eles.

Para podermos interpretar as informações sobre alterações climáticas, devemos em primeiro lugar compreender algumas das abordagens utilizadas pela ciência que estuda o clima. Para tal, a Parte I traz uma breve visão geral da pesquisa feita sobre impactos climáticos e fornece também algumas definições essenciais. A primeira parte descreve os modelos climáticos básicos e inclui análises sobre impactos, vulnerabilidade e adaptação. Assim sendo, ela é bem teórica e aqueles que já conhecem a ciência das alterações climáticas podem escolher passar adiante. A Parte II, por outro lado, é mais prática. Ela contém recomendações sobre como obter uma base de informações sólida sobre as alterações climáticas regionais, além de dicas úteis para aqueles que planejam programas isolados ou integrados e para qualquer pessoa que queira integrar a dimensão das alterações climáticas em suas atividades de desenvolvimento, por exemplo, revisando suas decisões de investimento sob o ângulo de sua incidência climática (climate proofing)<sup>2</sup>.

A adaptação e mitigação das alterações climáticas necessitam da cooperação entre as comunidades cientí-

fica e de desenvolvimento. Este manual foi, portanto, escrito conjuntamente pelo Grupo de Pesquisas Norte-Sul do Instituto para Pesquisa de Impactos Climáticos de Potsdam (PIK) e pelo Programa de Proteção do Clima para Países em Desenvolvimento da Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Tem o objetivo de traduzir aspectos relevantes da ciência das alterações climáticas de forma que estes vão ao encontro das necessidades da cooperação para o desenvolvimento.

<sup>2</sup> Para maiores informações sobre climate proofing acesse <http://www.gtz.de/climate-check>



# Parte I

## Informações preliminares sobre a pesquisa das alterações climáticas

### 1 Definições

#### O que se entende por adaptação e mitigação?

Existem muitas definições diferentes para a adaptação às alterações climáticas, o que mostra que não há consenso sobre o termo (para uma visão geral, veja, por exemplo, Schipper, 2007). O último relatório do IPCC, por exemplo, traz a seguinte definição: “ajuste em sistemas naturais ou humanos em resposta aos estímulos climáticos reais ou esperados, ou a seus efeitos, que modere o dano ou explorem oportunidades benéficas” (IPCC 2007b, GT II, p. 869). A definição de mitigação, por outro lado, é simples: trata-se da redução dos GEE.

Podemos observar a crescente diversificação de tarefas no trabalho realizado por comunidades profissionais sobre adaptação e mitigação. Entretanto, há também relações e sinergias entre os dois conceitos. Estratégias locais de mitigação, como a instalação de painéis solares, podem também ter um grande efeito sobre a adaptação. Por exemplo, ao não coletar lenha para combustível, as pessoas terão mais tempo para a educação – uma condição indispensável para a adaptação – e para a melhoria de suas condições de vida.

Figura 1

Adaptação e mitigação: duas estratégias paralelas para o combate às alterações climáticas.

São necessárias duas estratégias para reduzir os riscos das alterações climáticas:

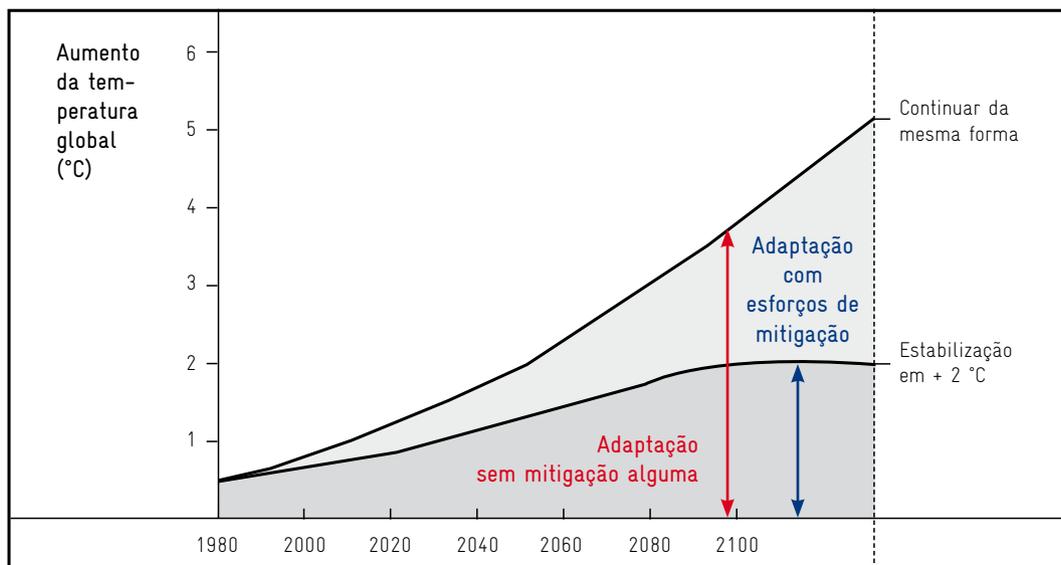
**1. Mitigação** – as causas das alterações climáticas são eliminadas com a redução da emissão dos GEE.

“evitar o que não pode ser gerido...”

**2. Adaptação** – os efeitos das alterações climáticas são dominados através do enfrentamento de seus impactos negativos.

“... e gerir o inevitável.”

As duas estratégias estão relacionadas: quanto mais bem sucedida for a primeira menos necessária será a segunda. O diagrama abaixo mostra como uma abordagem de gerenciamento de riscos associada às alterações climáticas deve envolver ambas as estratégias. Este manual abordará apenas questões relativas à adaptação.



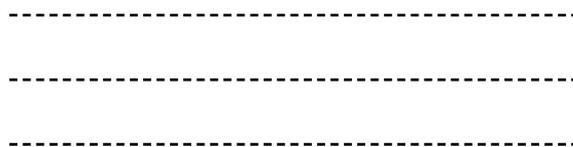
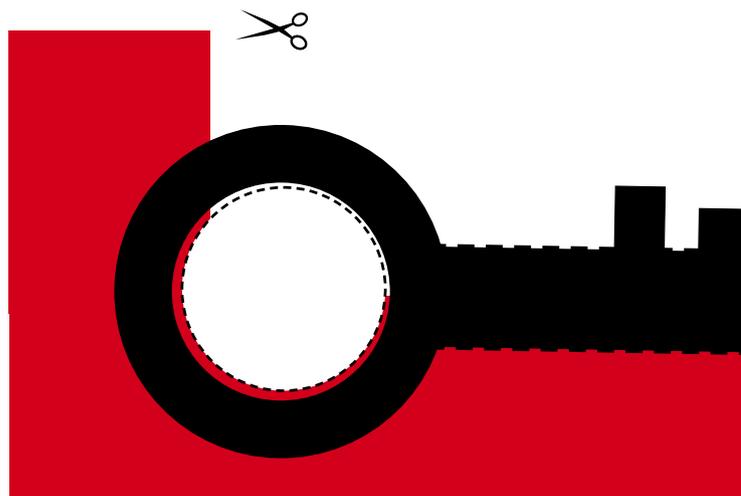
De acordo com o IPCC, a adaptação tem um componente reativo, isto é, aprendendo a partir de exemplos; e um componente proativo, ou seja, estar preparado para eventos futuros. Este último exige estratégias preventivas de solução de problemas, sendo particularmente importante para os serviços de assessoramento dos peritos que trabalham na área da cooperação para o desenvolvimento.

Alguns termos teóricos utilizados na discussão da adaptação são ilustrados no exemplo da Figura 2. A curva em ziguezague mostra o desenvolvimento potencial das precipitações em um país africano. Estas variáveis são frequentemente denominadas “estímulos climáticos”. Ao longo da história, agricultores de subsistência desenvolveram estratégias para lidar com as variações nas precipitações, que resultaram em um determinado espaço de ação.

Contudo, os eventos climáticos foram por vezes demasiado extremos para que alguma ação fosse tomada (chuvas de mais ou de menos) e os agricultores perderam suas plantações. Em outras palavras, eles estavam vulneráveis a estes extremos mesmo antes que o clima mudasse (clima estacionário). Com as alterações climáticas, a curva tende a decrescer (diminuindo a precipitação) e as condições excedem o possível espaço de ação com mais frequência.

É neste ponto que a adaptação se torna importante. Utilizar as informações sobre as alterações climáticas

de forma proativa e tomar medidas como melhorar o gerenciamento de bacias hidrográficas ou cultivar variedades resistentes à seca pode expandir o possível espaço de ação do agricultor. Ainda assim, a adaptação tem limites e, futuramente, algumas áreas podem não mais ser adequadas para a produção agrícola.



# Parte I

## Contexto

1

Definições

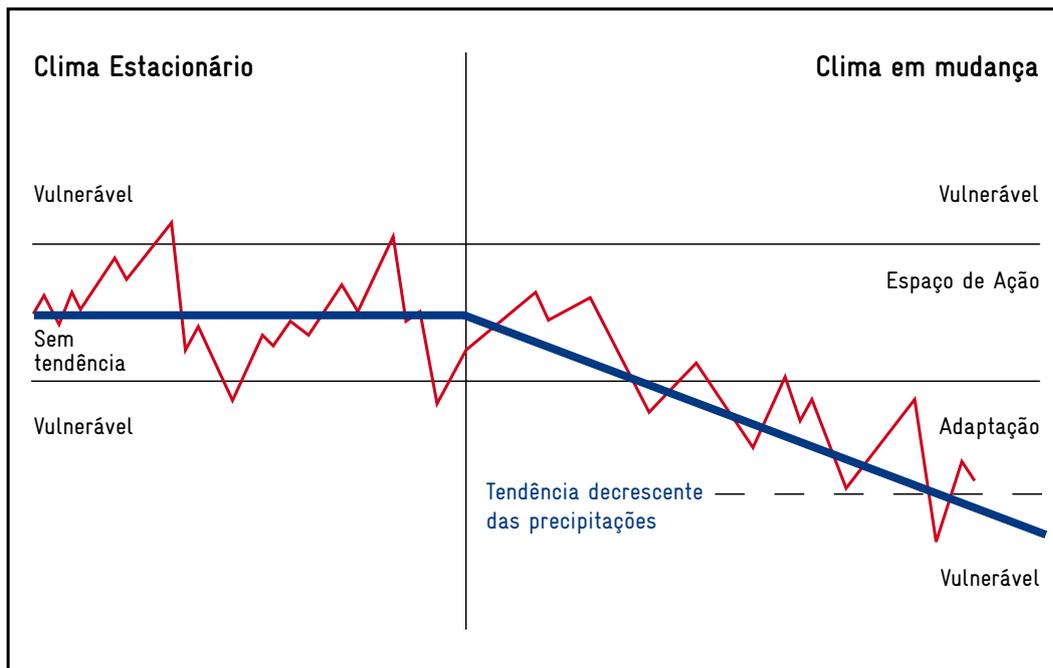


Figura 2:

Conceito idealizado de adaptação no contexto da diminuição das precipitações, introduzindo-se alguns termos-chave. Mostra-se que a adaptação expande o possível espaço de ação.

---

## Tempo e clima

---

Para maior compreensão da alteração do clima, é necessário fazer a diferença entre “tempo” e “clima” termos que se excluem mutuamente. “Tempo” é o estado atmosférico cotidiano em termos de temperatura, umidade e movimentos do ar. É derivado da natureza caótica da atmosfera e instável na medida em que é afetado por pequenas perturbações. O termo “clima”, por outro lado, é um conceito científico que envolve estatísticas como as médias de todos os eventos meteorológicos em um longo período (normalmente, 30 anos). O tempo pode ser percebido diretamente pelas pessoas; o clima, não. Ou ainda, conforme o dito popular: o clima é o que você espera, tempo é o que você experimenta. Uma pergunta comum é como os cientistas conseguem projetar o clima 50 anos no futuro se eles não conseguem prever o tempo para daqui a apenas algumas semanas. Há diferenças importantes entre as duas formas de previsão. Os cenários climáticos são projeções hipotéticas do clima futuro, correspondendo a certos cenários de emissão feitos para orientar os decisores políticos. Eles dependem das leis fundamentais da física e de suposições acerca do comportamento das pessoas, da demografia, da equidade entre o norte e o sul e da velocidade com que novas tecnologias limpas serão implementadas. O clima tem a ver com lentas mudanças nas propriedades estatísticas

do tempo ao longo dos anos, resultantes de mudanças nos grandes compostos atmosféricos (gases de efeito estufa). As projeções são, portanto, factíveis por estarem baseadas em nosso entendimento da dinâmica do clima, de suas principais partes constituintes (como a biosfera e a humanidade) e de outras forças importantes como a atividade vulcânica. O tempo, de forma diferente, é caótico em sua própria natureza. Por isso, as previsões do tempo apenas indicam as condições para poucos dias, tomando como ponto de partida uma determinada condição atmosférica (a situação do tempo atual). Outra ideia enganosa é que um inverno rigoroso prova a inexistência do aquecimento global. É da natureza do tempo ser altamente variável, o que pode ser medido utilizando-se, por exemplo, curvas de probabilidade de temperatura. A probabilidade de um evento extremo ocorrer apenas a cada cem anos pode ser estimada usando-se um por cento de desvio da curva para a esquerda ou direita (linha tracejada na Figura 4a). Quantitativamente, a probabilidade de um evento extremo pode ser expressa pelo tamanho da área abaixo da curva. Como na Figura 4, as alterações climáticas estão movendo a curva de probabilidade para a direita, aumentando a probabilidade de eventos de extremo calor (sombreado à direita) e diminuindo a probabilidade de eventos de extremo frio (sombreado à esquerda). Em alguns casos, espera-se que mesmo a variabilidade (a forma da curva) esteja mudando (Figura 4b). Deste modo, invernos rigorosos são em alguns casos ainda possíveis, embora menos prováveis.

Figura 3: O sistema climático como um "integrador" da variabilidade atmosférica

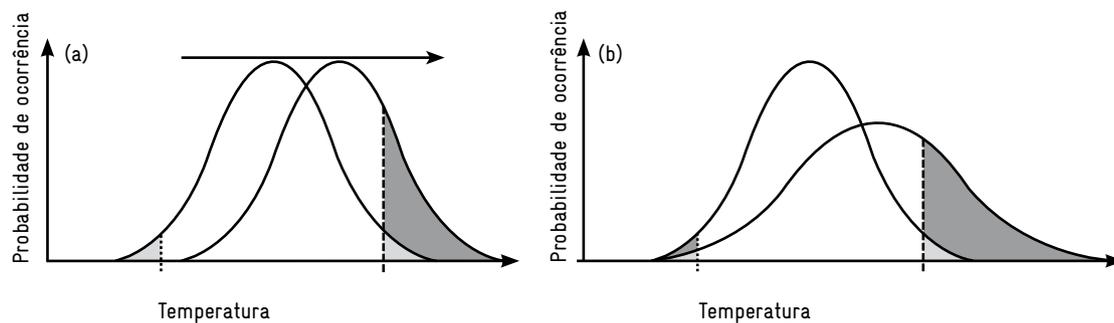
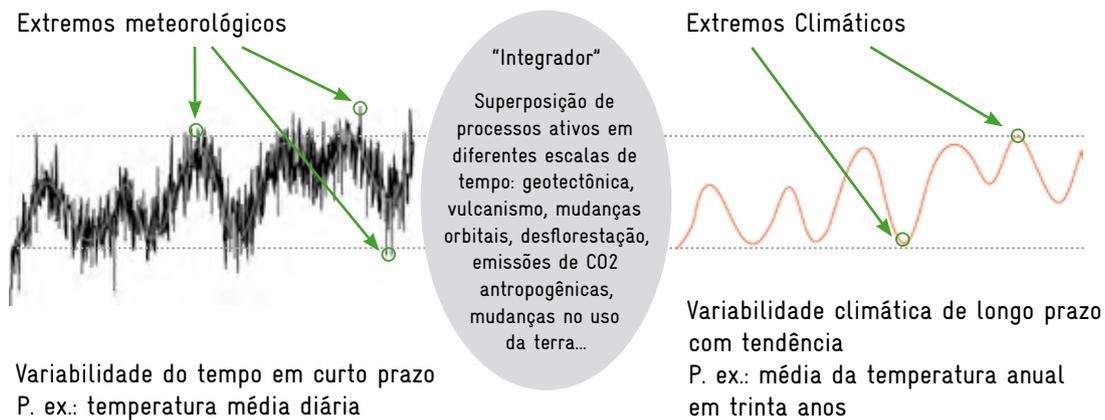


Figura 4: Mudança na variabilidade climática durante as alterações climáticas



**2** A geração de informações sobre as alterações climáticas e o papel da incerteza

## O sistema climático da Terra

A física por detrás do sistema climático é bem conhecida e amplamente compreendida. O clima da terra é determinado por muitos fatores, processos e interações em escala global (Figura 5). A biosfera, o oceano, o gelo no mar, as nuvens e o modo de como interagem entre si são alguns dos elementos importantes. Um importante fenómeno, já famoso, é o efeito estufa. Este efeito natural é responsável pelas confortáveis condições para a vida na terra, com uma temperatura média global de 15 °C. Sem a atmosfera, a temperatura média anual seria aproximadamente 30 °C mais baixa.

Hoje, os seres humanos também se tornaram um componente importante do sistema, alimentando e acelerando o aquecimento global através da liberação intensiva de GEE na atmosfera. O próprio aquecimento leva a mecanismos de retroalimentação, como a liberação de

mais GEE, como o metano, anteriormente aprisionado em solos permanentemente congelados chamados de permafrost.

Outros fatores estão além da influência humana, como, por exemplo, variações na radiação solar e na atividade vulcânica ou flutuações no eixo terrestre e em sua órbita ao redor do sol. Estes são eventos exógenos, parcialmente responsáveis pelas mudanças que têm ocorrido entre as eras glaciais e os períodos interglaciais e que acontecem ao longo de muito tempo (dezenas de milhares de anos ou mais). A diferença entre estes e os fatores de mudanças climáticas pelos quais os humanos são responsáveis deve ser entendida claramente: os últimos podem ser evitados ao se agir adequadamente.

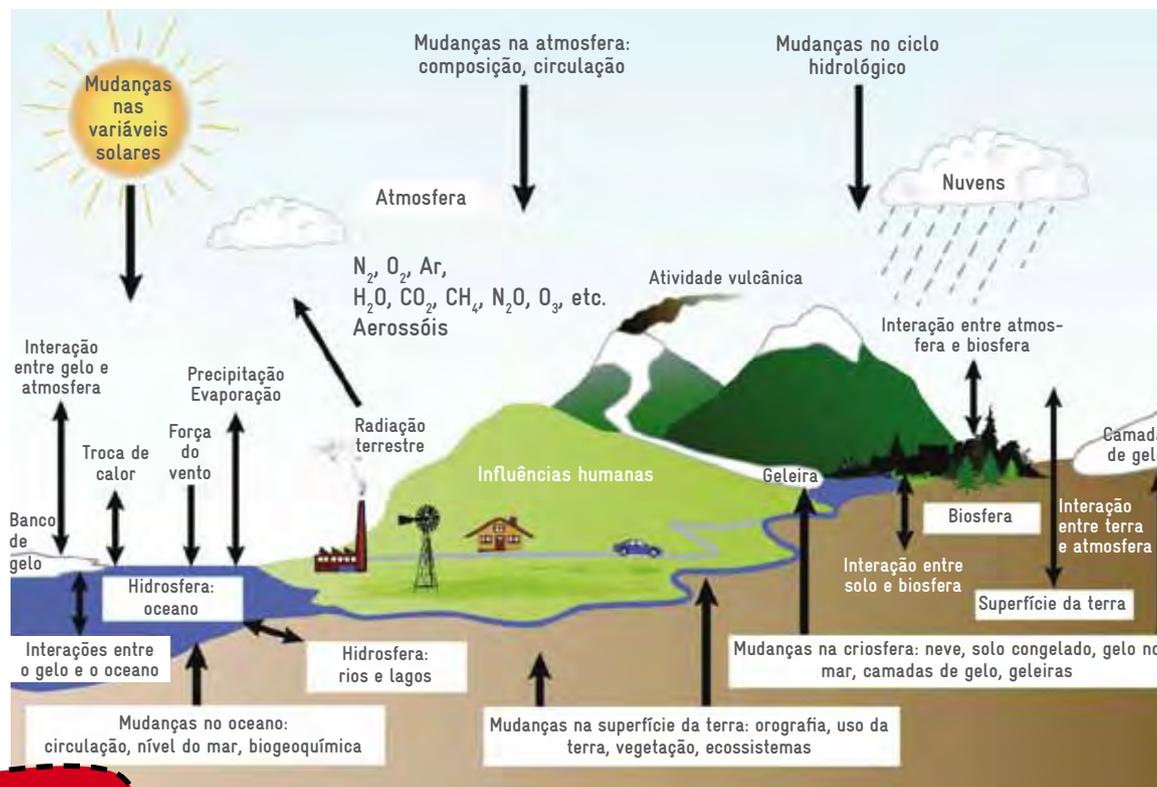


Figura 5:

Visão esquemática dos componentes do sistema climático, de seus processos e de suas interações

Fonte: IPCC, 2007a

-----

## A abordagem científica à geração de informações sobre o clima no futuro

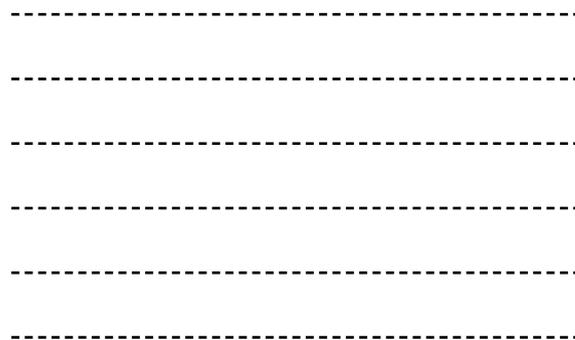
-----

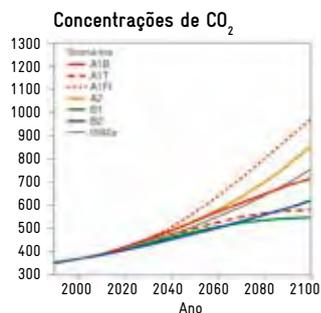
O método científico para reunir informações relevantes sobre a alteração do clima pode ser dividido nos seguintes passos: cenários globais de emissão (cenários RECE<sup>3</sup>), baseados nas narrativas para o desenvolvimento previsto para a humanidade nos próximos cem anos, descrevem como as emissões de GEE poderão evoluir no futuro. As trajetórias das emissões associadas são utilizadas como base para simulações que utilizam modelos de circulação geral (MCGs)<sup>4</sup>, que calculam a inter-relação dos elementos do sistema e projetam as tendências para o clima no futuro. Os modelos climáticos regionais (MCR) são baseados nos resultados fornecidos pelos MCGs, projetando o clima de maneira geograficamente mais precisa. Os resultados do MCG e do MCR são cenários (regionais) de alterações climáticas (não de emissão!) que descrevem, por exemplo, como a temperatura, a precipitação e outros parâmetros do clima devem mudar na área sob análise. Os efeitos de tais cenários climáticos sobre as sociedades e ecossistemas serão mais tarde investigados em estudos de impacto climático que, por sua vez, usam avaliações de vulnerabilidade e a análise das estratégias de adaptação para fornecer o conhecimento relevante aos atores en-

volvidos. O conhecimento de eventos históricos pode ser de grande valor neste processo – por exemplo, eles ajudam a compreender eventos extremos e prestam auxílio para identificar medidas de adaptação ao aumento da frequência destes eventos no futuro. Além desta abordagem científica, “de cima para baixo”, pode-se também recorrer ao conhecimento empírico local da variabilidade climática e da adaptação a essas mudanças. Esta informação de primeira mão é um complemento importante para todo o processo científico. A Figura 6 traz uma visão geral deste processo, e todos os passos estão detalhados abaixo.

<sup>3</sup> RECE: Relatório Especial sobre Cenários de Emissão.

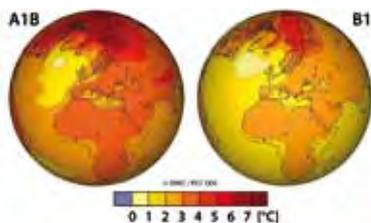
<sup>4</sup> também conhecidos como modelos climáticos globais





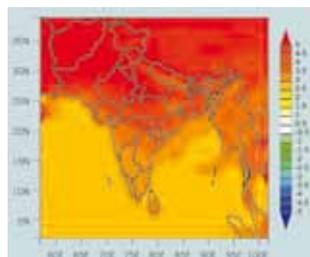
Cenários globais de emissão

Mudança na temperatura para 2080 - 2099 comparada com 1980 - 1999



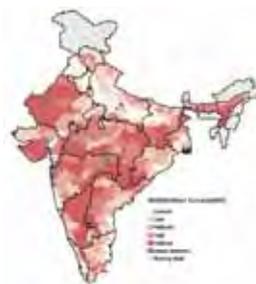
Modelos climáticos globais (23 no IPCC)

Modelos climáticos regionais



Conhecimento de eventos históricos

Conhecimento e experiências locais



Análises de impacto, vulnerabilidade e adaptação

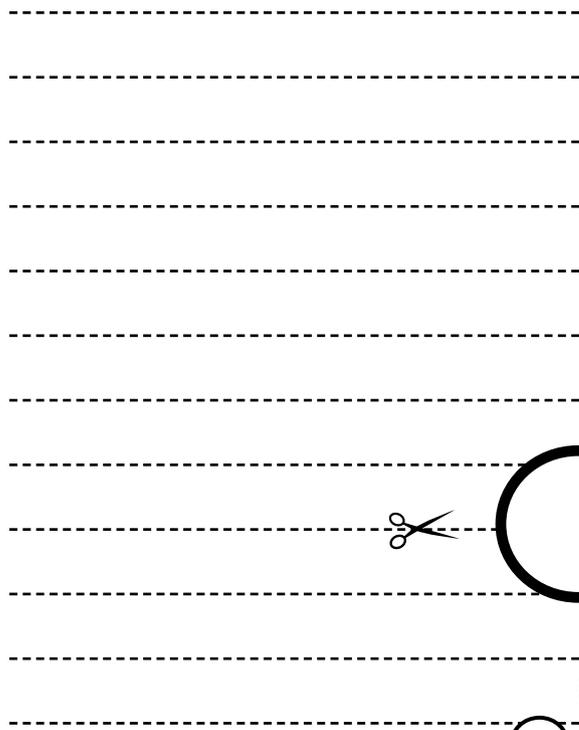
Fontes: IPCC, DKRZ, DEFRA, O'Brien K. et al. (2004)

## A) CENÁRIOS DE EMISSÃO

Entre 1970 e 2004, as emissões de GEE aumentaram de 28,7 para 49 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> eq por ano – um aumento de 70%. Continuará este aumento tão rápido nas próximas décadas? As emissões antropogênicas futuras serão determinadas por forças tais como a demografia, o desenvolvimento socioeconômico e as mudanças tecnológicas. Fatores como uma população mundial de 15 bilhões, uma economia baseada principalmente em combustíveis fósseis e um ajuste dos níveis de renda para alcançar aqueles dos países desenvolvidos até 2050, aumentariam as emissões de GEE. Por outro lado, uma transformação para uma economia baixa em carbono, 7 bilhões de pessoas e aumentos moderados da renda estabilizaria as emissões. Ambos os cenários são plausíveis: a trajetória das emissões que a humanidade percorrerá dependerá de decisões feitas tanto hoje quanto no futuro – e ninguém sabe prever que decisões serão essas.

Em outras palavras, estes cenários de emissão trazem visões alternativas de como o futuro poderá ser. Eles estão agrupados em “famílias”, cada uma com cenários que são semelhantes entre si em alguns aspectos.

Cada modelo climático está baseado nestes cenários de emissão e, portanto, contém pressupostos específicos sobre as emissões futuras. As projeções de emissão de CO<sub>2</sub> para cada cenário são apresentadas na Figura 7. O anexo 1 contém descrições mais detalhadas dos pressupostos por detrás dos cenários de emissão.



Taxas de crescimento constantes até 2050 (50 anos)

A1FI: 2,4%

A1B: 1,7%

A2: 1,8%

B1: 1,1%

Observada

2000-2006: 3,3%

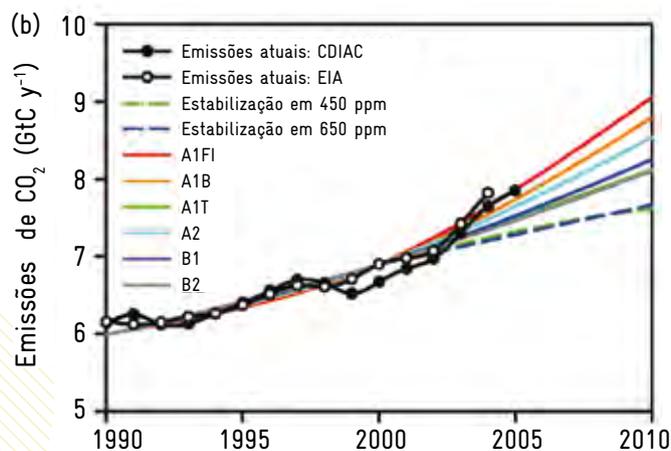
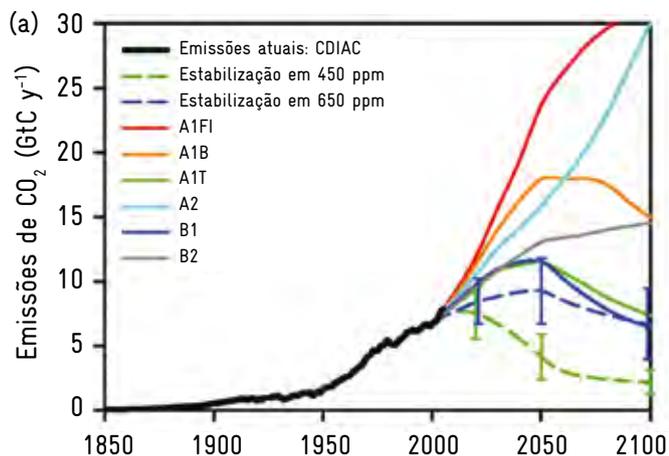


Figura 7:

Diferentes cenários de emissão do IPCC (RECE) e emissões de CO<sub>2</sub> resultantes até os anos 2100 (A) e 2010 (B). As linhas pretas representam as emissões reais e mostram que as emissões dos últimos anos se concentraram – dependendo da fonte dos dados – nos níveis superiores ou mesmo além dos níveis dos cenários mais pessimistas.

Fonte: Raupach e. a. (2007)

## B) MODELOS CLIMÁTICOS GLOBAIS

Modelos de circulação geral atmosfera-oceano – também chamados modelos de circulação geral (MCG) ou, ainda, modelos climáticos globais – são modelos de computador que dividem a Terra em quadrados (células) horizontais e verticais, como um tabuleiro de xadrez. Cada uma das células representa um estado climático específico para um tempo específico com base em um conjunto de equações. São necessários computadores de grande capacidade para calcular as equações matemáticas para cada célula, descrevendo os principais componentes do sistema climático e suas interações ao longo do tempo. O comprimento dos lados de cada célula varia em tamanho de aproximadamente 100 até 200 quilômetros, e elas são divididas verticalmente em vários níveis, abrangendo tanto o oceano quanto a atmosfera (ver Figura 8). Uma maior precisão é limitada não por falta de conhecimento científico, mas sim pela falta de poder computacional adequado. Como os supercomputadores mais recentes são cada vez mais potentes (já aumentaram a sua capacidade de processamento por um fator de um milhão ao longo das três décadas desde os anos 1970), a precisão dos MCGs deve

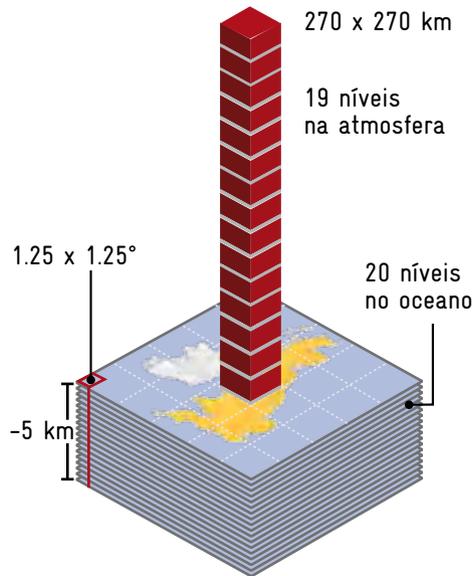
aumentar no futuro. Os MCGs atuais já contam como os modelos de computador mais complexos e abrangentes jamais desenvolvidos<sup>5</sup>.

Foram considerados 23 modelos diferentes nos últimos relatórios de avaliação do IPCC, que variam de acordo com a intensidade dos processos físicos representados, bem como em termos de resolução das células. Os resultados de todos os modelos são, em geral, consistentes, o que tem aumentado sua confiabilidade aparente, conforme demonstrado no último relatório do IPCC (2007).

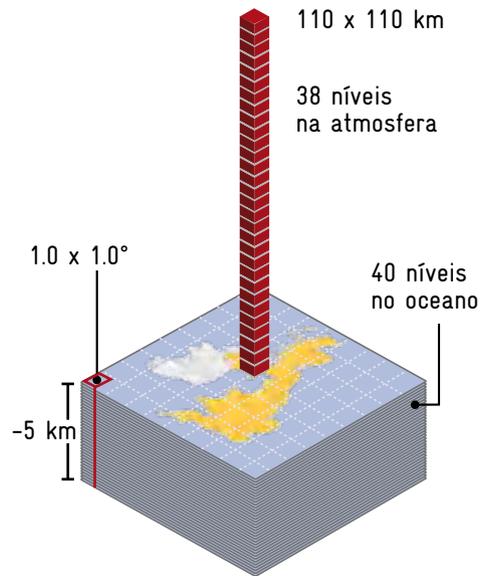
<sup>5</sup> Para maiores informações sobre os modelos computacionais e seus resultados, veja o vídeo produzido por cientistas japoneses em: <http://www.team-6.jp/cc-sim/english/>

Figura 8: Progressão dos modelos climáticos

1990s



Atualmente



Fonte: Hadley Centre

Parte I

Contexto



2

Geração

### C) MODELOS CLIMÁTICOS REGIONAIS

Os modelos globais geralmente produzem resultados inadequados para o uso em avaliações locais. Os climas locais são influenciados de forma significativa por processos e características de pequena escala como montanhas, florestas, lagos ou ilhas de calor geradas por grandes cidades, etc. Estas características não estão representadas em detalhe nos modelos climáticos globais devido à baixa resolução. Por exemplo, em um MCG, grandes cadeias montanhosas como os Alpes ou os Andes são cobertas por algumas células apenas. Diferenças mais localizadas entre regiões que se encontrem em altitudes maiores ou menores ou condições climáticas específicas nos vales não podem ser representadas. Por isso, foram desenvolvidos modelos climáticos regionais (MCRs), cuja precisão varia de 10 a 50km (veja Figura 9), ou de acordo com a distribuição de estações em uma determinada área observada. Existem dois tipos principais de MCRs: o estatístico e o dinâmico<sup>6</sup>. O primeiro analisa dados empíricos de estações meteorológicas e extrapola os resultados para o futuro utilizando tendências climáticas dos modelos climáticos globais, tendo a vantagem de ser parcialmente baseados no conhecimento climáti-

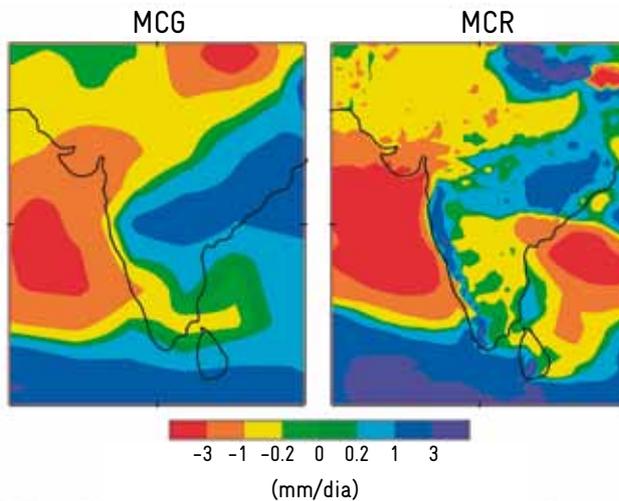
co local empírico. A desvantagem é que, em países em desenvolvimento, os dados empíricos geralmente não existem para períodos de tempo longos e contínuos, devido à falta de cobertura de observação (Figura 10). Por isso, aplicam-se frequentemente modelos dinâmicos (como PRECIS, CCLM, REMO) que funcionam de maneira semelhante ao MCG. Estes modelos são aplicados a um MCG mais grosseiro, utilizando os resultados do MCG para calcular a potencial evolução climática da região em estudo. O tempo de simulação necessário para os modelos regionais pode ser maior que o necessário para o MCG devido aos processos adicionais a serem representados em maior detalhe. O anexo 5 traz uma lista de MCRs conhecidos.

<sup>6</sup> Para uma descrição detalhada dos métodos, veja o PRECIS Handbook, p. 14: [http://precis.metoffice.com/docs/PRECIS\\_Handbook.pdf](http://precis.metoffice.com/docs/PRECIS_Handbook.pdf)



Figura 9:

Comparações de MCG e MCR



Fonte: Hadley Centre 2004, Precip Handbook, p. 18

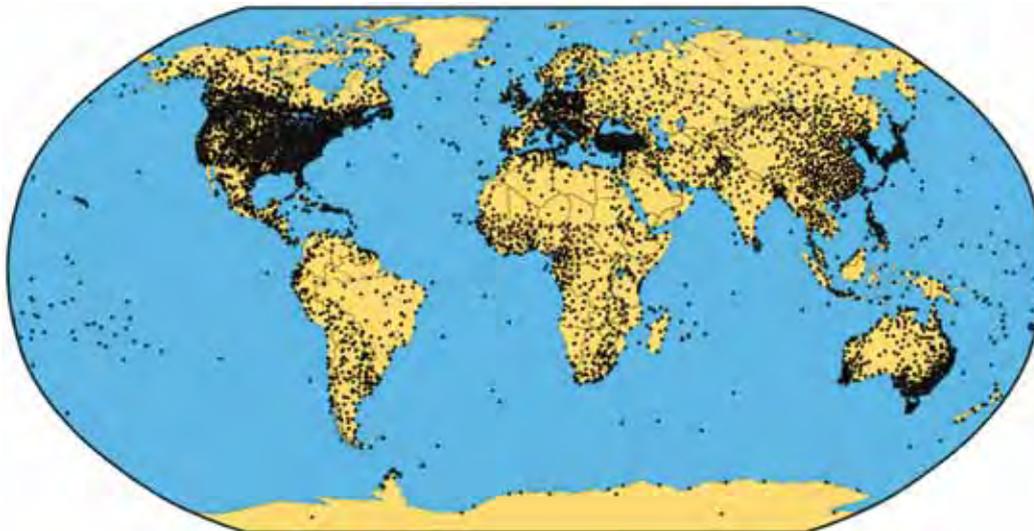


Figura 10: Cobertura mensal típica de observações meteorológicas

Fonte: NOAA

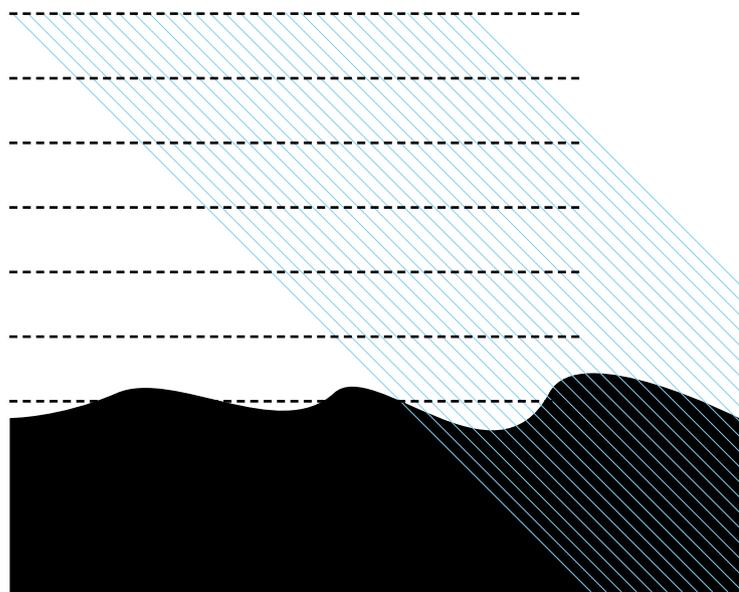
## D) AVALIAÇÃO DE IMPACTO, VULNERABILIDADE E ADAPTAÇÃO

O que significa um aumento da temperatura de 2 ou 3 graus Celsius, uma diminuição das precipitações de 30 por cento ou uma elevação de 50 centímetros do nível do mar? Para que os decisores recebam informações relevantes, os dados fornecidos pelos MCGs e MCRs devem ser contextualizados em processos físicos, socioeconômicos e ecológicos e, posteriormente, as potenciais consequências das alterações climáticas devem ser inferidas. Existem várias metodologias diferentes para fazê-lo, cujos sucesso e qualidade devem ser julgados de acordo com sua comparabilidade, transferibilidade e transparência. Uma visão geral das principais abordagens (impacto, vulnerabilidade, adaptação e avaliações integradas) pode ser encontrada na Tabela 1. É difícil fazer distinções claras entre elas. As avaliações de vulnerabilidade desempenham um papel muito importante na identificação de áreas setoriais e regionais potencialmente críticas (hot spots) quanto aos impactos da mudança climática. Uma pequena lista destas metodologias científicas que, na maioria dos casos, exige conhecimento técnico, pode ser encontrada na Internet<sup>7</sup>.

Como as alterações climáticas não são a única força indutora da mudança, algumas avaliações mais sofisticadas de impacto, vulnerabilidade e adaptação incluem também futuros cenários socioeconômicos, tecnológi-

cos e de utilização da terra em uma abordagem integrada. O nível de detalhe varia muito, indo desde estudos breves até pesquisas científicas de longo prazo e intensas, incluindo processos participatórios com diferentes grupos de interesse. Assim, os custos ligados à realização de tais avaliações podem também variar muito (veja parte II). Um exemplo da análise de impacto global pode ser encontrado nas Figuras 11a e 11b.

<sup>7</sup> [http://unfccc.int/adaptation/nairobi\\_workprogramme/compedium\\_on\\_methods\\_tools/items/2674.php](http://unfccc.int/adaptation/nairobi_workprogramme/compedium_on_methods_tools/items/2674.php)



**Tabela 1:**

Diferentes abordagens à avaliação do impacto, vulnerabilidade e adaptação relacionados às alterações climáticas

A b o r d a g e n s				
	Impacto	Vulnerabilidade	Adaptação	Integrada
<b>Objetivos científicos</b>	Impactos e riscos do clima futuro.	Processos que afetam a vulnerabilidade às alterações climáticas	Processos que afetam a adaptação e a capacidade adaptativa	Interações e feedback entre forças indutoras e impactos múltiplos
<b>Objetivos práticos</b>	Ações para reduzir os riscos	Ações para reduzir a vulnerabilidade	Ações para melhorar a adaptação	Opções políticas e custos em nível global
<b>Métodos de pesquisa</b>	Abordagem-padrão Métodos Forças indutoras – pressão – estado – impacto – resposta Avaliações de desastre	Perfis e indicadores de vulnerabilidade Riscos climáticos presentes e passados Análise do nível de vida Métodos baseados em agentes Percepção de risco, incluindo limiares críticos Desempenho das políticas de desenvolvimento/ sustentabilidade Relação entre capacidade adaptativa e o desenvolvimento sustentável		Modelação da avaliação integrada Interações entre setores Integração do clima com outras forças indutoras Discussões com grupos de interesse Conexão de modelos por tipo e escala Combinação de métodos e abordagens de avaliação

Fonte: adaptado do IPCC (2007b)

## E) CONHECIMENTO DE EVENTOS HISTÓRICOS

Em alguns casos, os eventos históricos podem fornecer um retrato bem claro dos impactos das alterações climáticas. Um exemplo notório é a onda de calor na Europa em 2003, um evento extremo que causou a morte de, pelo menos, 30.000 pessoas – em sua maioria idosos. Ao analisar o fato levando-se em consideração as projeções climáticas, pode-se observar que um evento desta natu-

reza pode vir a ser comum na década de 2040, e que temperaturas tão altas podem até ser consideradas baixas no final do século (veja Figura 12). É possível beneficiar-se deste conhecimento ao planejar a adaptação a condições futuras<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Veja também IPCC 2007, GTII, p. 146 e um artigo relacionado ao calor no verão em Science: [http://iis-db.stanford.edu/pubs/22374/battisti\\_naylor\\_2009.pdf](http://iis-db.stanford.edu/pubs/22374/battisti_naylor_2009.pdf)

Figura 11a: Espiral de Degradação da Pobreza (1999)

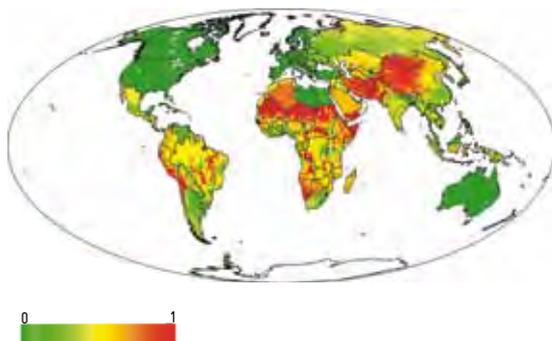
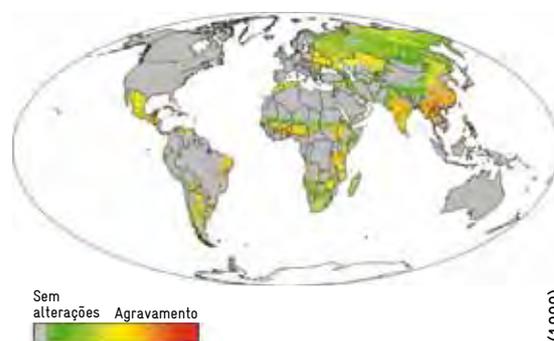


Figura 11b: Agravamento do mecanismo pela alteração climática



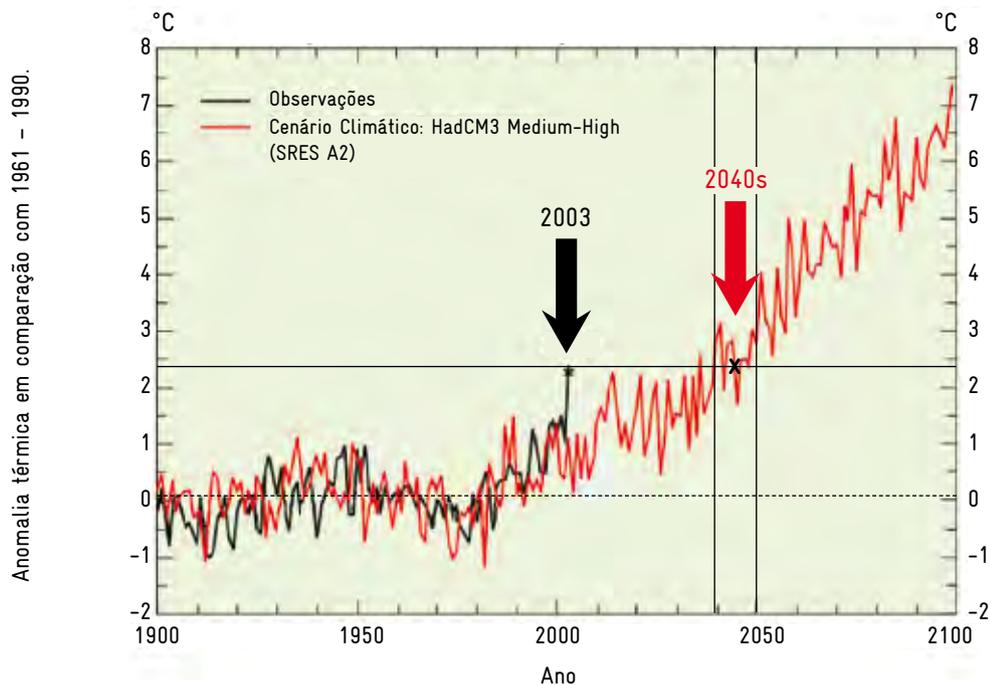
A Figura 11a mostra uma avaliação global da chamada espiral de degradação da pobreza, que descreve uma situação em que o agricultor de subsistência que cultiva terras marginais pode expandir ou intensificar sua atividade agrícola para combater a pobreza. Se mal sucedido, causará maior erosão no solo, o que levará a uma espiral descendente. O mapa mostra regiões predispostas ao problema (1999). A Figura 11b mostra as regiões em que a situação é agravada pela alteração climática.

Fonte: PIK/Lüdeke et al. (1999)

Figura 12:

Temperaturas de verão na Europa (1900 – 2100):

Comparação de um cenário climático com o sinal climático da onda de calor na Europa em 2003.



Anomalias térmicas em junho – agosto (relativas à média de 1961 – 1990, em graus Celsius) em partes da Europa. A linha preta mostra as temperaturas observadas e a vermelha, as temperaturas do modelo HadCM3. A temperatura observada em 2003 está marcada por um asterisco. A Figura mostra que um evento como a onda de calor de 2003 será comum na Europa nos anos 2040.

Fonte: Stott et al. (2004)

## F) CONHECIMENTO CLIMÁTICO LOCAL (NÃO ESPECIALISTA)

Uma importante fonte de informação geralmente esquecida é o conhecimento da população local. Em todo o mundo, por milênios, a humanidade tem respondido a eventos meteorológicos catastróficos e à mudança das condições climáticas. Embora esparso e, em alguns casos, altamente subjetivo, o conhecimento empírico pode ser muito informativo, tendo a vantagem de ser localmente e regionalmente específico e circunstanciado. Este tipo de conhecimento pode variar desde parâmetros meteorológicos específicos até vulnerabilidades e estratégias de adaptação locais e pode, também, ajudar a avaliar a plausibilidade de descobertas científicas, apoiando o aprendizado e indicando ações apropriadas.

---

### Avaliação de incertezas e riscos

---

*É melhor estar vagamente certo que precisamente errado.  
(Karl Popper)*

A ciência não fornece previsões exatas sobre o clima no futuro, e nunca poderá fazê-lo. Apesar disso, seria errado concluir que não se pode agir ou adaptar-se às

mudanças. Incerteza não é sinônimo de ignorância, mas é algo com que muitos decisores políticos são confrontados – e não apenas no campo das alterações climáticas. As empresas têm que tomar decisões estratégicas apesar da grande incerteza a respeito dos mercados futuros. Os políticos aprovam novas leis sem saber exatamente que efeitos elas terão. Em nossa vida diária, tomamos decisões sem possuir informações concretas suficientes. Em que preferiríamos acreditar: em uma projeção científica para o clima nos próximos 50 anos ou no prognóstico de um economista para a bolsa de valores nos próximos 5 anos? A avaliação da incerteza – julgar sua magnitude e encontrar suas origens – é responsabilidade do decisor. As pesquisas sobre o clima simplesmente fornecem as informações relevantes.

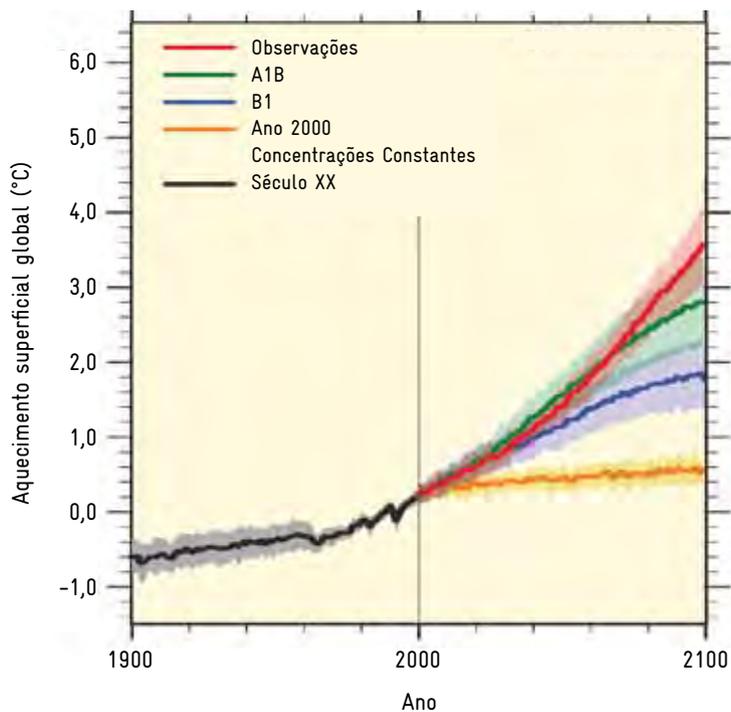
Assim, o desafio para os agentes interessados na adaptação é gerenciar a incerteza, não eliminá-la!

Há muitas razões para que haja incerteza nas informações acerca das alterações climáticas. A maior delas é o fato de não podermos prever os níveis futuros de emissões de GEE, já que muitas situações futuras são possíveis. Os cientistas lidam com isso usando diferentes cenários de emissão (como descrito no Capítulo 3.2.1 anteriormente), comparando os resultados do modelo climático para cada cenário de forma a obter várias possibilidades do clima no futuro. As possibilidades existentes no nível global se encontram ilustradas na Figura 13.



Figura 13:

Médias globais em múltiplos modelos de aquecimento superficial (relativas a 1980 - 1999)



**Espectro de possibilidades:**  
 Ilustração da incerteza para cada modelo do IPCC (áreas coloridas) e incerteza sobre o comportamento humano (variedade de cenários de emissão).

Aquecimento superficial global para 3 cenários - A1, A1B e B1 - e concentrações constantes do ano 2000. O sombreamento indica o desvio padrão de mais ou menos um nas médias anuais para cada modelo.

Fonte: IPCC (2007a)

Como se pode ver no sombreamento em volta das linhas, cada um dos modelos climáticos também contém incertezas. Os modelos são apenas aproximações da realidade, uma vez que a complexidade do sistema do planeta como um todo torna uma análise completa impossível por razões de tempo. Ainda assim, os modelos climáticos sofrem melhorias constantes: o primeiro MCG considerava apenas a atmosfera, já os mais modernos incorporam os componentes mais importantes, como a superfície da terra, os oceanos, o gelo marinho, os aerossóis e o ciclo do carbono. A física por detrás destes componentes é bem conhecida em sua maior parte, mesmo assim, alguns elementos do sistema climático – como as nuvens e as monções – são ainda difíceis de incluir em um modelo. É importante aceitar o fato de que as incertezas são diferentes quanto à região e o estímulo climático. Comparar os modelos é uma forma de lidar com este tipo de incerteza e uma boa base para a avaliação dos riscos, conforme mostrado na Figura 14.

As cores no diagrama representam as mudanças médias em temperatura, precipitação e pressão do ar no verão (acima) e no inverno (abaixo). As áreas pontilhadas são importantes porque indicam regiões em que quase todos os modelos produzem resultados semelhantes (média de todos os modelos). Pode-se observar que:

- Para algumas variáveis climáticas (como a temperatura), os modelos concordam em grande parte com

a direção e a magnitude da mudança na maioria das regiões do mundo (pontilhado).

- Para outras variáveis climáticas há menos certeza (sem pontilhado). A área colorida, no entanto, indica a direção esperada da mudança.

No tocante às avaliações de impacto, vulnerabilidade e adaptação, julgar os efeitos que as alterações climáticas terão sobre os sistemas socioeconômicos e ecológicos é uma tarefa complexa. Outras forças indutoras da mudança – como a superpopulação, as migrações, o uso excessivo de recursos e o desenvolvimento econômico – geralmente desempenham igualmente um papel importante, o que acrescenta mais uma fonte de incerteza. Um exemplo notório de como estas complexas redes de relacionamentos podem ser avaliadas é o conceito de síndrome (Schellnhuber et al, 1997), que tenta avaliar padrões de mudança global em várias escalas<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Veja: [http://www.wbgu.de/wbgu\\_syndromkonzept\\_en.html](http://www.wbgu.de/wbgu_syndromkonzept_en.html)

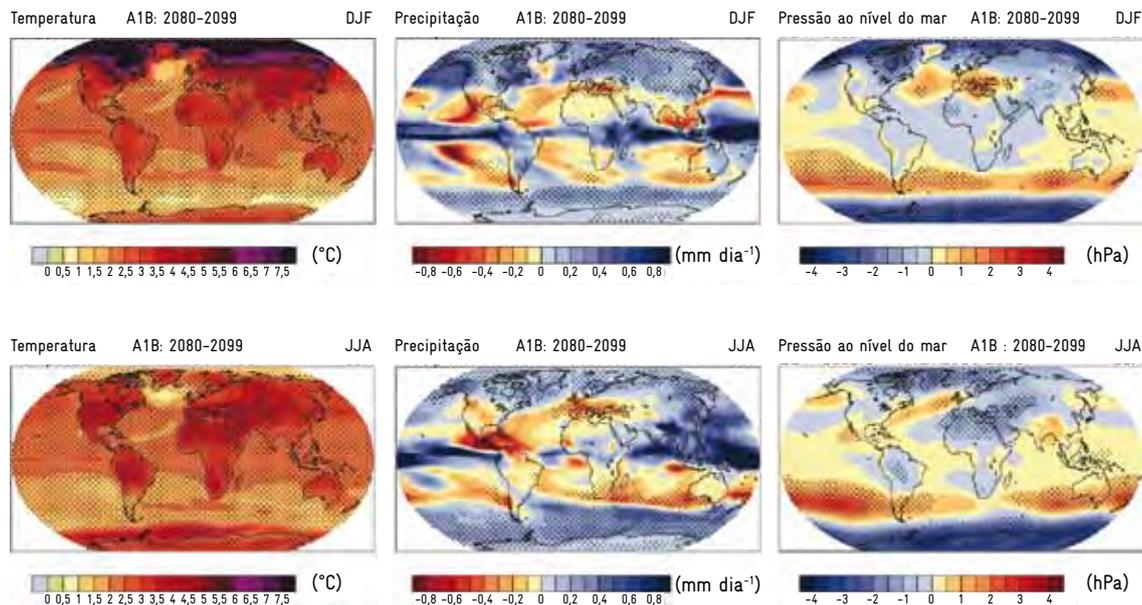


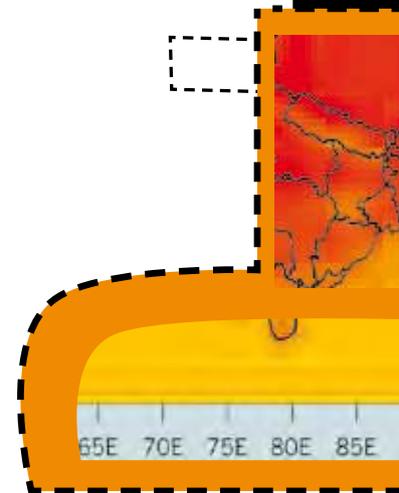
Figura 14:

Alterações médias em múltiplos modelos para temperatura, precipitação e pressão para o cenário de emissão tipo A1B. O mapa superior mostra o inverno boreal (DJF – dezembro, janeiro, fevereiro) e o inferior, o verão boreal (JJA = junho, julho, agosto).

Fonte: IPCC (2007a)

# Parte II

## Passos Práticos



A Parte I apresentou o contexto geral dos conceitos básicos, a ciência do clima e seus métodos. A Parte II fornecerá informações práticas para orientá-lo nas seguintes atividades:

- **Acessar** informações sobre a mudança climática
- **Interpretar** as informações sobre a alterações climáticas e lidar com a incerteza.
- **Comunicar** as informações sobre a mudança climática

Os subcapítulos serão complementados por vários anexos.

### 1 Acessar informações sobre as alterações climáticas

Existem várias maneiras de se obter informação sobre alterações climáticas. Geralmente estas estão agrupadas em três abordagens, que devem ser vistas como complementares. As abordagens diferem principalmente em seu nível de detalhe, no envolvimento de especialistas e nos custos a elas associados. Um breve resumo considerando seus pontos fortes e fracos será fornecido para cada uma.

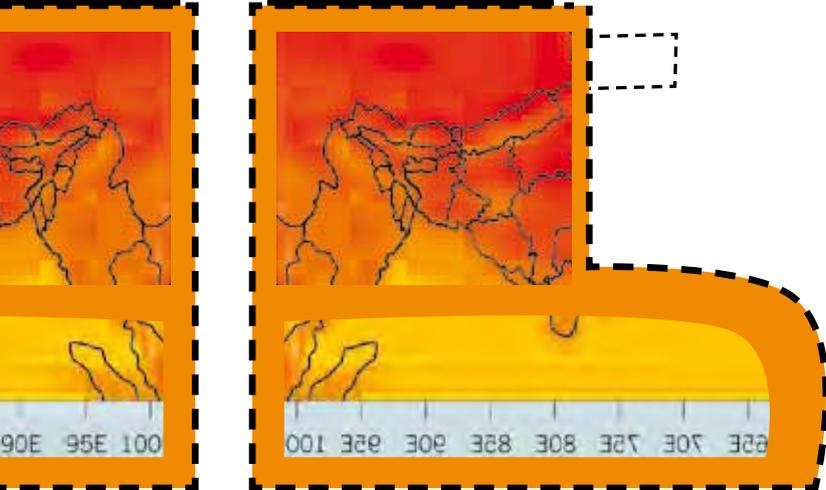


Tabela 2:

Estímulos mais importantes relacionados com alterações climáticas

- Aumento da temperatura (incluindo variações sazonais)
- Tempestades mais intensas e frequentes
- Subida do nível do mar
- Mais ondas de calor
- Mais períodos frios
- Mais secas
- Inundações mais frequentes e extremas
- Mais chuva extrema (incluindo variações sazonais)
- Mudança na disponibilidade de água anual ou sazonal
- Fusão acelerada de geleiras
- Fusão do permafrost

## Parte II

### Passos Práticos

1

Acesso



---

---

## Avaliação rápida da bibliografia

---

---

Ao invés de gerar suas próprias informações sobre a mudança climática, tente encontrar materiais já disponíveis na Internet e através de pesquisadores e instituições. Os principais passos para fazê-lo são os seguintes:

---

### 1.

**Defina as suas áreas de interesse em termos de geografia, tempo e setor.**

O volume de informações sobre a mudança climática é enorme (o último relatório do IPCC tem quatro volumes com cerca de 3.000 páginas), portanto, sua pesquisa deve ser a mais delimitada possível.

---

### 2.

**Verifique a literatura e bases de dados on-line, selecionando a informação de que necessita.**

O Anexo 2 traz uma lista de links para fontes de informações on-line, com comentários. Há, ainda, uma lista de importantes estímulos da mudança climática na Tabela 2. O Anexo 3 contém uma visão geral dos impactos das alterações climáticas que podem ser relevantes para a sua região.

### 3.

**Consulte os especialistas.**

A maioria dos países tem representantes do governo, cientistas e consultores que trabalham com questões relacionadas com as alterações climáticas. O Anexo 4 traz uma lista de instituições que são fonte potencial de informações, além de fontes oficiais com as quais você poderá entrar em contato para obter mais informações.

---

### 4.

**Consolide seus dados de forma clara e transparente.**

Reúna a informação obtida clara e transparentemente e a disponibilize a outras pessoas. Um possível formato para a compilação está na Tabela 3.

---

---

Tabela 3: Formato possível para a compilação de informações sobre mudanças climáticas

Estímulos Climáticos	Observações	Impactos	Fontes
Temperatura	1,8 °C de aumento entre 1940-2003	Primeiras mudanças de ecossistemas observadas (por exemplo...)	IPCC 2007 p. XXX; ...
	...	...	

Estímulos Climáticos	Projeções	Impactos (diretos = físicos, indiretos = socio-econômicos)	Fontes
Precipitação	Diminuição de 20% até 2050	Desertificação => perdas na produção de alimentos	XXX et al., 2005
	....	...	

Rápida Avaliação Bibliográfica	
Pontos Fortes	Pontos Fracos
Bom para obter uma visão inicial	Possivelmente baixa credibilidade para os decisores
Barato e rápido	Possivelmente não resolve suas questões
Peritos não são necessários	Qualidade desconhecida

## Parte II

### Passos Práticos

1

Acesso



---

## Utilização de ferramentas on-line de análise de dados

---

Quando da elaboração deste manual, estão sendo desenvolvidas várias ferramentas on-line destinadas a ajudar os decisores a analisar dados relativos às mudanças climáticas.

### S E R V I R

O SERVIR é um sistema de visualização e monitoramento regional para a Mesoamérica e a África que integra dados de satélite e outros dados geoespaciais para incrementar o conhecimento científico e o processo decisório de gerentes, pesquisadores, estudantes e o público em geral. O SERVIR aborda as nove áreas de benefício social do GEOSS (Sistema Global de Sistemas de Observação da Terra): desastres, ecossistemas, biodiversidade, meteorologia, água, clima, oceanos, saúde, agricultura e energia. Aqui, o termo “clima” diz respeito não apenas às condições meteorológicas atuais, mas também a projeções das mudanças climáticas. Para maiores informações, visite: <http://www.servir.net>

---

---

### C l i m a t e C h a n g e E x p l o r e r ( C C E )

O sistema de exploração da mudança do clima (CCE) oferece aos usuários um fundamento analítico a partir do qual podem explorar as variáveis climáticas relevantes para as suas próprias decisões de adaptação. A abordagem do CCE faz a ponte entre o entendimento da vulnerabilidade, o monitoramento e a projeção de riscos climáticos e o planejamento do processo de adaptação recorrendo, para isso, a um número de pressupostos básicos acerca da interpretação da ciência do clima. O CCE é uma ferramenta cliente de desktop que conta com um dispositivo para baixar, visualizar e gerenciar os resultados de modelos em pequena escala. Você necessitará de requisitar uma senha à parte para baixar uma versão desta ferramenta. Para maiores informações, visite <http://wikiadapt.org/>

---

---

---

---

---

---

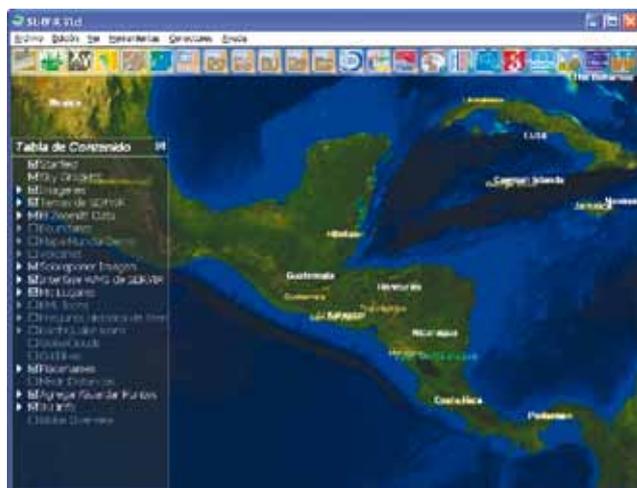
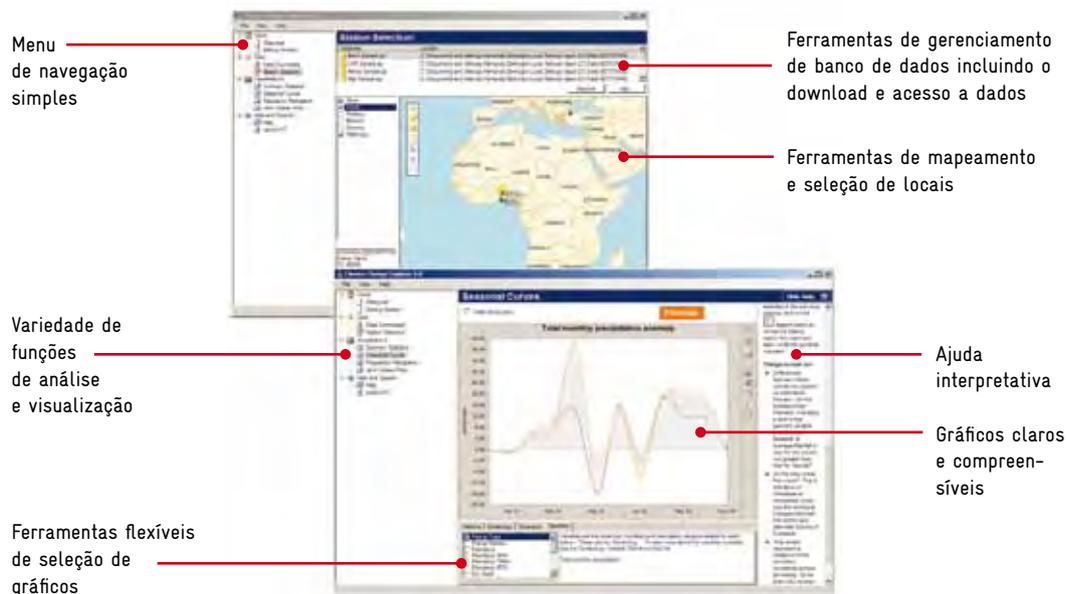
---

---

---

---

Figura 15: Climate Change Explorer (CCE), desenvolvido pela SEI, CSAG e AWHERE



## SERVIR

Desenvolvido por um consórcio que inclui a NASA, CATHALAC, USAID, CCAD, o Banco Mundial, a The Nature Conservancy, o PNUMA-ROLAC e IAGT

## Parte II

### Passos Práticos

1

Acesso

### Portal do Banco Mundial para a Mudança Climática

O Portal do Banco Mundial para a Mudança Climática tem o objetivo de dar à comunidade que trabalha com a temática do desenvolvimento acesso rápido e fácil a dados sobre o clima global. O sítio é suportado pela plataforma do Google Maps e permite aos usuários acessar dados como resultados de modelos climáticos, observações históricas do clima, dados relativos a desastres naturais, projeções de colheita e outros dados socioeconômicos em qualquer parte do globo. O sítio inclui também uma ferramenta de visualização geográfica (WebGIS) que mostra variáveis climáticas importantes, bem como conexões com as bases de dados do Banco Mundial e uma base de conhecimentos espacial-

mente referenciada. Para maiores informações, visite <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/>

### Impactos Climáticos: Plataforma de Apoio à Adaptação Global e Regional (CI: grasp)

Financiados pelo Ministério Federal Alemão do Meio Ambiente, da Proteção da Natureza e da Segurança Nuclear (BMU), o PIK e a GTZ estão atualmente desenvolvendo uma plataforma de apoio à adaptação global e regional. Trata-se de uma base de dados on-line interativa que possui diferentes camadas de informação sobre estímulos e impactos climáticos e adaptação. Para maiores informações: [www.ci-grasp.org](http://www.ci-grasp.org)

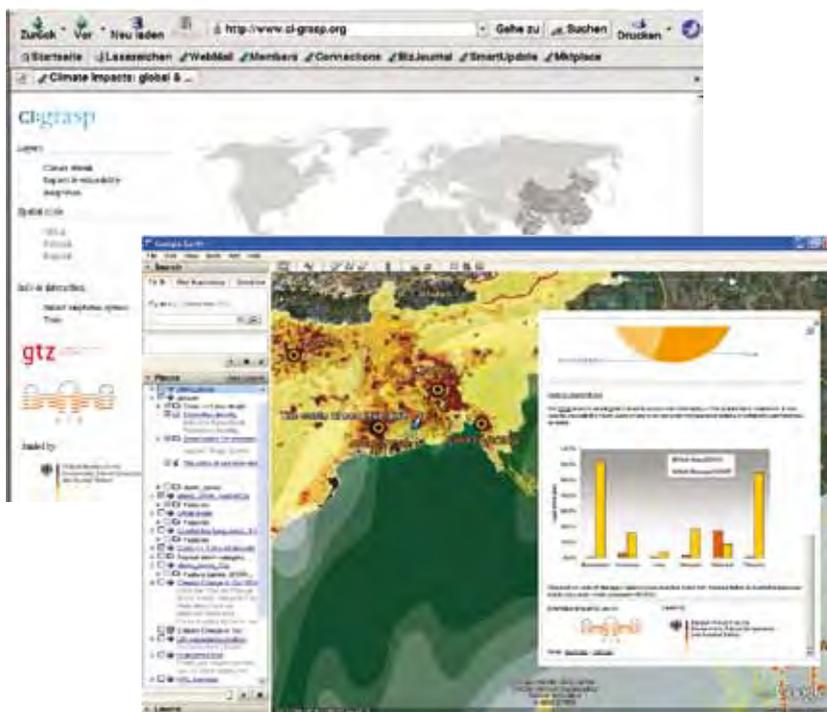


Usando ferramentas de análise de dados on-line				
<b>Pontos fortes</b>	Bom para obter uma visão inicial	rápida	barata	Especialistas não necessários
<b>Pontos fracos</b>	Pode ser enganosa a ideia de gerir a adaptação a partir do computador	Fornece apenas vistas isoladas	Requer conexão rápida com a Internet	Fornece apoio analítico

Figura 16:

Portal de Mudanças Climáticas (incluindo a ferramenta ADAPT)

Desenvolvido pelo Banco Mundial



Impactos climáticos: Plataforma de apoio à adaptação global e regional (CI: grasp)

Três camadas de informação interativas: estímulos climáticos, impactos & vulnerabilidades, e opções e experiências de adaptação.

Desenvolvido por PIK e GTZ

## Parte II

### Passos Práticos

1

Acesso

---

## Avaliação geral com a utilização do conhecimento especializado em alteração climática

---

Se você não conseguir encontrar as informações de que necessita, poderá considerar a possibilidade de encomendar uma pesquisa voltada às suas necessidades. Você poderá, por exemplo, solicitar a uma instituição científica, como o PIK, que simule um MCR para a sua região ou que aplique avaliações de impacto, vulnerabilidade e adaptação. Este tipo de pesquisa tem se desenvolvido rapidamente, contando com um grande número de grupos de pesquisa aplicando uma variedade de modelos. Até o presente, apenas uma visão geral preliminar deste tipo de trabalho está disponível<sup>10</sup>: este tipo de trabalho tem sido realizado quase na sua totalidade dentro da arena científica com o envolvimento de poucas consultorias (internacionais). Para identificar estas instituições, veja o Anexo 4 e entre em contato com os especialistas em alterações climáticas de seu país.

Os custos destas avaliações podem variar muito. Se já houver um MCR para a sua região, as instituições geralmente o fornecem gratuitamente. Se um novo modelo

<sup>10</sup> [http://unfccc.int/adaptation/nairobi\\_workprogramme/compendium\\_on\\_methods\\_tools/items/2674.php](http://unfccc.int/adaptation/nairobi_workprogramme/compendium_on_methods_tools/items/2674.php)

for necessário, o trabalho poderá levar alguns meses – ou mesmo anos – e os custos poderão chegar às dezenas ou centenas de milhares. Graças a uma variedade de projetos de pesquisa, o número de MCRs disponíveis para os países em desenvolvimento tem crescido. O Anexo 5 contém uma seleção de MCRs bem conhecidos.

### 2 Interpretação

de informações sobre alterações climáticas e como lidar com incertezas

As informações sobre a mudança climática devem ser interpretadas dentro de cada contexto específico. Trazemos aqui alguns princípios ou regras básicas que o ajudarão nesta tarefa.

---

### Regras gerais

---

- Como ponto inicial, use informações sobre a variabilidade histórica do clima (especialmente sobre eventos extremos), bem como as experiências adquiridas em matéria de adaptação.
-

● A adaptação é um processo de aprendizagem institucional e social. Reúna os diferentes grupos de interesse (decisores, cientistas, desenvolvedores de modelos, públicos-alvos, especialistas setoriais, etc.) para debater as informações sobre a mudança climática obtidas e suas implicações.

-----

● Tente reunir cenários regionais diferentes.

-----

● Apoie a pesquisa dos impactos da alteração climática para incrementar o conhecimento sobre o assunto.

-----

● Reúna as informações relevantes que tenha conseguido obter e disponibilize-as a outras pessoas. Um dos maiores desafios será gerenciar as incertezas. As sugestões abaixo podem ser úteis:

-----

-----

-----

-----

-----

-----

## Incertezas e interpretação de dados

-----

● Faça a diferença entre as incertezas dos modelos e as dos cenários de emissão (trajetória desconhecida do desenvolvimento da humanidade)

-----

● Não conclua que incertezas significam a ausência de alterações. Uma das opções menos prováveis é aquela de que nada mudará.

-----

● Sempre haverá uma incerteza inerente e insolúvel em uma projeção da alteração climática. É necessária uma quebra de paradigma: as incertezas devem ser geridas, não superadas, pelos decisores.

-----

● Os níveis de incerteza são diferentes de acordo com a área geográfica, o tempo e a variável do clima (por exemplo, há normalmente menos incerteza com relação à temperatura que com relação à precipitação). Tente definir tanto a origem das informações sobre a alteração climática para a sua região (cenário, modelos, avaliações de impacto) quanto os respectivos níveis de incerteza.

## Partie II

-----

### Passos Práticos

-----

○

-----

2

Interpretação

-----

○

-----

-----

- Alguns estudos científicos – inclusive os do IPCC – classificam o nível de confiança e a probabilidade de suas declarações. Use estas informações.<sup>11</sup>

-----

- Tente usar “espectros de possibilidades” ao invés de um único modelo.

-----

- Certifique-se de avaliar a plausibilidade de toda informação descendente que obtiver e adicione a ela informações complementares advindas de especialistas em clima, especialistas setoriais e grupos de interesse locais (informações ascendentes).

-----

-----

-----

-----

-----

-----

<sup>11</sup> <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-uncertaintyguidancenote.pdf>

-----

## Incertezas e identificação de medidas de adaptação

-----

- Tenha em mente que a adaptação às alterações climáticas não é a única área de planejamento afetada pelas incertezas.

-----

- Procure encontrar ações de adaptação “sem arrependimento” ou “de baixo arrependimento” – idealmente, ações que promovam tanto a mitigação como a adaptação e a sustentabilidade.

-----

- Procure identificar opções flexíveis e reversíveis.

-----

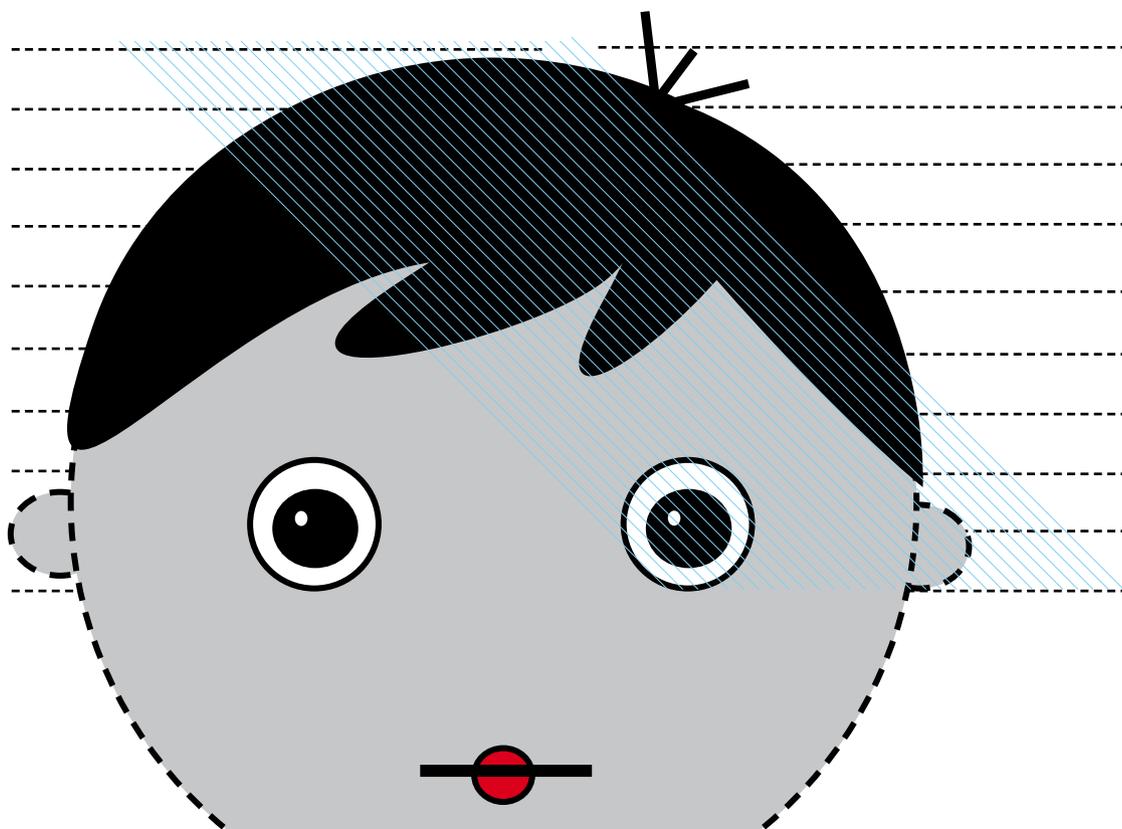
- Quando o nível de incerteza for baixo, concentre-se em impactos concretos – por exemplo, medida de combate ao rompimento de lagos em geleiras. Ao lidar com níveis mais altos de incerteza, tente aumentar a capacidade de adaptação – por exemplo, uso mais eficiente da água em face à ameaça de seca.

-----

● Utilize analogias identificando regiões com condições climáticas semelhantes àquelas previstas para a sua região; ou aprenda com eventos que já ocorreram em sua região (veja item 3.2.5)

● Procure aplicar o “gerenciamento adaptativo” – um processo interativo de aprendizagem (aprender a gerenciar gerenciando o aprendizado) através do qual você aumentará continuamente o seu conhecimento dos impactos das alterações climáticas.

● Leve em consideração a dimensão do tempo ligada aos impactos. Quando devem ocorrer? É necessário agir hoje?



## Partie II

### Passos Práticos



2

Interpretação



### 3 Comunicação de informações sobre alterações climáticas

Comunicar informações sobre alterações climáticas é uma grande responsabilidade. Se os decisores basearem suas medidas de adaptação em informações suas que se revelem incorretas, haverá dano não apenas para a sua credibilidade, mas também – e mais seriamente – poderá dar origem a medidas de adaptação inadequadas ou investimentos perdidos.

É fácil ser alarmista ao se discutir a mudança climática. Os decisores podem ser mais facilmente convencidos frente a um certo exagero do que frente a apresentações diferenciadas. Você deve evitar cair nesta armadilha. Obviamente, a informação que você fornece depende muito do destinatário: a sua abordagem será certamente diferente para um decisor que tem apenas dez minutos de tempo do que para grupos de interesse envolvidos em um workshop de um dia inteiro. Ainda assim, há certas regras que devem ser levadas em conta ao se comunicar as informações sobre alterações climáticas.

- Evite o alarmismo – baseie suas declarações em achados científicos.

- Frise a importância tanto da interpretação da alteração climática quanto do gerenciamento de incertezas – utilize espectros de possibilidades (vários futuros plausíveis e razoáveis: esta é a lição mais importante a ser aprendida pelos decisores).

- Apresente o básico da ciência da mudança climática para ajudar os decisores a interpretar as informações (conforme apresentado na primeira parte deste manual).

- Seja transparente e preciso – ao discutir incertezas, deixe claro quais são fontes mais importantes da incerteza: os cenários de emissão, não os modelos!

- Seja exato a respeito das escalas de tempo – há uma enorme diferença entre um aumento de um metro no nível do mar até 2100 e até 2030.

- Obtenha o apoio de especialistas, já que eles podem responder perguntas mais críticas e, portanto, aumentar a credibilidade.



● Tenha consciência do conflito em que se encontra: de um lado, você pode não dispor de conhecimento suficiente ou se render conta da sua própria incerteza; do outro lado, você quer convencer as pessoas com quem está falando.

● Procure utilizar uma linguagem neutra e evite declarações parciais.

Políticos de boteco e estrategistas de salão costumam argumentar que as alterações climáticas são uma grande farsa. Embora esta alegação tenha sido absolutamente desmentida por fatos científicos incontestáveis, há chance de que você tenha que enfrentá-la. A Royal Society elaborou um guia simples que discute os argumentos enganosos mais frequentes contra a alteração climática. Ele poderá ajudá-lo a contestá-los.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> <http://royalsociety.org/Climate-change-controversies-a-simple-guide/>

## Probabilidade e alterações climáticas

Os decisores frequentemente perguntam qual a probabilidade de um cenário futuro realmente acontecer. Os cenários de mudança climática não podem ser associados com a noção de probabilidade porque se trata de futuros hipotéticos que se baseiam em linhas narrativas (storylines) hipotéticas e que levam em conta o comportamento humano nos próximos cem anos. A probabilidade é um conceito estatístico que se baseia na frequência de determinados eventos – e estes não são disponíveis para a construção de cenários. Não obstante, com base em nosso entendimento da física e com o uso de certos pressupostos relativos à trajetória do desenvolvimento humano, podemos dizer como as coisas poderão evoluir.

## Partie II

### Passos Práticos



3

Comunicação

# Anexo 1: Linhas narrativas (storylines) para os cenários de emissão

## A 1

- Rápido crescimento econômico
- Uma população mundial que atinge nove bilhões em 2050 e depois declina gradualmente
- A rápida disseminação de novas e eficientes tecnologias
- Um mundo convergente - renda e modo de vida convergem entre as regiões. Amplas interações sociais e culturais em todo o mundo

Existem sub-conjuntos para a família A1 com base em sua ênfase tecnológica:

1. **A1FI** - ênfase em combustíveis fósseis
2. **A1B** - ênfase equilibrada em todas as fontes de energia
3. **A1T** - Ênfase em fontes de energia não fósseis

## A 2

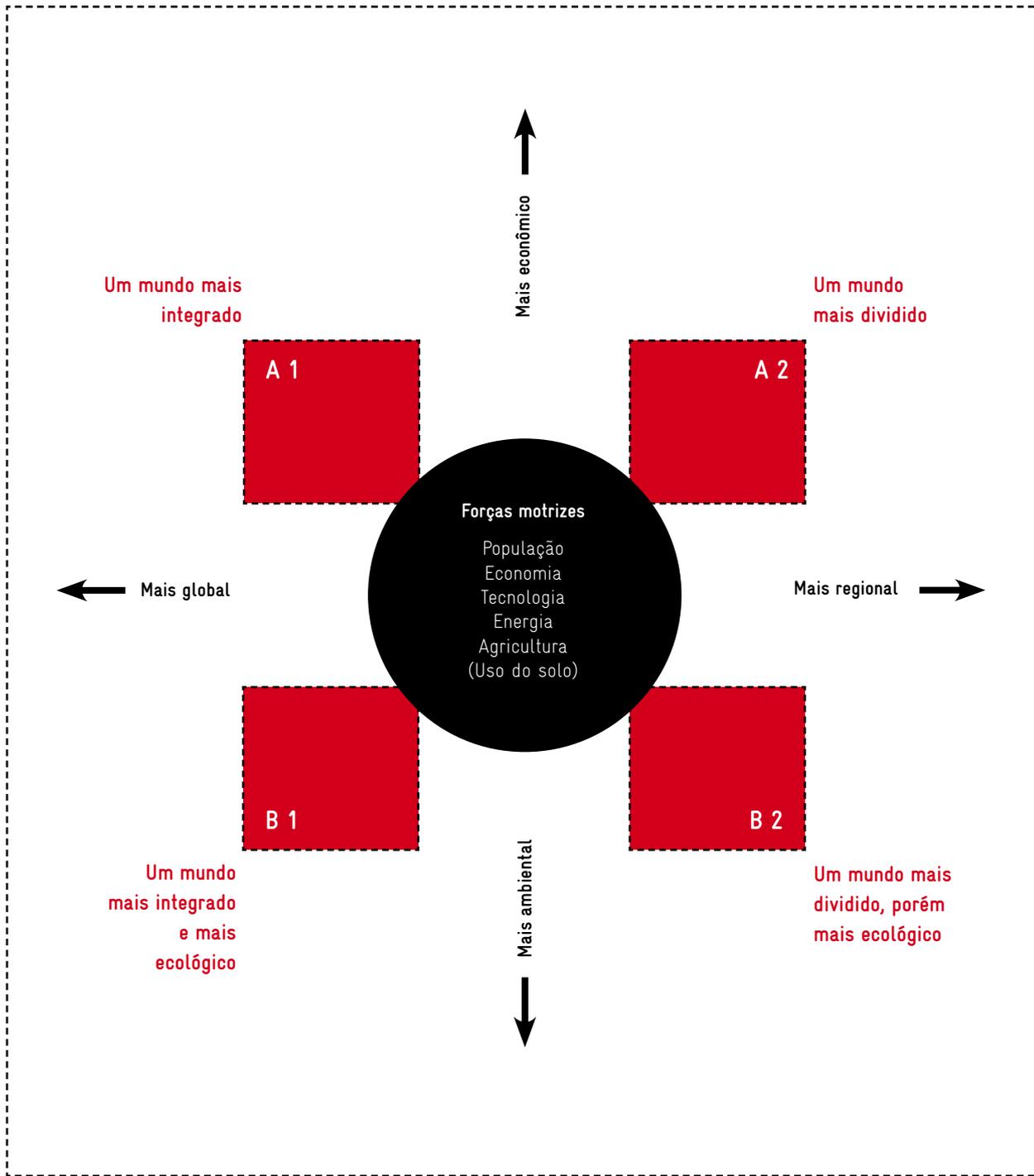
- Um mundo de nações operando de forma independente e antosuficiente
- Contínuo aumento da população
- Desenvolvimento econômico regionalmente orientado
- Mudanças tecnológicas e melhorias para a renda per capita mais lentas e fragmentadas

## B 1

- Economia de rápido crescimento como em A1, mas com mudanças rápidas na direção de uma economia de serviços e informação
- O aumento da população para 9 bilhões em 2050 e depois em declínio, como em A1
- Reduções da intensidade de material e a introdução de tecnologias limpas e eficientes em termos de recursos
- Ênfase em soluções globais para a estabilidade econômica, social e ambiental

## B 2

- Contínuo aumento da população, mas em um ritmo mais lento do que em A2
- Ênfase em soluções locais, ao invés de globais, para a estabilidade econômica, social e ambiental
- Níveis intermediários de desenvolvimento econômico
- Mudança tecnológica mais fragmentada e menos rápida do que em B1 e A1



## Anexo 2: Lista comentada de links para fontes de informação on-line

A lista abaixo é uma seleção das fontes mais importantes disponíveis na Internet. Para uma lista mais abrangente, acesse [www.gtz.de/climate](http://www.gtz.de/climate) (on-line em breve).

### Fontes de informação essenciais

#### IPCC

O Quarto Relatório de Avaliação (AR4) contém relatórios de três grupos de trabalho (GTs) e um relatório-síntese no seguinte link:

[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_and\\_data\\_reports.htm](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm)

#### *Projeções regionais da mudança do clima*

Fonte: Capítulo 11, Projeções Regionais do Clima, GT I (12 MB, 5 - 10 páginas por continente).

#### *Aviações dos impactos e vulnerabilidades para cada continente*

Fonte: Grupo de Trabalho II: Capítulo 9: África (2 MB, 36 páginas), Capítulo 10: Ásia (1 MB, 38 páginas), Capítulo 13: América Latina (1 MB, 37 páginas).

#### Comunicações nacionais à CQNUMC

Sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), os países em desenvolvimento são obrigados a submeter as chamadas Comunicações Nacionais, que normalmente contêm informações sobre os impactos da alteração climática e adaptações em contextos nacionais específicos. A maioria dos países já publicou, pelo menos, uma Comunicação Nacional.

[http://unfccc.int/national\\_reports/non-annex\\_i\\_natcom/items/2979.php](http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php)

#### Programas Nacionais de Ação de Adaptação (PNAA)

Os PNAA (ou, em inglês, NAPA) fornecem um processo para países menos avançados (PMA) - e somente para eles - identificarem atividades prioritárias que respondam a suas necessidades urgentes e imediatas relacionadas com a adaptação às alterações climáticas. Normalmente incluem informações sobre os impactos da mudança climática e as possíveis medidas de adaptação.

[http://unfccc.int/cooperation\\_support/least\\_developed\\_countries\\_portal/submitted\\_napas/items/4585.php](http://unfccc.int/cooperation_support/least_developed_countries_portal/submitted_napas/items/4585.php)

---

## Outras Fontes de Informação

---

### Perfis de adaptação dos países

Perfis de países no tocante à sua adaptação com um panorama de estatísticas importantes sobre a mudança climática. Fornecido pelo PNUD.

<http://country-profiles.geog.ox.ac.uk/>

<http://www.adaptationlearning.net/>

---

### Portal do clima do Banco Mundial

O portal do clima do Banco Mundial disponibiliza uma grande variedade de informações, por país, sobre a mudança climática.

<http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/>

---

### Mapas de impactos da alteração climática

Uma seleção de mapas-múndi que apresentam os impactos da mudança climática. Fornecida pelo PNUD.

<http://www.undp.org/climatechange/adapt/basics2.html>

---



---

### WBGU (Conselho Consultivo do Governo Alemão sobre Mudanças Ambientais Globais)

Explorações científicas aprofundadas dos temas mais abrangentes relativos às mudanças globais e recomendações para ação e pesquisa.

[http://www.wbgu.de/wbgu\\_publications.html](http://www.wbgu.de/wbgu_publications.html)

---

### AIACC

Avaliações de Impactos e Adaptações à Mudança Climática (AIACC, em inglês) em várias regiões e setores. Fornece dados importantes sobre a alteração climática em 24 países.

<http://www.aiaccproject.org>

<http://sedac.ciesin.columbia.edu/aiacc/>

---

## Fontes de informação sobre desastres naturais

---

### Base de Dados Internacional CRED/OFDA.

A base de dados EMDAT fornece estatísticas globais sobre desastres, com perfis de desastres por país.

<http://www.emdat.be/>

---



## Anexo 3: Seleção de impactos da mudança climática

Fenômeno e direção de tendência	Probabilidade de que a tendência se concretizasse no final do século XX	Probabilidade da tendência no futuro	Exemplos de impactos importantes
Na maioria das áreas de terra firme, dias e noites mais quentes; menos frios, e maior frequência de dias e noites muito quentes	Muito provável	Quase certa	<p>Aumento das produções agrícolas em ambientes mais frios, diminuição do rendimento em ambientes quentes</p> <p>Aumento das invasões de insetos</p> <p>Efeitos sobre os recursos hídricos alimentados pelo derretimento da neve</p> <p>Redução da mortalidade causada pela exposição ao frio</p> <p>Declínio da qualidade do ar nas cidades</p>
Na maioria das áreas de terra firme, maior frequência de ondas de calor	Muito provável	Muito provável	<p>Redução da produção agrícola em regiões mais quentes, devido ao calor</p> <p>Aumento do risco de incêndios florestais</p> <p>Aumento da demanda por água, problemas com a qualidade da água</p> <p>Aumento da mortalidade relacionada ao calor, especialmente para os idosos, doentes crônicos, muito jovens e socialmente isolados</p>

Fenômeno e direção de tendência	Probabilidade de que a tendência se concretizasse no final do século XX	Probabilidade da tendência no futuro	Exemplos de impactos importantes
Na maioria das áreas, maior frequência de precipitação acentuada	Provável	Muito provável	<p>Danos às culturas</p> <p>Erosão dos solos</p> <p>Efeitos adversos sobre a qualidade das águas superficiais e águas subterrâneas</p> <p>A escassez de água pode ser aliviada</p> <p>Aumento do risco de mortes, ferimentos e doenças infecciosas, doenças respiratórias e da pele</p> <p>Descontinuidade nos assentamentos humanos, comércio, transportes e nas sociedades, devido a inundações</p> <p>Pressões sobre a infraestrutura urbana e rural</p> <p>Perda de propriedades</p>
Aumento das áreas afetadas pela seca	Provável em muitas regiões desde a década de 1970	Provável	<p>Degradação dos solos</p> <p>Rendimentos agrícolas mais baixos, danos às plantações</p> <p>Aumento das mortes de gado</p> <p>Aumento do risco de incêndios florestais</p> <p>Aumento do risco de escassez de alimentos e água</p> <p>Aumento do risco de desnutrição</p> <p>Aumento do risco de doenças de origem alimentar e hídrica</p> <p>Migração</p>

Fenômeno e direção da tendência	Probabilidade de que a tendência se concretizasse no final do século XX	Probabilidade da tendência no futuro	Exemplos de impactos importantes
Crescente intensidade de ciclones tropicais	Provável em algumas regiões desde a década de 1970	Provável	<p>Danos às culturas e árvores</p> <p>Cortes de eletricidade causando interrupções no abastecimento público de água</p> <p>Aumento do risco de mortes, ferimentos e doenças transmitidas através de água ou alimentos</p> <p>Estresse pós-traumático</p> <p>Problemas devidos a inundações e ventos fortes</p> <p>Recusa de seguradoras privadas a dar cobertura de risco em áreas vulneráveis</p> <p>Migração, prejuízos materiais</p>
Aumento da incidência de níveis extremamente altos do mar	Provável	Provável	<p>Salinização da água de irrigação e dos sistemas de abastecimento de água doce, diminuição da disponibilidade de água doce</p> <p>Aumento do risco de mortes e lesões por afogamento nas enchentes</p> <p>Efeitos na saúde relacionados à migração</p> <p>Custos de proteção costeira versus relocação das populações</p> <p>Potencial para a relocação de pessoas e da infraestrutura</p> <p>Efeitos dos ciclones tropicais.</p>

Fonte: IPCC (2007b)

## Anexo 4: Instituições potenciais e fontes de informação nacionais

---

### Potenciais instituições e especialistas com perícia em contextos nacionais específicos

---

- Ministérios e órgãos governamentais relevantes
- Pontos focais da CQNUMC<sup>13</sup>
- Lista de peritos da CQNUMC<sup>14</sup>
- Serviços e institutos meteorológicos
- Universidades
- Agências doadoras
- ONGs de desenvolvimento ou científicas
- Autores de Comunicações Nacionais (NATCOMs)

<sup>13</sup> <http://maindb.unfccc.int/public/nfp.pl#beg>

<sup>14</sup> <http://maindb.unfccc.int/public/roel/>

<sup>15</sup> [http://unfccc.int/national\\_reports/non-annex\\_i\\_natcom/items/2979.php](http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php)

---

### Possíveis fontes nacionais de informação

---

- Comunicações Nacionais<sup>15</sup>
- Inventários, mapas e séries de dados sobre eventos naturais e riscos relacionados com o clima (por exemplo, secas e enchentes)
- Relatórios nacionais sobre desertificação
- Planos de preparação para desastres, inventários e revisões
- Análises setoriais (por exemplo, agricultura, recursos hídricos, energia)
- Estudos locais de vulnerabilidade
- Avaliações de bens e serviços ambientais
- Inventários, mapas e séries de dados sobre riscos climáticos (por exemplo, secas, inundações) ou modelos socio-econômicos relevantes
- Cenários regionais de mudança climática
- Documentos estratégicos de redução de pobreza (DERP)
- Planos de segurança alimentar

## Anexo 5: Alguns MCRs bem conhecidos

Modelo climático regional	Desenvolvido por:	Comentário/ Tipo de modelo
CCRM	Modelo regional canadense do clima, Canadá	Dinâmico
COAMPS	Divisão Meteorológica Marinha do Laboratório de Pesquisa Naval (NRL), Estados Unidos	Dinâmico, gratuito <a href="http://www.nrlmry.navy.mil/coamps-web/web/home">http://www.nrlmry.navy.mil/coamps-web/web/home</a>
CCLM	Comunidade de modelização climática para regiões limitadas (sob a direção do Serviço Meteorológico Alemão (DWD)), Alemanha	Dinâmico, também conhecido como COSMO-CLM
DARLAM	Organização de pesquisa científica e industrial do Commonwealth (CSIRO), Austrália	Dinâmico
NRCM	Centro nacional para a pesquisa atmosférica (NCAR), Estados Unidos	Dinâmico
HADRM3	Hadley Centre, Reino Unido	Dinâmico

<b>Modelo climático regional</b>	<b>Desenvolvido por</b>	<b>Comentário/ Tipo de modelo</b>
HIRHAM	Serviço meteorológico dinamarquês (DMI), Instituto Max Planck para Meteorologia, Dinamarca/Alemanha	Dinâmico
PRECIS	Hadley Centre, UK Met Office, Reino Unido	Dinâmico, gratuito para países em desenvolvimento <a href="http://precis.metoffice.com/">http://precis.metoffice.com/</a>
RACMO2	Serviço meteorológico neerlandês (KMNI), Países Baixos	Dinâmico
RegCM3	Centro internacional de física teórica (ICTP), Itália	Dinâmico, gratuito <a href="http://users.ictp.it/~pubregcm/RegCM3/">http://users.ictp.it/~pubregcm/ RegCM3/</a>
REMO	Instituto Max Planck para Meteorologia, Alemanha	Dinâmico
RCA3	Rosby Centre (SMHI), Suécia	Dinâmico
STAR	Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Alemanha	Estatístico
WETTREG	Climate and Environment Consulting Potsdam (CEC), Alemanha	Estatístico

**DEFRA (2009):** Climate Change Scenarios for India, acesso em 23 de março de 2010, [http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=GA01021\\_3560\\_FRP.pdf](http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=GA01021_3560_FRP.pdf)

**IPCC (2000):** Relatório Especial sobre Cenários de Emissões, editado por N. Nakicenovic e R. Swart, Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima Cambridge (IPCC): Cambridge University Press, Reino Unido

**IPCC (2007a):** Climate change 2007: The Physical Science Basis. Relatório do Grupo de Trabalho I do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), editado por S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor e H.L. Miller, Cambridge: Cambridge University Press, Reino Unido

**IPCC (2007b):** Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Relatório do Grupo de Trabalho II do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC); editado por M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden e C. E. Hanson, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido

**Jones, R.G. et al. (2004):** Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS, Met Office Hadley Centre, Exeter, Reino Unido, 40pp.

**Lüdeke, M.K.B. et al. (1999):** Rural poverty driven soil degradation under climate change: the sensitivity of disposition towards the Sahel syndrome with respect to climate. *Environmental Modeling and Assessment* 4(4): 295-314.

**Meinshausen, M. (2007):** Página 49 em: Human Development 2007/2008, Fighting Climate Change: Human Solidarity in a divided world. Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas, Nova York, EUA.

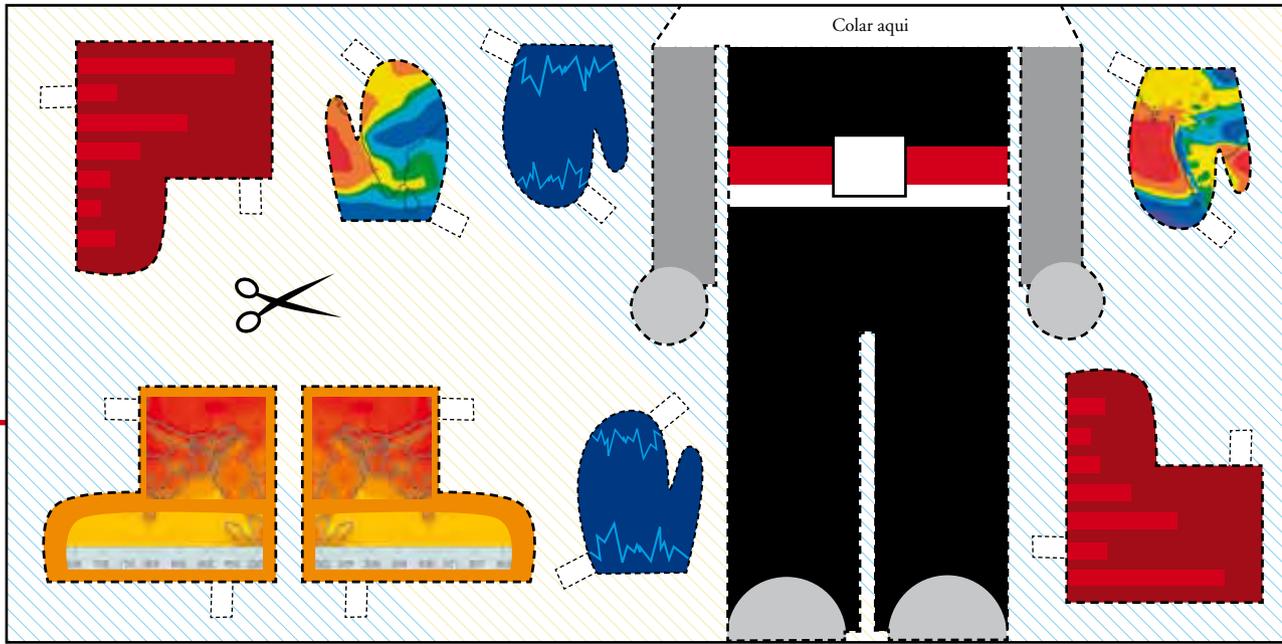
**O'Brien, K. et al. (2004):** Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India, *Global Environmental Change* 14: 303–313.

**Raupach, M.R. et al. (2007):** Global and regional drivers of accelerating CO2 emissions. *PNAS* 104 (24): 10288-10293.

**Schellnhuber, H.J. et al. (1997):** Syndromes of Global Change. *GAIA* 6(1): 19-34.

**Schipper, L. (2007):** Climate Change Adaptation and Development: Exploring the Linkages, Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper 107, Norwich, Reino Unido

**Stott, P. A. et al. (2004):** Human contribution to the European heatwave of 2003. *Nature* 432: 610-613.



Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

- Cooperação técnica alemã -

Programa de Proteção do Clima

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5

65760 Eschborn/Alemanha

T +49 61 96 79-0

F +49 61 96 79-11 15

E [info@gtz.de](mailto:info@gtz.de)

I [www.gtz.de](http://www.gtz.de)

