

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

Esmeralda Correa Macana

**IMPACTOS POTENCIAIS DA MUDANÇA CLIMÁTICA NO
DESENVOLVIMENTO HUMANO:
UMA ANÁLISE BASEADA NA ABORDAGEM DAS CAPACITAÇÕES**

Porto Alegre

2008

Esmeralda Correa Macana

**IMPACTOS POTENCIAIS DA MUDANÇA CLIMÁTICA NO
DESENVOLVIMENTO HUMANO:
UMA ANÁLISE BASEADA NA ABORDAGEM DAS CAPACITAÇÕES**

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Economia, ênfase em Economia do Desenvolvimento.

**Orientador: Professor Dr. Flávio Vasconcellos
Comim**

Porto Alegre

2008

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
Responsável: Biblioteca Gládis W. do Amaral, Faculdade de Ciências Econômicas da
UFRGS

C824i

Correa Macana, Esmeralda

Impactos potenciais da mudança climática no desenvolvimento humano :
uma análise baseada na abordagem das capacitações / Esmeralda Correa
Macana. – Porto Alegre, 2008.

241 f. : il.

Orientador: Flávio Vasconcellos Comim.

Ênfase em Economia do Desenvolvimento.

Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-
Graduação em Economia, Porto Alegre, 2008.

1. Desenvolvimento humano : Mudança climática. 2. Desenvolvimento
humano : Meio ambiente. 3. Mudança climática : Recursos naturais. I.
Comim, Flávio Vasconcellos. II. Universidade Federal do Rio Grande do
Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em
Economia. III. Título.

CDU 338.1
504.75

Esmeralda Correa Macana

**IMPACTOS POTENCIAIS DA MUDANÇA CLIMÁTICA NO
DESENVOLVIMENTO HUMANO:
UMA ANÁLISE BASEADA NA ABORDAGEM DAS CAPACITAÇÕES**

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Economia, ênfase em Economia do Desenvolvimento.

Aprovada em: Porto Alegre, ____ de _____ de 2008.

Prof. Dr. Flávio Vasconcellos Comim
Departamento de Ciências Econômicas – UFRGS

Prof. Dr. Paulo Dabdab Waquil
Departamento de Ciências Econômicas - UFRGS

Prof. Dr. Sergio Schneider
Departamento de Sociologia - UFRGS

Profa. Dra. Izete Pengo Bagolin
Departamento de Ciências Econômicas - PUCRS

A minha mãe Maria
Ao meu amado esposo Alex

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo a Deus, quem é o autor da vida e de quem veio a oportunidade de vir ao Brasil, não só para estudar, mas também para ter experiências maravilhosas com ele, pela fortaleza e inspiração, por me instruir e me direcionar em cada área da minha vida e também por colocar no meu caminho pessoas muito especiais.

Agradeço a meu amado esposo, pelo apoio incondicional, a paciência, os conselhos, o amor, pela alegria que ele sempre me oferece, por me ensinar e estar junto no meu crescimento pessoal e profissional.

À minha mãe, por ser um valioso exemplo para mim, por me motivar a conquistar os meus sonhos, mesmo em dificuldades, me ensinando a não desistir, a ser forte e perseverar, me mostrando a simplicidade e a facilidade das coisas, mesmo em situações que eu percebia como obscuras e sem saída.

Sou muito grata aos meus professores, por todos os ensinamentos. Ao meu orientador e professor Flávio Comim, por todo o crescimento acadêmico, profissional e pessoal que eu tive com o acompanhamento dele, por suas instruções, pela confiança e pela disposição.

Agradeço as minhas amigas Cristiane Silva, Mônica Concha e Carla da Silva por seus comentários e correções, por me ensinar um pouco mais do português. Também pela amizade, o carinho e suas orações que me fortaleceram no processo desse trabalho. A todos os meus amigos, obrigada pela paciência e pela compreensão nesse período de ausência.

Meus agradecimentos também são para toda a equipe do PPGE, às secretárias Iara, Raquel, Cláudia, Lourdes e Aline, pelo apoio, a eficiência e a disposição desde o primeiro contato.

Agradeço ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento - CNPq pelo apoio financeiro.

Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo propósito debaixo do céu:
há tempo de nascer e tempo de morrer; tempo de plantar e tempo de arrancar o que se plantou;
tempo de matar e tempo de curar; tempo de derribar e tempo de edificar; tempo de chorar e tempo de rir; tempo de prantear e tempo de saltar de alegria;
tempo de espalhar pedras e tempo de ajuntar pedras; tempo de abraçar e tempo de afastar-se de abraçar;
tempo de buscar e tempo de perder; tempo de guardar e tempo de deitar fora;
tempo de rasgar e tempo de coser; tempo de estar calado e tempo de falar;
tempo de amar e tempo de aborrecer; tempo de guerra e tempo de paz.

Eclesiastes 3, 1-8.

RESUMO

O objetivo principal desta dissertação é analisar como a mudança climática pode afetar o processo de desenvolvimento humano. Com esse objetivo, procurou-se identificar, caracterizar e sistematizar os impactos potenciais da mudança climática em dimensões relevantes do desenvolvimento humano, tais como: saúde, educação, meios de subsistência, segurança, valores culturais e relações sociais. O trabalho propõe uma estrutura analítica na qual se identificam relações diretas e indiretas entre os componentes climáticos e do bem-estar humano e definem-se mecanismos que interligam as duas áreas, sendo estes os recursos naturais de água, solo e biodiversidade, assim como os serviços dos ecossistemas. A análise realizada não foi restrita à realidade de um país, ao invés, foram associados elementos tendo em conta as evidências em nível global. O estudo foi baseado na abordagem de desenvolvimento humano fundamentada por Amartya Sen, a qual permitiu considerar um conjunto amplo de dimensões na avaliação do bem-estar, abrangendo as diversas formas em que as pessoas são e podem ser privadas de desfrutar uma vida que eles valoram devido à mudança climática. Através da estrutura analítica proposta neste trabalho e na investigação sistemática de dois corpos de literatura (respectivamente ambiental e de desenvolvimento humano), foi possível constatar que o processo de desenvolvimento humano está determinado pela expansão de aspectos multidimensionais, como funcionamento e capacitações, bem como meios e intitamentos que podem aumentar ou diminuir dependendo a relação com os sistemas do meio ambiente, em especial, do sistema climático. As evidências analisadas demonstraram como as alterações do clima constituem um risco latente para o retrocesso do desenvolvimento humano e ampliação das privações humanas em todo o mundo, com desproporcionais efeitos em países pobres e em desenvolvimento. Por um lado, os choques climáticos ameaçam em diferentes caminhos (direta e indiretamente) os funcionamentos e capacitações das pessoas, como a saúde, a educação, os valores culturais e as relações sociais. Por outro lado, os choques climáticos restringem o desenvolvimento humano ao afetar e limitar os “meios e intitamentos” necessários para o sustento das pessoas, através da redução da quantidade e qualidade da água, da produção agrícola, da alteração de atividades de pesca, redução de rendimentos econômicos, entre outras formas. Os maiores impactos são em áreas rurais, as quais concentram maior proporção de pobres. O exame de impactos levou em conta a interação com aspectos de vulnerabilidade pré-existente de cada país ou região, relacionados com a exposição definida pela localização geográfica, a sensibilidade de acordo com a dependência na agricultura e nos serviços dos ecossistemas e a capacidade de adaptação determinada por aspectos sociais, econômicos, institucionais, políticos e dotação dos recursos naturais.

Palavras chaves: Mudança climática. Bem-Estar humano. Serviços dos ecossistemas. Saúde. Segurança. Meios de subsistência.

ABSTRACT

The main aim of this dissertation is to examine how climate change can affect the process of human development. In particular, it tries to identify, characterize and classify the potential impacts of climate change on relevant dimensions of human development, such as health, education, livelihoods, security, cultural values and social relations. The dissertation proposes an analytical structure in which it delves into direct and indirect relations between the components of the climate and well being, and set up mechanisms that link the two areas, which are the natural resources of water, soil and biodiversity as well as the ecosystem services. The analysis was not restricted to the particular realities of a given country, in contrast, it focused on evidence at a global level. This study is based on the vision of human development as characterized by the work of Amartya Sen, which enabled us to consider a wide range of dimensions in the assessment of well being, covering the various ways in which people are and can be deprived of enjoying a life that they value due to climate change. Through the analytical framework proposed in this paper and the systematic investigation of two bodies of literature (the environmental and human development), it was possible to see that the process of human development is determined by the expansion of multidimensional aspects, such as functionings and capabilities, as well as means and entitlements that may increase or decrease depending on the relation with the environment, especially the climate system. The analysis showed evidence such as that climate change is a latent risk to the setback of human development and expansion of human deprivation in the world, with disproportionate effect on poor and developing countries. The climatic shocks threaten in different ways (directly and indirectly) the functionings and capabilities of individuals, such as health, education, cultural values and social relations. Moreover, the climatic shocks restrict human development to affect and limit the "means and entitlements" necessary for the sustenance of the people, by reducing the quantity and quality of water, agricultural production, modification of fishing activities, reduction income, among other ways. The largest impacts are in rural areas, which concentrate the largest proportion of poor people. An examination of impacts took into account the interaction with aspects of pre-existing vulnerability of each country or region, associated with exposure defined by geographic location, according to the sensitivity of the dependence on agriculture and ecosystems services and the capacity of adaptation certain by social, economic, institutional, political and status of natural resources.

Key-words: Climate change. Well being. Ecosystem services. Health. Security. Livelihoods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução dos Relatórios de Avaliação do IPCC	32
Figura 2 - Evolução do debate em torno à Mudança Climática e Desenvolvimento.	34
Figura 3 - Processo do Efeito Estufa	37
Figura 4 - Categorias de Forçamentos Radiativos entre 1750 e 2005	39
Figura 5 - Mudança da Temperatura Média Global e por Continentes	46
Figura 6 - Escala e componentes da criosfera	51
Figura 7 - Relações diretas e indiretas da mudança climática e o desenvolvimento humano.	78
Figura 8 - Componentes do desenvolvimento humano para a análise da mudança climática	90
Figura 9 - Abordagem “drivers-pressure-state-impact-response” - DPSIR	94
Figura 10 - Âmbito de avaliação de impactos do IPCC	95
Figura 11 - Estrutura de Adaptação à Mudança Climática.....	104
Figura 12 - Nexos e realimentação entre desertificação, mudança climática e perda de biodiversidade.....	119
Figura 13 - Impactos da mudança climática sobre a agricultura	128
Figura 14 - Habitats que compreende a Biodiversidade.....	140
Figura 15 - Processo de efeitos potenciais da mudança climática sobre a saúde humana	153
Figura 16 - Processo de efeitos potenciais da mudança climática sobre a educação.	178
Figura 17 - Intensidade e causas de conflitos ambientais no período de 1980 a 2005.....	187
Figura 18 - Riscos de conflitos associados à mudança climática em selecionados lugares ...	188
Figura 19 - Processos pelos quais a mudança climática influencia conflitos e seus efeitos no desenvolvimento humano	189

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Temperatura Média Global	45
Gráfico 2 - Projeção da Temperatura Média Global nos Cenários A2, A1B e B1.....	47
Gráfico 3 - Desenvolvimento humano e emissão de CO ₂ per capita, 2003.....	55
Gráfico 4 - Proporção de pessoas vítimas (mortes e afetados) por desastres naturais em 1974-2003, por categoria de Desenvolvimento Humano em 2005	55
Gráfico 5 - Correlação entre pessoas subnutridas e acesso a água melhorada em 2004	84
Gráfico 6 - Correlação entre pessoas subnutridas e consumo de energia tradicional 2004... 84	
Gráfico 7 - Proporção de terra seca, risco de desertificação e população por região e para o mundo.	120
Gráfico 8 - Proporção da agricultura sobre o PIB total Vs renda per capita para países do mundo	123
Gráfico 9 - Distribuição de classes de terra entre região desenvolvida e em desenvolvimento	127
Gráfico 10 - Componentes do Índice Planeta Vivo: espécies terrestres, marinhos e de água doce. 1970-2003.....	135
Gráfico 11 - Dívida ecológica global e projeções para o 2050	136
Gráfico 12 - Pegada de CO ₂	137
Gráfico 13 - Proporção de Extensão de Floresta por Regiões do Mundo para o ano de 2005	140
Gráfico 14 - Funções primárias da floresta a nível mundial em 2005.....	141
Gráfico 15 - Tendência da taxa de mudança anual de floresta por região, 1990-2000.	143
Gráfico 16 - Tendências da proporção da área de floresta sobre o total de terra, para Bolívia, Brasil e Colômbia.	143
Gráfico 17 - Porcentagem de domicílios com sistema de ar condicionado em Estados Unidos, por grupo de população.....	156
Gráfico 18 - Evolução do Total de pessoas vítimas (mortes e afetados) de desastres relacionados com secas, inundações e tempestades de vento e chuva, em 1974 – 2003.	158

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Indicadores da Mudança Climática	44
Quadro 2 - Eventos extremos e região de relevância, probabilidade de ocorrência e contribuição de GEE antropogênicas.....	53
Quadro 3 - Vulnerabilidade atual e impacto da mudança climática sobre o bem-estar humano de regiões em desenvolvimento.....	60
Quadro 4 - Impactos da mudança climática sobre o bem-estar humano de países desenvolvidos	61
Quadro 5 - Propostas de componentes do bem-estar humano.....	87
Quadro 6 - Comparativo entre Abordagens para a Avaliação de Impactos da Mudança Climática.....	93
Quadro 7 - Abordagens de vulnerabilidade à mudança climática.....	99
Quadro 8 - Abordagens considerando a Adaptação	102
Quadro 9 - Categorias do Relatório de Desenvolvimento Humano – RDH - 2007/2008	109
Quadro 10 - Serviços da Água.....	114
Quadro 11 - Serviços dos ecossistemas do solo	121
Quadro 12 - Serviços da Biodiversidade	133
Quadro 13 - Impactos na biodiversidade em diferentes graus de aquecimento global.	138
Quadro 14 - Impactos para diferentes graus de aquecimento global.....	147
Quadro 15 - Principais doenças associadas com a água.....	163
Quadro 16 - Relação entre insegurança humana, conflitos violentos e mudança climática...	185
Quadro 17 - Impactos potenciais da mudança climática sobre os meios de subsistência	194

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Concentração, FR e tempo de vida de Gases Efeito Estufa	40
Tabela 2 - Emissões de CO ₂ por fontes e GEE para o ano 2000.....	41
Tabela 3 - Contribuição dos componentes à taxa média global do aumento no nível do mar para dois períodos	49
Tabela 4 - Mudanças observadas na criosfera	52
Tabela 5 - Retiradas de água por setor em 2001.....	115
Tabela 6 - Projeções sob cenários sem e com mudança climática dos requerimentos de água para a irrigação e do índice de escassez de água para 2080	117
Tabela 7 - Área de terra em risco de erosão, por regiões do mundo.	120
Tabela 8 - Severa restrição ambiental para a produção de culturas que dependem de chuvas	124
Tabela 9 - Impactos da temperatura e precipitações sobre a adequação das culturas, expressa como extensão potencial de terra para o cultivo de trigo, arroz e milho (% mudança relativa ao atual clima)	126
Tabela 10 - Projeções para 2080 dos impactos sobre a produção potencial de cereais de países ganhadores e perdedores com a mudança climática, com base na atual terra cultivada.....	130
Tabela 11 - Projeções da população total e a população com risco de fome nos cenários A2 e B2 do IPCC, sem considerar e considerando a mudança climática, nos países em desenvolvimento	131
Tabela 12 - Funções da Floresta por indicadores de status e de tendências.....	142
Tabela 13 - Impactos atribuídos à mudança climática no ano 2000.....	151
Tabela 14 - Total de mortes e pessoas afetadas por desastres climáticos no período de 1974 - 2006.	158
Tabela 15 - Países com maior média anual de vítimas (mortes e afetados) por desastres de inundações, secas e tempestades por cada 100.000 habitantes, no período de 1974 - 2003	160
Tabela 16 - Principais doenças que usam vetores de transmissão e probabilidade de alteração com a mudança climática, classificados por população em risco.....	172
Tabela 17 - Intervalos de impactos da mudança climática sobre mercados econômicos em 2100, países classificados por quartis de renda	195
Tabela 18 - Impactos do aumento do nível do mar em países em desenvolvimento	201
Tabela 19 - Impactos humanos e econômicos dos desastres naturais em 1974 a 2003.....	204
Tabela 20 - Pessoas (milhões) vivendo com stress de água por região, sem e com mudança climática em 2025	207
Tabela 21 - Milhões de pessoas adicionais em risco de fome com a mudança climática, por regiões para 2020, 2050 e 2080	209

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC -	Abordagem das Capacitações
AGGG -	Advisory Group on Greenhouse Gases
CBD -	Convenção das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica
CCSR -	Center Research Studies
CDC -	Centers for Disease Control And Prevention
CFCs -	Clorofluorcarbonos
CGCM1 -	Canadian General Circulation Model
CH ₄ -	Metano
CO ₂ -	Dióxido de Carbono
CRED -	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters
DALY –	Disability-Adjusted Life Year
DH -	Desenvolvimento Humano
DoE -	Department of Energy
DPSIR -	Drivers-pressure-state-impact-response
EEA -	European Environmental Agency
ENOS -	El Niño-Oscilação Sul
FAO -	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FR -	Forçamentos Radiativos
GEE -	Gases de Efeito Estufa.
HFCs -	Hidrofluorcarbonos
HN -	Hemisfério Norte
IA -	Avaliação Integrada
ICSU -	International Council for Science
IDH -	Índice de Desenvolvimento Humano
IPCC -	Painel Intergovernamental de Mudança Climática
MA -	Millennium Ecosystem Assessment
N ₂ O -	Óxido nitroso
NAM -	Northern Annular Mode
OAN -	Oscilação Atlântico Norte
ODM -	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

OECD -	Organisation for Economic Co-operation and Development
PCM -	Parallel Climate Model
PDO -	Pacific Decadal Oscillation
PFCs -	Perfluorocarbonos
PFNM -	Produtos florestais não madeireiros
PNUD -	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA -	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PRA -	Primeiro Relatório de Avaliação.
QRA -	Quarto Relatório de Avaliação
RDH -	Relatório de Desenvolvimento Humano
SF ₆ -	Sulfur hexafluoride
SRA -	Segundo Relatório de Avaliação
SWCC -	Second World Climate Conference
TRA -	Terceiro Relatório de Avaliação
UNFCCC -	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNICEF -	The United Nations Children's Fund
WCC -	World Climate Conference
WCED -	World Commission on Environment and Development
WCP -	World Climate Programme
WCRP -	World Climate Research Programme
WMO -	World Meteorological Organization
WWF -	World Wide Fund for Nature

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	MUDANÇA CLIMÁTICA: HISTÓRIA, CIÊNCIA E DEBATE	23
2.1	O DEBATE INTERNACIONAL SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA: UM CONTEXTO HISTÓRICO E UMA EVOLUÇÃO FOCADA NO DESENVOLVIMENTO	23
2.2	EM QUE CONSISTE A MUDANÇA CLIMÁTICA?	35
2.3	CAUSAS DA MUDANÇA CLIMÁTICA.....	36
2.4	MUDANÇAS OBSERVADAS NO SISTEMA CLIMÁTICO	44
2.4.1	Aumentos de temperatura	44
2.4.2	Aumentos no nível do mar	48
2.4.3	Derretimento dos componentes da criosfera	50
2.4.4	Eventos extremos do clima	52
2.5	NO CONTEXTO DA MUDANÇA CLIMÁTICA, O QUE ESTÁ EM DISCUSSÃO EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO HUMANO?	53
2.5.1	Escala global e desenvolvimento humano	54
2.5.2	Irreversibilidade da mudança climática e o desenvolvimento humano	56
2.5.3	Vulnerabilidade do desenvolvimento humano	57
3	MUDANÇA CLIMÁTICA E DESENVOLVIMENTO HUMANO	63
3.1	ABORDAGEM DO DESENVOLVIMENTO HUMANO	64
3.1.1	Abordagem das Capacitações	69
3.2	ESTRUTURA ANALÍTICA PARA A CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTOS DA MUDANÇA CLIMÁTICA SOBRE O DESENVOLVIMENTO HUMANO.....	76
3.2.1	Mecanismos associativos	80
3.2.2	Componentes do bem-estar para o desenvolvimento humano	86
4	ANÁLISE DE IMPACTOS DA MUDANÇA CLIMÁTICA: ABORDAGENS DE AVALIAÇÃO E DESCRIÇÃO DE IMPACTOS POTENCIAIS NOS RECURSOS NATURAIS ÁGUA, SOLO E BIODIVERSIDADE.	92
4.1	ABORDAGENS PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS.....	92
4.1.1	Avaliação padrão de impactos do IPCC	94
4.1.2	Avaliação de vulnerabilidade	96
4.1.3	Capacidade de adaptação	100
4.1.4	Avaliação Integrada	105
4.1.5	Gerenciamento de riscos	106

4.1.6	Abordagem do Relatório de desenvolvimento Humano – RDH 2007/2008	107
4.2	IMPACTOS DA MUDANÇA CLIMÁTICA SOBRE OS RECURSOS NATURAIS.	111
4.2.1	Impactos da mudança climática no recurso Água	112
4.2.2	Impactos da mudança climática sobre o recurso solo	118
4.2.3	Impactos da mudança climática sobre a Biodiversidade	131
5	IMPACTOS POTENCIAIS DA MUDANÇA CLIMÁTICA NOS COMPONENTES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO	146
5.1	IMPACTOS SOBRE A SAÚDE	149
5.1.1	Impactos diretos	154
5.1.2	Impactos indiretos	161
5.1.3	Algumas considerações finais sobre saúde	176
5.2	IMPACTOS SOBRE A EDUCAÇÃO	177
5.3	IMPACTOS POTENCIAIS SOBRE VALORES CULTURAIS E RELAÇÕES SOCIAIS	182
5.3.1	Impactos sobre o turismo e atividades de recreação	182
5.3.2	Impactos nas relações sociais: conflitos e violência	184
5.3.3	Migração associada à mudança climática	190
5.4	IMPACTOS POTENCIAIS SOBRE OS MEIOS DE SUBSISTÊNCIA	192
5.4.1	Atividades pesqueiras	197
5.5	IMPACTOS POTENCIAIS SOBRE A SEGURANÇA HUMANA	199
5.5.1	Insegurança pelo risco associado com o aumento do nível do mar e eventos extremos	201
5.5.2	Insegurança pelo risco de escassez de água derivada da mudança climática	206
5.5.3	Insegurança pelo risco de fome associados com as perdas de produtividade em países em desenvolvimento devido à mudança climática	209
	REFERÊNCIAS	223
	APÊNDICE A - Tratamento de incertezas	217
	APÊNDICE B - Cenários de emissão do IPCC	219
	APÊNDICE C - Crítica de Amartya Sen à abordagem de John Rawls e à abordagem utilitarista	221

1 INTRODUÇÃO

A principal entidade avaliadora do conhecimento sobre alterações climáticas, o Painel Intergovernamental de Mudança Climática (*International Panel on Climate Change IPCC*), conclui em seu último relatório que as recentes mudanças do clima atribuídas ao aquecimento da terra têm afetado os sistemas físicos e biológicos, assim como os sistemas naturais e humanos. As evidências distinguem impactos sobre os recursos hídricos, a produção agrícola, a biodiversidade, zonas costeiras e a saúde das pessoas (IPCC, 2007a). O estudo apresentado nesta dissertação contribui ao entendimento de como esses eventos podem influenciar o desenvolvimento humano.

No último século, a temperatura média da superfície aumentou $0,7^{\circ}\text{C}^1$ e o nível médio do mar elevou-se 0,17 m. Tem-se observado maior taxa de derretimento das camadas de gelo e aumento de precipitações e evaporação nos oceanos. Desde 1970, tem aumentado a frequência e intensidade de eventos extremos como secas, inundações e tempestades de vento (IPCC, 2007b).

De acordo com os cenários projetados pelo IPCC (2007b), a temperatura média global deve aumentar entre $2,3^{\circ}\text{C}$ e $4,5^{\circ}\text{C}$ para o ano de 2100 (relativo ao período pré-industrial²). Além disso, não se descarta a possibilidade de elevações superiores a $4,5^{\circ}\text{C}$. Tendo em conta o maior aquecimento da terra e das águas dos oceanos, estima-se que haja influência sobre fenômenos naturais responsáveis pela estabilidade do clima regional, como, por exemplo, El Niño e La Niña, associados com períodos de secas e inundações na região dos trópicos (IPCC, 2007b).

Parte da preocupação com a mudança climática é de que ela ultrapasse os limites de resistência dos sistemas naturais, dos quais participa o homem. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD (2007), o consenso científico define a fronteira para distinguir entre as alterações climáticas seguras e as perigosas, apontando um máximo razoável de 2°C no aumento da temperatura (relativo ao período pré-industrial); acima desse limite, os riscos climáticos podem ser catastróficos. O nível do mar pode aumentar em um metro, suficiente para submergir 12% do território das Bahamas e 10% do território do Vietnã. A pressão que isso exerceria sobre as zonas costeiras poderia afetar cerca

¹ Refere-se a graus Celsius.

² Refere-se à temperatura média no período de 1861 – 1890.

de 56 milhões de pessoas de países em desenvolvimento (DASGUPTA *et al.*, 2007). Poderia também dar início ao colapso da floresta Amazônica e colocar em perigo de extinção de 20 a 50% das espécies no Sul da África (STERN, 2006). Os maiores riscos devem ser em países localizados nos trópicos, onde se encontra a maior parte de países em desenvolvimento e nos quais os estudos estimam que haja 600 milhões de pessoas adicionais em risco de fome. Esse risco deve estar associado com a redução da produção agrícola, que, por sua vez, deve ser afetada pelo aumento da temperatura e o decréscimo das precipitações na região tropical (PNUD, 2007; FISCHER; SHAH; VELTHUIZEN, 2002).

A mudança climática representa um problema para a humanidade de conotações complexas. Por um lado, os Gases de Efeito Estufa (GEE), responsáveis pelo desequilíbrio do sistema climático, distinguem-se por serem acumulativos e irreversíveis, permanecendo dentro da atmosfera por séculos e sendo capazes de intensificar processos que podem durar por muitas gerações. Em consequência, os impactos dos GEE devem ser tolerados ao longo do tempo (STERN, 2006). E ainda que se estabeleçam medidas rigorosas de mitigação de GEE, estas não devem influenciar a temperatura média da superfície até meados de 2030, ou seja, a tendência do aquecimento global é de progredir. Por outro lado, a mudança climática caracteriza-se por ser de abrangência global, tanto em suas causas como em suas consequências (IPCC, 2007b). A atmosfera faz com que exista interdependência ecológica entre as regiões do mundo (PNUD, 2007). Dessa forma, os efeitos dos GEE emitidos nos Estados Unidos podem ser sentidos nos países da África ou da América Latina, e vice-versa.

A mudança climática, ainda sendo uma problemática de escala global, manifesta uma dupla desigualdade entre as regiões do mundo (STERN, 2006). Em primeiro lugar, há diferenças no volume de emissão de GEE entre os países, para a qual as evidências designam maior responsabilidade para os países ricos. Em segundo lugar, há desigualdade na distribuição dos impactos das alterações climáticas, pois eles surgem em proporções diferentes e por eventos climáticos distintos para cada país. Além disso, os impactos são diferenciados porque as perturbações climáticas interagem com fatores de vulnerabilidade pré-existente de cada país relacionados com exposição devido à localização geográfica, sensibilidade de acordo com a dependência na agricultura e nos serviços dos ecossistemas e capacidade de adaptação definida por aspectos sociais, econômicos, institucionais, políticos e dotação dos recursos naturais.

Apesar do fenômeno da mudança climática não ser explicado pela renda, são os países pobres que enfrentam os maiores riscos, embora não sejam responsáveis pela maior parcela de emissão de GEE. Estes países são mais vulneráveis por estarem localizados em regiões mais

quentes e de maior exposição a eventos extremos, por dependerem mais da agricultura e dos ecossistemas e por sua restrita capacidade de ajustamento, a qual, por sua vez, deve-se à deficiente prestação de serviços públicos, como energia, água e saneamento básico, limitado acesso a serviços de saúde e educação, precária infra-estrutura física, maior pobreza e desigualdade, condições ecológicas mais fragilizadas, limitado acesso à informação e a seguros de proteção social (PNUD, 2007; STERN, 2006).

Em termos de bem estar humano, a mudança climática pode representar uma ameaça superior a qualquer outra mudança ambiental. Isso se deve a seu caráter irreversível, a sua escala espacial global e a sua combinação com fatores sociais e ecológicos que lhe atribuem certo grau de incerteza em relação à magnitude e tendência dos seus impactos. As evidências apresentam diversos riscos associados aos choques climáticos, como a mortalidade e morbidade por eventos extremos, deslocamentos de populações e aumento da incidência de malária e de doenças de veiculação hídrica.

Nesse contexto, percebe-se que os impactos da mudança climática sobre o desenvolvimento humano podem ser múltiplos e complexos. No entanto, são poucos os estudos que levantam uma discussão nessa linha, especificamente no que refere aos nexos entre as duas áreas. Em especial, tem sido pouco explorado a caracterização e sistematização de impactos no bem-estar humano a partir de uma ótica multidimensional, ou seja, em relação aos diferentes funcionamentos de realizações e ações que são valoradas pelas pessoas, como a saúde, a segurança, a educação e os meios de subsistência. Nessas análises, é interessante destacar uma abordagem de desenvolvimento humano que considere aspectos que vão além de julgamentos relacionados à renda ou commodities disponíveis pelos indivíduos, pois estes aspectos não são suficientes para explicar o bem-estar humano quando, por exemplo, a qualidade do ar é reduzida ou quando as pessoas se deparam com eventos extremos. O desenvolvimento humano abrange múltiplas dimensões, entre as quais sua dependência em relação às condições do meio ambiente e sua sensibilidade às condições climáticas.

A análise realizada nesta dissertação baseia-se na abordagem mais ampla do desenvolvimento humano fundamentada por Amartya Sen, a qual reconhece a pluralidade de dimensões de avaliação do bem-estar, dentro das quais, além da renda ou das commodities, encontram-se dimensões que definem a dependência do homem em relação aos recursos do meio ambiente. Tendo em conta esta abordagem, é possível avaliar as diversas formas em que as pessoas dependem do sistema climático e dos recursos naturais para viver, bem como as oportunidades que estes oferecem para expandir as capacitações dos indivíduos.

A integridade do meio ambiente pode oferecer à pessoa a oportunidade de estar bem nutrida, de desfrutar de boa saúde, de evitar epidemias como a malária e a dengue, de sentir-se segura, bem como permite a diversificação dos meios de subsistência e a continuação de tradições e culturas. Além do que oferece, o meio ambiente representa o suporte para a vida. Por tal motivo, e tendo em conta que o sistema climático faz parte do ambiente natural, o debate sobre desenvolvimento humano não pode ignorar questões sobre a mudança climática.

É importante salientar que a problemática desta dissertação não é exclusiva nem da área do desenvolvimento humano, nem da área da economia do meio-ambiente. Ela concentra-se na interface das duas disciplinas e no esclarecimento dos nexos entre elas. De tal forma que este estudo pretende elucidar à seguinte questão principal: **De que forma a mudança climática pode afetar o desenvolvimento humano?**

O problema desta pesquisa desdobra-se nas subseqüentes interrogativas:

- Qual tem sido o foco de discussão em torno do debate da mudança climática? Nesse contexto, o que está em discussão em relação ao desenvolvimento humano?
- Quais são os determinantes do desenvolvimento humano? O que tem a ver os aspectos ambientais? E, o que deve ser promovido?
- Quais são os processos que intervêm nos impactos da mudança climática no bem-estar humano?
- Quais mecanismos podem associar componentes da mudança climática e do desenvolvimento humano?

Tendo em vista esses questionamentos, o objetivo principal desta dissertação é analisar como o fenômeno da mudança climática pode afetar o processo de desenvolvimento humano. Para isso, é importante que se procure identificar, caracterizar e sistematizar os impactos potenciais da mudança climática em dimensões relevantes do desenvolvimento humano, tais como saúde, educação, meios de subsistência, segurança, valores culturais e relações sociais. Com esse objetivo, o trabalho propõe uma estrutura analítica na qual se identificam relações diretas e indiretas entre os componentes climáticos e do bem-estar humano e definem-se mecanismos que interligam as duas áreas, sendo estes os recursos naturais de água, solo e biodiversidade, assim como os serviços dos ecossistemas. Essa análise não se restringe à realidade de um país, portanto, associam-se elementos tendo em conta as evidências em nível global.

Entre outros objetivos específicos encontram-se: a) realizar uma caracterização do fenômeno da mudança climática; b) realizar uma reflexão teórica sobre os determinantes do desenvolvimento humano de acordo com a perspectiva ambiental; c) caracterizar os mecanismos de conexão entre a mudança climática e desenvolvimento humano, destacando os impactos sobre os recursos naturais de água, solo e biodiversidade e seus respectivos serviços dos ecossistemas; d) sistematizar os impactos da mudança climática sobre os componentes do desenvolvimento humano.

Através da estrutura analítica proposta neste trabalho e baseada na investigação sistemática de dois corpos de literatura (respectivamente ambiental e de desenvolvimento humano), pretende-se verificar a hipótese de que o processo de desenvolvimento humano está determinado pela expansão de aspectos multidimensionais do ser humano, como funcionamento e capacitações, bem como meios e intitamentos que podem aumentar ou diminuir dependendo a relação com os sistemas do meio ambiente, em especial, do sistema climático. De igual forma, sugere-se que a vulnerabilidade do bem-estar humano à mudança climática está relacionada com o nível de exposição com respeito à localização geográfica, o caráter da perturbação climática, com o grau de dependência nos ecossistemas e com a capacidade de adaptação. Tendo em conta esses aspectos, o grau de impacto das alterações climáticas sobre o bem-estar humano pode ser diferenciado dentro de uma escala espacial local, regional e global.

É de destacar que esta dissertação não pretende debater questões de políticas de mitigação de GEE nem medidas de adaptação aos choques do clima, pois estes assuntos dependem do diagnóstico que visa apresentar este trabalho, relacionado às implicações da mudança climática nas dimensões do desenvolvimento humano.

A dissertação está estruturada em quatro capítulos. No primeiro capítulo é caracterizado o fenômeno da mudança climática. Nesse capítulo, também é apresentada uma evolução do debate da mudança climática e sua integração com o desenvolvimento. O segundo capítulo examina a visão de desenvolvimento humano, destacando os fundamentos de Amartya Sen na Abordagem das Capacitações, e, a partir da qual, é possível identificar componentes do bem-estar humano que podem ser discutidos dentro do contexto das alterações do clima. Nesse mesmo capítulo, discute-se a estrutura analítica utilizada na caracterização e sistematização de impactos. O terceiro capítulo analisa as evidências com respeito aos impactos sobre os recursos naturais da água, do solo e da biodiversidade, bem como os efeitos sobre seus respectivos serviços dos ecossistemas, representando os mecanismos associativos estabelecidos na estrutura analítica e através dos quais a mudança

climática influencia de forma indireta o bem-estar humano. No quarto capítulo apresenta-se a análise de impactos sobre componentes do bem-estar humano, tais como: saúde, educação, segurança, meios de subsistência, valores culturais e relações sociais. Por último, são apresentadas as conclusões.

2 MUDANÇA CLIMÁTICA: HISTÓRIA, CIÊNCIA E DEBATE

Este capítulo descreve as causas e as evidências das alterações do sistema climático apontadas pelo Painel Intergovernamental de Mudança Climática (*International Panel on Climate Change – IPCC*), principal entidade avaliadora do conhecimento existente sobre o tema. Também é apresentada a evolução da discussão em nível internacional identificando os principais focos de atenção dentro de um contexto histórico e sua discussão em relação ao desenvolvimento, isto com o objetivo de apresentar o panorama no qual se insere o assunto, para assim, posteriormente, realizar o debate em direção ao Desenvolvimento Humano.

2.1 O DEBATE INTERNACIONAL SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA: UM CONTEXTO HISTÓRICO E UMA EVOLUÇÃO FOCADA NO DESENVOLVIMENTO

A preocupação sobre mudança climática e o possível aquecimento da terra surgiu em 1827 quando Fourier apresentou a hipótese do que hoje se denomina o efeito estufa³. Fourier sustentou que a terra acumula cada vez mais energia graças a um painel de moléculas de gás, conformado por vapor de água, que captura a radiação infravermelha emitida pela terra para novamente irradiá-la sobre a superfície da mesma. O autor sugeriu que esse processo poderia ser modificado pela atividade do homem (LEROUX, 2005).

Em 1861, a partir do trabalho realizado por Tyndall, descobriu-se que além do vapor de água, os gases atmosféricos Metano (CH₄) e Dióxido de Carbono (CO₂) contam com propriedades radiativas que também atuam como barreiras para impedir a liberação da energia emitida pela terra (infravermelha) em direção ao espaço. Posteriormente, Arrhenius em 1896 declarou que as atividades humanas produziam CO₂, e este por sua vez, causava o aumento da temperatura. Utilizando cenários com aumento e diminuição do gás CO₂, o referido autor

³ O Efeito Estufa é o processo no qual a energia que é recebida pelo sol e que deve ser refletida pela terra e os oceanos em radiações infravermelhas para ser liberada no espaço, é absorvida pela atmosfera e de novo irradiada sobre a terra causando o aquecimento necessário para o sustento da vida (LE TREUT *et al.*, 2007).

conseguiu demonstrar que os períodos glaciais eram resultados da reduzida quantidade do gás. Portanto, o autor encontrou uma associação causal positiva entre as duas variáveis. Desse modo, aumentos progressivos de CO₂ produziriam aumentos da temperatura na superfície da terra.

Em 1903 Arrhenius demonstrou que ao dobrar a quantidade de CO₂ a temperatura aumentaria 5°C a 6°C. Ele também apontou que o aumento da temperatura seria maior sobre os continentes do que sobre os oceanos, assim como também, seria superior no inverno do que no verão e maior nas regiões polares (LEROUX, 2005).

Na metade do século, a teoria de Arrhenius era bastante criticada e considerada como impossível. Acreditava-se que os oceanos poderiam armazenar quantidades de CO₂ superiores às que assegurava a atmosfera, de igual forma, consideravam que a natureza era capaz de reestabelecer o equilíbrio quase que automaticamente (LOTKA, 1924; BLAIR, 1942 *apud* LEROUX, 2005), e que as atividades do homem não poderiam alterar o clima.

Contudo, Callendar em 1938, baseado na teoria de Arrhenius, sugeriu que o potencial de vida do CO₂ dentro da atmosfera poderia ser muito grande, sendo esse o motivo da variabilidade do clima. Ele estimou que desde 1890 cerca de 150 milhões de toneladas do gás tinham sido emitidas por causa das atividades humanas. Isto significou um aumento de 10% da quantidade de CO₂ sobre a superfície e dos quais 75% dessa emissão ainda permanecia na atmosfera em 1938. Entre 1949 e 1958 ele conseguiu explicar que a intervenção do homem era a responsável pelo aumento da temperatura nos primeiros 40 anos do século XX. A esse fato, o autor chamou de “efeito CO₂” (LEROUX, 2005, p.21).

Ao final dos anos 50 consentiu-se a possibilidade de existir o processo de efeito estufa e que a emissão de CO₂ poderia reforçá-lo. Nessa linha, as publicações de Plass (1955) e Rvelle e Suess (1957) *apud* Leroux (2005) são consideradas. O primeiro autor demonstrou como uma quantidade adicional do gás na atmosfera assegura a radiação infravermelha. Os últimos argumentaram que o tempo de vida do CO₂ era da ordem de 10 anos e que sua maior emissão foi produzida no período da revolução industrial devido ao uso do combustível fóssil. Nos anos seguintes de 1960, a noção de aquecimento global; e, por conseguinte, da mudança climática, começa a aparecer como uma ameaça originada possivelmente pela atividade do homem (LEROUX, 2005).

Paralelamente ao avanço do conhecimento científico sobre o sistema climático, foi surgindo movimentos para a proteção do meio ambiente e defesa contra os testes nucleares, principalmente após da Segunda Guerra Mundial. Por esse motivo, em 1970 iniciou-se o

debate sobre os efeitos dos clorofluorcarbonos (CFCs) na capa de ozônio e os eventuais prejuízos para a saúde humana.

Como iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), em 1972 realizou-se a Conferência de Estocolmo, na qual se estabeleceu o plano de ação internacional para o controle da poluição e as recomendações para a proteção do meio ambiente.

Na década de 70, o interesse pela variabilidade climática foi aumentando; assim, novos programas de pesquisa na área foram motivados pela Organização Mundial de Meteorologia (“World Meteorological Organization” - WMO) como, por exemplo, o programa de pesquisa sobre a atmosfera global em 1974. Por outro lado, a década foi caracterizada por intensos períodos de secas nos Estados Unidos e regiões da África, razão pela qual, fez-se necessário um diálogo para explicar as causas desse fenômeno e tomar as medidas para atenuar suas conseqüências. Tendo em conta esse contexto, no ano de 1977 em Nairóbi, foi realizada a Conferência das Nações Unidas para a Desertificação (AGRAWALA, 1998). Posteriormente, em 1979 realizou-se a Primeira Conferência Mundial sobre o Clima (“World Climate Conference” - WCC) a qual convocou as nações do mundo com a intenção de discutir o potencial de mudança climática que poderia ser ocasionado pelo homem e discutir relações em duas óticas: tentando estabelecer como a variabilidade do clima afetava a produção de alimentos, o abastecimento de água e a saúde do homem, assim como também, explicar qual a forma de intervenção do homem sobre o clima (PACHAURI, 2004; LEROUX, 2005). Utilizando como plataforma a WCC, foi estabelecido o “World Climate Programme” (WCP) para ampliar o entendimento técnico do sistema climático⁴ (AGRAWALA, 1998).

Até 1979 não existia um consenso de como o homem interferia na instabilidade do sistema climático, e mesmo finalizada a WCC não se chegou a um acordo. Segundo Leroux (2005), ainda que não fossem definidas as conclusões e ações políticas em um caráter internacional, a WCC permitiu disseminar a preocupação do sistema climático como um recurso comunal que precisava proteção, além de motivar futuras conferências, como a Conferência de Villach em 1980, 1985 e 1987 (AGRAWALA, 1998). Nota-se, portanto, maior entendimento sobre os possíveis efeitos da variabilidade climática, assim como, maior intuição de que provavelmente o homem seria o responsável. Para se aproximar a esse

⁴ Esse programa é organizado pela “World Meteorological Organization” (WMO)

entendimento, em 1980⁵ teve lugar a Primeira Conferencia de Villach – Austria. Esse evento foi iniciativa do PNUMA, WMO e o “International Council for Science” (ICSU) e contou com a opinião de cidadãos ilustres que sabiam sobre a função que desempenha o CO₂ no clima.

Entretanto, em resposta à discussão iniciada em 1970 sobre a problemática da capa de ozônio e posteriormente o descobrimento do buraco (“ozone hole”) (1982), realizou-se em 1985 a Convenção de Viena com o objetivo de tomar as medidas pertinentes. No artigo de uma dessa convenção, definiu-se que a modificação da capa de ozônio pode causar mudanças no clima e influenciar a resistência da saúde humana e do meio ambiente. Portanto, a partir dessa convenção foi negociado o Protocolo de Montreal (1987) para o monitoramento dos gases CFCs, substâncias responsáveis pela deterioração da capa de ozônio (UNEP, 2001).

Segundo Leroux (2005), no mesmo ano de 1985, a partir da realização da Segunda Conferencia de Villach – Austria surgiu o “alerta climática”. Entre as conclusões dessa conferência, destacou-se a maior certeza sobre a possibilidade do aumento da temperatura entre 1,5°C e 4,5°C ao dobrar a quantidade de CO₂. Definiu-se também como um fato real, que nos seguintes séculos, a principal causa da mudança climática seria o aumento dos Gases de Efeito Estufa (GEE) (LEROUX, 2005). Como consequência deste evento e com o apoio do PNUMA, WMO e o ICSU constituiu-se a “Advisory Group on Greenhouse Gases” (AGGG) com o objetivo de “garantir a avaliação periódica do estado do conhecimento científico em matéria de alterações climáticas e suas implicações”⁶ (PACHAURI, 2004, p. 2). A conferência de Villach, de acordo com Agrawala (1998) e Bruce (2001), foi o início do debate político internacional para promoverem alternativas e ajustamentos aos problemas climáticos observados na época.

Simultaneamente à preocupação de compreender a ciência do sistema climático e os fatores de mudança apontados nas diferentes conferências e programas, configura-se uma discussão em defesa do desenvolvimento sustentável, cujo discurso foi iniciado com o relatório de Brundtland⁷ em 1987 e titulado como “Our Common Future”. Nele se assinalou à importância de um debate único para questões sobre o gerenciamento dos recursos naturais e os padrões de crescimento econômico. Portanto, esse relatório considerou o desmedido crescimento da população, o contínuo desmatamento e uso inadequado da terra, entre outros

⁵ No mesmo ano foi estabelecido o “World Climate Research Programme” (WCRP) com o auspício de WMO e ICSU. Este programa tinha por objetivo realizar as predições do clima e determinar como o homem afeta sua estabilidade.

⁶ Do original em inglês.

⁷ World Commission on Environment and Development WCED (1987)

eventos como responsáveis da deterioração ambiental e o ciclo vicioso que prejudica ao homem e seu futuro desenvolvimento (WCED, 1987). Este relatório posteriormente converte-se na referência para a discussão de assuntos ambientais.

Além deste contexto, Agrawala (1998) considera a conformação do organismo AGGG como um fato importante que antecede a origem do IPCC. O AGGG foi constituído pelo PNUMA, WMO e ICSU em 1986 para o aconselhamento do tema da mudança climática no que tange a política pública (BRUCE, 2001). Este grupo auspiciou outros encontros em Villach e Billagio em 1987 para a discussão das possíveis medidas que encarariam o nascente problema da mudança climática (LEROUX, 2005).

As propostas que surgiram dos diferentes eventos, como, por exemplo, de Villach e Billagio e de outras agências de pesquisa dos Estados Unidos, como o “Climate Impact Assessment Program”, o “Department of Energy” (DoE) e o “National Research Council”, diferiam na avaliação da problemática da mudança climática e cada evento e entidade publicava seus resultados por separado. Desse modo, as recomendações não foram bem aceitas devido ao fato de não serem geradas por algum organismo oficializado como no tempo era o AGGG e por não existir consenso sobre a magnitude, avaliação e predição do problema. Além disso, houve pouca certeza sobre os critérios utilizados na avaliação científica do assunto. Questionavam-se os julgamentos que definiam os limites de resistência da natureza, os quais poderiam ser arbitrários (AGRAWALA, 1998). Igualmente, segundo Boehmer-Christiansen (1995), os Estados Unidos sempre apresentaram dúvidas sobre a seriedade do problema e a metodologia utilizada na avaliação da mudança climática.

Para Agrawala (1998), a anterior problemática seria o motivo que incitaria a formação do IPCC. Primeiro, pela necessidade de gerar credibilidade nas avaliações sobre a mudança climática que só dar-se-ia com o respaldo de uma organização formal e focado especialmente na avaliação científica do conhecimento existente na área. Segundo, pelo imperativo de unificar os programas de pesquisa das diferentes agências internacionais, de tal modo que se alcançasse consenso nos resultado, o qual seria suprido através de um mecanismo intergovernamental. Assim, os julgamentos de valor utilizados pelas diferentes agências, seriam avaliados e compilados em um conhecimento objetivo e de geral aceitação.

De tal forma, fez-se necessário um organismo que nas palavras de Agrawala (1998) fosse “inter-disciplinário” e “multi-agência”, ou seja, um comum denominador na representação do conhecimento gerado pelos diferentes cientistas renomados na área e instituições. Desse modo, em 1988 com o apoio do PNUMA e a WMO, constituiu-se o IPCC como mecanismo intergovernamental. O diferencial desse novo organismo foi a representação

por parte de diferentes governos, a qual não existiu em eventos nem entidades anteriores. Assumir a problemática da mudança climática requeria uma participação política global e não simplesmente o apoio de alguns países desenvolvidos. Segundo Agrawala (1998), a Conferência de Villach não teve o alcance para motivar uma convenção climática internacional, precisamente porque não existiu um acordo político global para a discussão de temas como a reestruturação dos principais setores da economia dos países desenvolvidos, como é o caso do setor de energia. Além do mais, precisava-se uma intervenção dos países desenvolvidos tanto quanto dos países em desenvolvimento.

De acordo com Agrawala (1998), entre as justificativas que levaram o PNUMA e a WMO a apoiar a idéia de um mecanismo intergovernamental, encontra-se a ligação do fenômeno com o setor de energia e o uso da terra, assuntos relevantes para a economia dos países. De tal modo que a representação e o interesse político deveriam existir. Adicionalmente, devido a que o assunto do meio ambiente foi politizado com o passar dos anos através da realização de eventos e programas nessa linha, nesse momento seria viável proclamar um mecanismo intergovernamental.

Estabelecido o IPCC, este teve a responsabilidade de: a) identificar os “gap” no conhecimento da ciência e os impactos da mudança climática, assim como propor o plano para reduzi-los; b) identificar e avaliar a informação existente sobre o tema; c) avaliar cientificamente o relacionado aos GEE e transferir os resultados às entidades governamentais, e assim, tomar as medidas pertinentes (PACHAURI, 2004). É importante destacar que o IPCC não era (e ainda não é) responsável de realizar a pesquisa diretamente, mas sim de avaliar o “estado da arte” ou o conhecimento gerado na área, assim como de sintetizar a informação.

Em cumprimento desses objetivos, o IPCC gerou o Primeiro Relatório de Avaliação (FAR) em 1990, sendo publicado em 1991, e, a partir do qual, permite considerar a constituição do IPCC como uma “notável realização”, pois a necessidade de consenso entre cientistas e interesses políticos estava sendo suprida (BOEHMER-CHRISTIANSEN, 1995).

A anterior descrição histórica permite configurar o processo através do qual a questão da mudança climática passa a ser um assunto de caráter político e de diálogo internacional. Nesse transcurso, detectam-se progressivas preocupações, sendo possíveis de classificar em cinco etapas de acordo com o eventual foco de discussão da época e que levaram finalmente à constituição formal do debate político-internacional. A primeira etapa pode-se denominar como o momento do descobrimento científico das leis e processos do sistema climático, caracterizado como um assunto netamente de interesse da ciência. Este período abrange o descobrimento de Fourier em 1827 sobre a teoria da transferência de calor e o denominado

efeito estufa, assim como outros estudos realizados por Tyndall (1861), Arrhenius (1896 e 1903) e os trabalhos de Callendar (1938).

O segundo momento abrange desde 1949 até o início dos anos 80. Neste período passou-se a analisar não só o mecanismo natural do sistema climático, mas também a forma como o homem tem interferido. Portanto, caracteriza-se por incitar a idéia de que o mundo natural não era o suficientemente ilimitado como para recuperar automaticamente o equilíbrio inicial e que possíveis alterações poderiam ser vinculadas às diversas atividades humanas. A intervenção do homem modificava o meio natural, e logo depois, ocasionava prejuízos para ele mesmo, por conseguinte, reconheciam-se as conseqüências em forma de ciclo vicioso. Nessa etapa surgiram vários movimentos ambientalistas e no final da década dos anos 60, Estados Unidos conseguiu se mobilizar no sentido de avaliar as ameaças da mudança climática (BOEHMER-CHRISTIANSEN, 1995). Também foram realizados os primeiros eventos sobre tema, como a Conferencia de Estocolmo (1972) e a Primeira Conferência Mundial sobre o Clima (1979). No início dos anos 80, vislumbrava-se o interesse de outros grupos além do interesse científico para a conformação de um futuro debate internacional.

Logo depois, a década dos anos 80 enquadra-se como a terceira etapa, caracterizada pelo início do debate formal em relação à ameaça das atividades do homem no meio ambiente e as conseqüências sobre o mesmo homem. Devido a essa preocupação foi realizada a Convenção de Viena (1985), a formalização do Protocolo de Montreal (1987) e as diferentes convenções de Villach (1980, 1985 e 1987). Nesta fase, a mobilização por parte dos governos para um processo de negociação estava definida e países dominantes, tal como, a Inglaterra que estavam participando, assim como menciona Boehmer-Christiansen (1995, p. 15): “Grã-Bretanha ganhou um lugar na mesa das negociações das alterações climáticas finais dos anos 80”⁸, isto porque Inglaterra tinha “grande necessidade de um papel internacional na diplomacia ambiental”⁹ (BOEHMER-CHRISTIANSEN, 1995, p. 16). A necessidade de participar nas negociações devia-se principalmente às pressões por parte de setores nacionais, como o setor de energia, agricultura e floresta.

A última etapa na configuração do debate sobre mudança climática em um sentido político-internacional surge com a conformação do IPCC como mecanismo intergovernamental. A partir da constituição do IPCC em 1988, o tema começa a ser tratado como uma questão política e sobre uma pugna de interesses.

⁸ Do texto original em inglês

⁹ Do texto original em inglês

Após o surgimento do IPCC, o constituído debate político-internacional da mudança climática seguiu vários focos de atenção, isto devido ao mesmo mandato inicial do IPCC na avaliação do conhecimento, o qual estipula o exame de três aspectos: a compreensão científica da mudança climática, os impactos econômicos e sociais e as possíveis respostas para o desenho de políticas por parte dos governos. Este mandato permitiu estabelecer três grupos de trabalho como estrutura organizacional para o cuidado simultâneo em cada uma das áreas. Desse modo, o Grupo de Trabalho I foi o responsável da avaliação científica, os Grupos de Trabalho II e III cuidaram dos outros dos aspectos, respectivamente.

Neste contexto, a descrição de um processo histórico poderia seguir várias linhas de análises, de acordo com a área de estudo de cada um dos Grupos de Trabalho do IPCC. Assim, poder-se-iam discutir os progressos gerados a partir da Primeira Avaliação do IPCC até a Quarta Avaliação recentemente publicada, em relação ao entendimento científico do fenômeno, ou quiçá, à compreensão sobre a magnitude dos impactos. Porém, pretende-se dar atenção ao processo evolutivo da discussão da mudança climática em relação ao desenvolvimento. Assim, espera-se definir a configuração a partir dos principais eventos, programas e convenções que focaram ou pelo menos incitaram essa linha de debate.

Atualmente, são poucos os estudos que descrevem uma evolução nessa direção, em relação ao desenvolvimento. Isto talvez pudesse ser justificado anos atrás, quando se estava em processo de descobrimento e assimilação e quando a preocupação focava-se à compreensão da ciência física do fenômeno. A pouca ênfase no assunto, deve-se também a que as conclusões sobre a magnitude dos impactos e as atribuições das respostas da mudança climática estão condicionadas a maiores incertezas do que a área científica, por trata-se de um assunto no qual interferem grupos de interesses, cada um tentando se colocar na posição mais conveniente. Assim, por exemplo, os países desenvolvidos sugerem que nas mãos dos países em desenvolvimento esta a responsabilidade das futuras emissões, enquanto estes últimos reclamam que os países desenvolvidos são os maiores responsáveis das emissões passada e por tal motivo devem assumir maior compromisso no diálogo (AGRAWALA, 1998).

Igualmente, o estudo realizado por Huq *et al.* (2006, p. 3) argumenta que “até recentemente a mudança climática tem sido compreendida basicamente como um assunto ambiental, de pouca relevância para os profissionais e fazedores de política do desenvolvimento”¹⁰. O referido trabalho sustenta que as duas áreas não foram analisadas integradamente devido a que, por um lado, a mudança climática normalmente era encarada

¹⁰ Do texto original em inglês

como um problema da ciência e não como um problema social, e no outro sentido, o desenvolvimento ignorava os impactos da mudança climática quando estabelecia suas metas. Além disso, a distância nas duas áreas deve-se a que o problema caracterizado possui uma escala temporal e espacial muito ampla. Assim, acredita-se que a mudança climática seja um problema de longo prazo e com impactos diferenciados regionalmente.

Como consequência do anterior, discutir o desenvolvimento seria um assunto mais lento de se definir em meio do debate internacional. Por tais motivos, surge o interesse de compreender como se institucionaliza o tema no contexto da mudança climática e quais são os rasgos característicos que definem o processo.

Analisando o trajeto do IPCC como principal entidade de avaliação sobre mudança climática, observa-se uma progressiva interação das questões ambientais e de desenvolvimento (Ver Figura 1). Desde sua origem em 1988, este organismo priorizou seu trabalho na análise científica do fenômeno e na compreensão dos seus impactos econômicos, tendo concluído rapidamente seu Primeiro Relatório de Avaliação (PRA) em 1990. Segundo Bruce (2001), este relatório precisava-se com urgência, já que estava programada a Segunda Conferência Mundial sobre o Clima (“Second World Climate Conference” SWCC) para Outubro-Novembro de 1990. O referido autor também comenta que os resultados gerados desse relatório levaram a considerar uma convenção internacional, que finalmente deu lugar à “United Nations Framework Convention on Climate Change” (UNFCCC). Similarmente, após da SWCC induz-se à realização da “Earth Summit” ou Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (“World Conference on Environmental and Development”), realizada em Rio de Janeiro em 1992 e na qual foi assinada a UNFCCC¹¹.

Foi reconhecido por muitos autores como Boehmer-Christiansen (1995), Najam (2003) e Agrawala (1998) que o IPCC priorizou a matéria científica no PRA, por tal motivo, pode-se afirmar que naquele primeiro passo do IPCC, não existiu uma ligação com o assunto do desenvolvimento, pois não foram discutidos outros aspectos que integram o tema. Considerando o aspecto social como parte do discurso sobre o desenvolvimento, o argumento acima poderia ser corroborado quando Najam (2003, p. 39) comenta que: “a dimensão social é mais bem capturada através de um enfoque sobre equidade”¹² e nota-se através da Figura 1 que o assunto sobre equidade não foi discutido no PRA, além disso, o autor menciona que “é

¹¹ Esta convenção foi ratificada em 1994 (BRUCE, 2001).

¹² Do texto original em inglês

evidente que, enquanto as dimensões ambientais e econômicas têm sido o foco das avaliações efetuadas pelo IPCC até à data, a dimensão social tem permanecido sub-representada¹³.

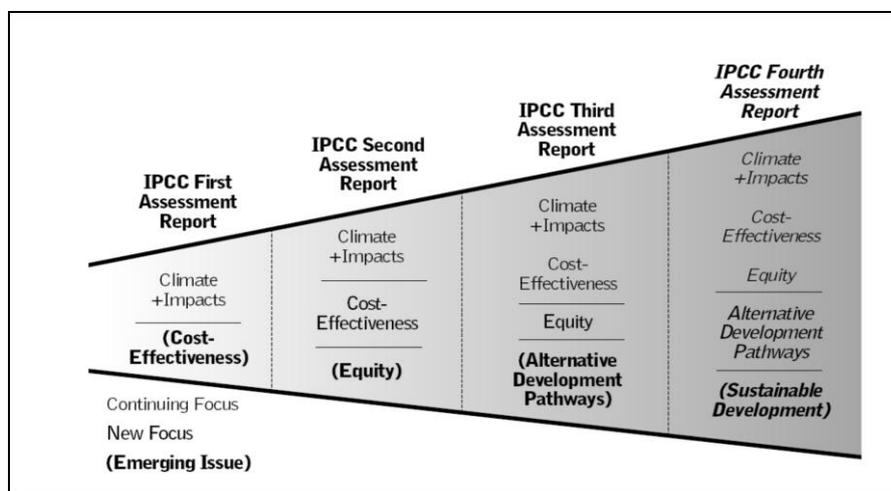


Figura 1 - Evolução dos relatórios de avaliação do IPCC integrando o assunto do desenvolvimento

Fonte: Najam, 2003, p. 39.

No trabalho do IPCC, possíveis nexos com o desenvolvimento começaram a se definir a partir do Segundo Relatório de Avaliação (SRA) em 1995. Este relatório, segundo como descreve Pachauri (2004), incluiu a área socioeconômica como nova dimensão no contexto da mudança climática, e, para o qual, foi necessário modificar o alcance dos Grupos de Trabalho II e III. Desse modo, o Grupo de Trabalho II foi responsável de definir a estrutura¹⁴ a ser utilizada na avaliação do potencial das possíveis estratégias de adaptação e mitigação. Entretanto, o Grupo de Trabalho III foi chamado a avaliar a dimensão social e econômica da mudança climática dentro de uma escala temporal e espacial, ou seja, discutir os impactos no curto e longo prazo e no nível regional e global.

A análise de impactos diferenciados incorpora-se no SRA, talvez, em resposta ao objetivo apontado na UNFCCC no seu artigo 2, com respeito à estabilização dos GEE e para o qual considerou-se que a avaliação das estratégias de mitigação deveriam concordar com a escala temporal e espacial e com o escopo de desenvolvimento sustentável que proclamava essa convenção. Como foi colocado no artigo 2, a estabilização dos GEE:

[...] deve ser alcançada dentro de um horizonte de tempo suficiente para permitir a adaptação natural dos ecossistemas às alterações climáticas, a fim de garantir que a produção de alimentos não seja ameaçada e para permitir que o desenvolvimento econômico continue de uma forma sustentável¹⁵ (UNITED NATIONS, 1992, artigo 2).

¹³ Do texto original em inglês

¹⁴ Esta estrutura foi baseada em técnicas econômicas e propostas de instrumentos político (PACHAURI, 2004).

¹⁵ Do texto original em inglês

No mesmo sentido, Najam *et al.* (2003) comenta que a partir da UNFCCC inicia-se o mandato político que liga o tema da mudança climática com o desenvolvimento sustentável, sendo este reafirmado com o Protocolo de Kyoto em 1997. Por outro lado, devido a que a UNFCCC relaciona seus artigos 3.1, 4.2 e 11.2 com aspectos de equidade¹⁶, pode-se afirmar que esse fato levou o SAR a enfatizar sobre o mesmo tema (METZ, 2000). Contudo, Pichs *et al.* (2000) no “draf” elaborado para o Grupo de Trabalho II em direção ao Terceiro Relatório de Avaliação (TRA), menciona que o SRA utiliza como base uma análise custo-benefício para identificar se as ações e medidas contra a mudança climática são necessárias. Neste sentido, parece que o autor insinua que o SRA tenha sido só um estágio de diagnóstico de impactos em relação às dimensões socioeconômico, sem a preocupação ainda de estabelecer um escopo para a elaboração das medidas nessa direção.

Entretanto, o TRA publicado em 2001, define um “framework” baseado em Desenvolvimento, Equidade e Sustentabilidade (“Development, Equity and Sustainability” – DES) para o desenho de estratégias de adaptação frente ao fenômeno. A diferença do SRA, esta abordagem permite definir quais medidas são apropriadas e não tão só estabelecer quanto vale a adoção dessas medidas (PICHES *et al.*, 2000). Por outro lado, segundo Najam (2003), o TRA aproxima as áreas da mudança climática e do desenvolvimento quando discute as alternativas de padrões de desenvolvimento apresentados nos diferentes cenários. Em outro estudo, Najam *et al.* (2003) mesmo reconhecendo as limitações do TRA na definição dos nexos, consideraram que este relatório foi relevante para o processo de integração. Analisando estes argumentos, é evidente que o relatório chama a atenção aos nexos entre os dois campos, porém, não realiza uma completa avaliação destes (PACHAURI, 2004).

Com respeito à responsabilidade dos Grupos de trabalho, no TRA define-se o Grupo II na área de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade, enquanto o Grupo III trata a linha das estratégias de mitigação dos GEE. Esta estrutura é conservada para o Quarto Relatório de Avaliação (QRA).

No QRA de 2007, o desenvolvimento sustentável é completamente incorporado na análise da mudança climática. Assim mesmo, a avaliação compreende os links nas duas direções (desde a mudança climática a desenvolvimento sustentável, como em direção do segundo ao primeiro). Também, há melhores conexões no que tange aos impactos sobre a saúde humana.

¹⁶ O conceito de equidade dentro do contexto de mudança climática refere-se a três aspectos: a) equidade internacional; b) equidade nacional ou social e c) equidade intergeracional (METZ, 2000)

Em um contexto mais amplo, Huq *et al.* (2006) argumenta que a *Declaração do Rio* (“Earth Summit”) de 1992 é o momento chave que dá início à integração das duas lógicas no debate internacional, e, a partir da qual, é admitida a relação do fenômeno com o desenvolvimento sustentável. Na Figura 2 é apresentada a evolução do debate.

A Convenção do Rio considera-se importante, devido a seu caráter legal na definição de estratégias dentro de um consenso internacional, no referente a três aspectos: mudança climática, perda de biodiversidade e desertificação. De igual forma, através desta convenção, permite-se oficializar o elo entre a mudança climática e o desenvolvimento sustentável, por quanto: “reflete o compromisso dos países signatários a incorporar preocupações ambientais globais em suas respectivas agendas nacionais de desenvolvimento e de fornecer instrumentos específicos para responder às ameaças globais”¹⁷ (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD, 2002, p.37).

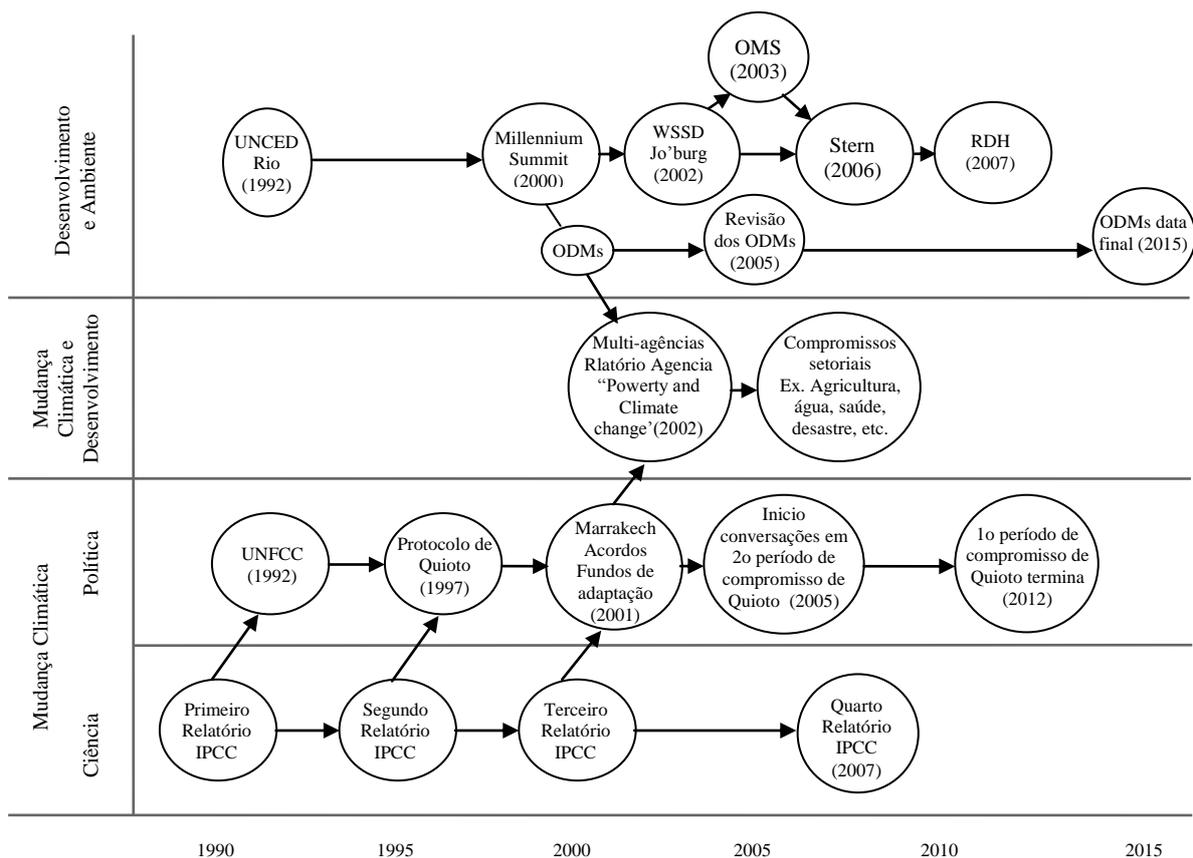


Figura 2 - Evolução do debate em torno à Mudança Climática e Desenvolvimento

Fonte: Huq *et al.*, 2006, p. 8, incluindo pela autora o Relatório de Desenvolvimento Humano (PNUD, 2007), o Relatório Stern (2006) e o Relatório da World Health Organization (MCMICHAEL *et al.*, 2003)

¹⁷ Do texto original em inglês

Como se observa na Figura 2, a discussão tem aumentado desde publicações como “Poverty and Climate Change” (SPERLING, 2003) na qual participaram organismos como o Banco Mundial, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), e para o Desenvolvimento (PNUD), entre outras agências. Os esforços continuam com publicações como as realizadas pela OMS (McMICHAEL *et al.*, 2003) para o reconhecimento dos efeitos sobre a saúde, assim como, o estabelecimento dos *Objetivos de Desenvolvimento do Milênio* com o prazo de cumprimento até 2015. Por outro lado, o estudo realizado por STERN (2006) é um aporte à discussão, no qual se estabelecem os custos em termos monetários da mudança climática sobre o desenvolvimento. Entretanto, o referido estudo segue um fundamento utilitarista na avaliação do bem-estar. Esse ponto é melhor explicado no Apêndice C, levando-se em consideração a crítica de Amartya Sen aos fundamentos utilitaristas da economia contemporânea. Mais recentemente, o Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008 (RDH 2007/2008) (PNUD, 2007) faz uma análise específica sobre as relações entre a mudança climática e o desenvolvimento humano, destacando os principais riscos aos quais se enfrentam as pessoas, a vulnerabilidade para o retrocesso do bem-estar humano e a ampliação das desigualdades entre ricos e pobres. A abordagem deste relatório é apresentada no capítulo 3.

2.2 EM QUE CONSISTE A MUDANÇA CLIMÁTICA?

O conceito de “mudança climática” faz referência às alterações do clima através do tempo. De acordo com a principal entidade de avaliação sobre o tema, o IPCC (2001a), as mudanças do clima estão associadas tanto à variabilidade natural quanto à variabilidade originada como consequência das atividades do homem (razões antropogênicas). Segundo o conceito apontado pela UNFCCC, a mudança climática, refere-se somente às alterações do clima que são causadas direta ou indiretamente pelas atividades humanas e as quais se somam às mudanças que ocorrem de forma natural. A UNFCCC (UNITED NATIONS, 1992) distingue, portanto, *variabilidade do clima* como aquela associada a processos naturais e *mudança climática* como aquela relacionada a fatores antropogênicos. Daí o fato que tal

convenção, foca principalmente sobre a estabilização da concentração na atmosfera dos GEE emitidos através de atividades humanas¹⁸ como a sua principal questão de discussão.

2.3 CAUSAS DA MUDANÇA CLIMÁTICA

O sistema climático atua dentro de um complexo funcional interligado, composto por elementos como a superfície da terra, os oceanos e águas, camadas de gelo e neve, a atmosfera e corpos vivos (BAEDE *et al.*, 2001). Esses elementos interagem através de processos naturais como o balanceamento entre a atmosfera e os oceanos, o efeito estufa, os processos de evaporação, entre outros. Isto com a finalidade de manter o equilíbrio entre a energia que é recebida pelo sol, e, posteriormente, sua liberação no espaço, sendo a condição necessária para conservar a estabilidade do clima. Por exemplo, o efeito estufa é uma característica natural necessária para manter a terra aquecida, se não fosse assim, a terra seria demasiado fria, dificultando a existência de vida nela (STERN, 2006). Porém, a problemática surge quando se estimula externamente esse processo e pressiona-se a um aquecimento maior ao gerado naturalmente. Portanto, qualquer desequilíbrio causado por fatores externos dentro dos processos e componentes que interferem no sistema climático e seu balanceamento de energia, deve produzir alterações climáticas, as quais podem se manifestar através das mudanças da temperatura, de precipitações, umidade, aumento de eventos extremos e uma série de outros efeitos de realimentação (“feedback”), ou seja, efeitos que podem induzir a outro tipo de reações ao interagir com outros elementos do ambiente¹⁹ (IPCC, 2001a).

Na figura 3, apresenta-se o processo de efeito estufa, o qual se produz na troca de energia que é recebida pelo sol e aquela que deve ser refletida pela Terra e os oceanos em forma de radiações infravermelhas para ser liberada no espaço. Nessa troca, a Terra não libera a totalidade de energia que é obtida do sol, ela assegura através dos GEE certa quantidade de energia a qual é novamente irradiada sobre a terra para manter o aquecimento necessário para o sustento da vida (LE TREUT *et al.*, 2007).

¹⁸ Os Gases de Efeito Estufa (GEE) são gerados também de maneira natural, como o vapor da água, dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o ozônio, o óxido nitroso (N₂O). Portanto, são chamados GEE antropogênicos, a aqueles GEE emitidos a partir das atividades do homem (IPCC, 2001a).

¹⁹ Um exemplo de realimentação positiva consiste no efeito que produz o CO₂ na redução de evapotranspiração das plantas nas latitudes dos trópicos, causando assim, um aquecimento e seca maior ao aquecimento projetado só pelos GEE. Processos de realimentação, também podem ser negativos, ou seja, que induzem a um esfriamento (IPCC, 2001a).

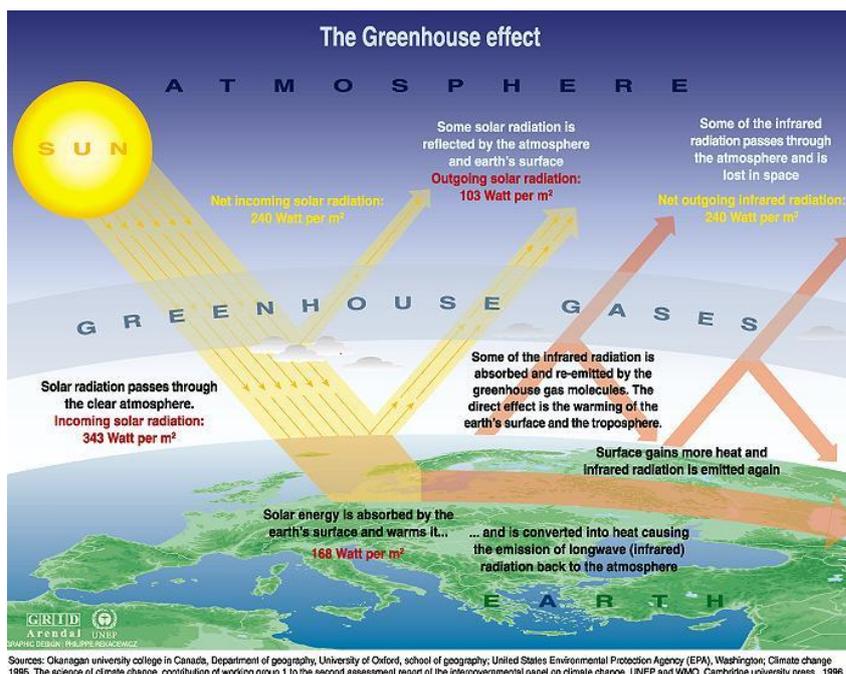


Figura 3 - Processo do Efeito Estufa

Fonte: UNEP/GRID-Arendal, 2002

Os fatores externos que podem causar desequilíbrio no sistema climático são denominados como “forçamentos radiativos” (*FR*), que representam o padrão de medida utilizado para comparar o quanto modifica determinado agente, o equilíbrio entre a energia que entra e sai do planeta. Desse modo, é possível estabelecer qual o potencial que dispõe o fator para gerar mudança climática (FORSTER *et al.*, 2007).

Os *FR* são categorizados segundo suas fontes como: naturais e antropogênicos. Os primeiros são produzidos por eventos naturais como erupções de vulcões (os quais emitem grande quantidade de aerossóis como o sulfuro) e variações solares; os segundos referem-se às mudanças na composição da atmosfera devido às atividades do homem através das emissões de GEE, aerossóis, redução do ozônio e mudanças no uso da terra (HEGERL *et al.*, 2007). De igual forma, os *FR* podem ser classificados como positivos e negativos dependendo de seus efeitos sobre o equilíbrio de energia. Os *FR* são denominados como positivos quando produzem resultados de aquecimento sobre a superfície, sendo o caso do efeito gerado pelos GEE. Entretanto, os *FR* negativos, são aqueles que ocasionam esfriamento na terra. Este efeito está associado aos aerossóis (FORSTER *et al.*, 2007).

Os forçamentos radioativos relacionam-se com a mudança da energia radiativa líquida disponível para o sistema mundial de terra-atmosfera e é expressa em watios por metro quadrado (Wm^{-2}). Formalmente o IPCC no TRA define *FR* como:

[...] an externally imposed perturbation in the radiative energy budget of the Earth's climate system. Such a perturbation can be brought about by secular changes in the concentrations of radiatively active species (e.g., CO₂, aerosols), changes in the solar irradiance incident upon the planet, or other changes that affect the radiative energy absorbed by the surface (e.g., changes in surface reflection properties). This imbalance in the radiation budget has the potential to lead to changes in climate parameters and thus result in a new equilibrium state of the climate system (RAMASWAMY *et al.*, 2001, p. 353).

Esta definição é consistente com a utilizada no QRA do IPCC (FORSTER *et al.*, 2007) e de acordo com ela, o desbalanceamento de energia radiativa, e, conseqüentemente a mudança climática, são causados pelos FR produzidos nos seguintes eventos:

- i. Mudanças na radiação recebida pelo sol, o qual ocorreria, caso houvesse uma mudança na órbita da terra ou do sol.
- ii. Alterações no “albedo”, o qual se refere à mudança na capacidade da superfície em refletir a energia de volta para o espaço. Por não ser liberada a energia, ela é assegurada na superfície, causando aumentos de temperatura acima do nível considerado como natural. Dentro dos componentes que permitem à Terra refletir energia encontram-se as nuvens, partículas de aerossóis, neve, gelo e desertos. Portanto, mudanças nesses elementos podem ocasionar uma série de outros eventos de realimentação (“feedback”), induzindo a maiores alterações do clima.
- iii. Mudanças nas ondas de radiação da energia que se dirige ao espaço. Isto é conseqüência do aumento da concentração de GEE, os quais atuam como barreiras que impedem a liberação de energia, retornando-a para a terra e sendo absorvida pela superfície.

Segundo o IPCC (2007a), desde o período pré-industrial (ano de 1750) até o ano de 2005, o FR da irradiação solar representa +0,12 Wm⁻², estimacão menor à publicada no TRA (+0,3 Wm⁻²) (IPCC, 2001a). Esta informacão é parte da evidencia utilizada no QRA (FORSTER *et al.*, 2007) para argumentar que o atual problema de mudanca climática não esta relacionado com as alteracões na radiação do sol, pois representa uma variacão com mínima participacão dentro do conjunto de agentes de FR que ocasionam alteracões climáticas. De igual forma, o IPCC (HEGERL *et al.*, 2007) menciona que é extremamente improvável²⁰ que

²⁰ Nos informes do IPCC (2007) é utilizada uma indicacão de probabilidade como julgamento de eventos: virtualmente certo > 99% probabilidade de ocorrencia, extremamente provável > 95%, muito provável > 90%, provável > 66%, mais provável que não > 50%, improvável < 33%, muito improvável < 10%, extremamente improvável < 5% (Ver APÊNDICE A, caracterizacão do tratamento de incertezas).

o FR natural do sol ao igual que outros processos naturais internos tenham exercido alguma influência sobre o sistema climático.

Em relação ao “albedo” da superfície, este pode ser alterado devido a mudanças na cobertura de vegetação da terra ou por maior concentração de aerossóis antropogênicos, produzindo FR e processos de realimentação. No TRA (IPCC, 2001a) é estimado o FR do “albedo” em torno de $-0,2 \text{ Wm}^{-2}$. Modificações no “albedo”, além de reduzir a capacidade refletiva da superfície, alteram a umidade, a temperatura do ar e muda os padrões de precipitações e dos ventos.

Observa-se na Figura 4 que os FR originados a partir das atividades humanas contribuem em maior proporção ao desequilíbrio de energia, e, portanto, à mudança climática. O total líquido de FR antropogênico é positivo e igual a $+1,6 \text{ Wm}^{-2}$. Dessa forma, como resposta aos FR positivos está-se induzindo a um aquecimento da terra acima do considerado como natural.

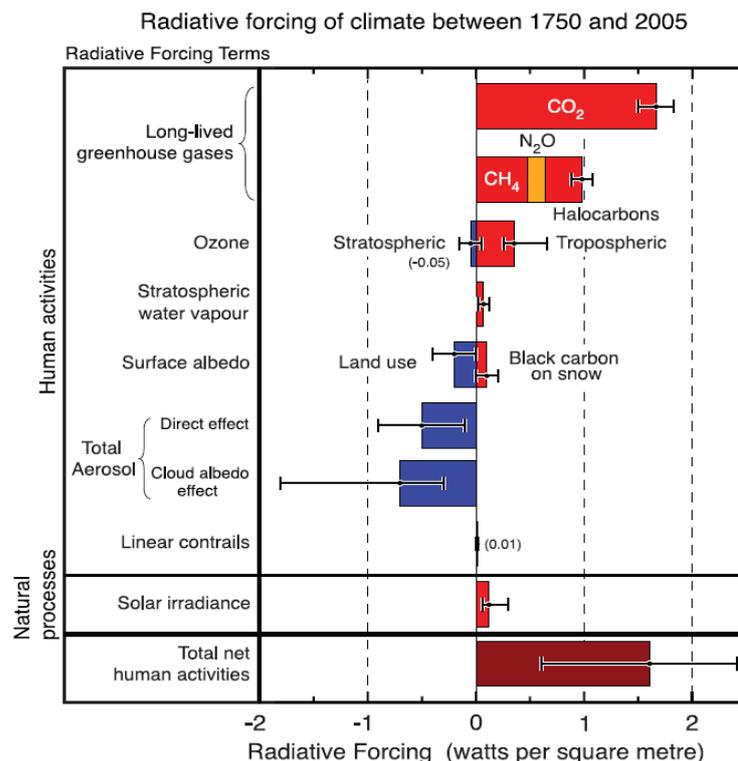


Figura 4 - Categorias de Forçamentos Radiativos entre 1750 e 2005

Fonte: Forster *et al.*, 2007, p. 136.

De acordo com a última publicação do IPCC (FORSTER *et al.*, 2007), tem-se maior certeza hoje, comparada com informes anteriores, que os aumentos de temperatura e as variações do clima, são provavelmente (maior de 90%) causados por emissões antropogênicas

de GEE, sendo que, o FR combinado²¹ deles corresponde a $+2,63 \text{ Wm}^{-2}$ (Ver Tabela 1). Similarmente, na referida publicação são associadas às atividades do homem, em um nível de muita probabilidade, os aumentos da temperatura do mar, a perda de massa de gelo e extremos padrões dos ventos.

Em relação aos GEE antropogênicos que causam alterações do clima, encontra-se o CO_2 como o principal elemento²², sendo seu FR igual a $+1,66 \text{ Wm}^{-2}$ para o ano de 2005 (Ver Tabela 1). Sua concentração média na atmosfera tem incrementado em 36%, passando de 278 ppm²³ na época pré-industrial (ano 1750) para 379 ppm no ano de 2005, valor que ultrapassa o nível natural desejado de 180 a 300 ppm para os últimos 650.000 anos (DENMAN *et al.*, 2007), e sendo superior, em torno de 14% sobre o valor publicado no TAR (estimado para 1998). As emissões foram mais aceleradas desde 1970, aumentando 70% até o ano 2004. O CO_2 representou 77% do total de GEE emitidos em 2004. É provável que sua principal fonte de emissão seja a queima e uso de combustível fóssil junto com a produção de cimento (75%), seguido das mudanças no uso da terra, como o desmatamento (DENMAN *et al.* 2007). Desde 1959, 55% da emissão de CO_2 foi gerada a partir das atividades do homem e o valor restante devido a processos naturais (DENMAN *et al.* 2007).

Tabela 1 - Concentração, FR e tempo de vida de Gases Efeito Estufa

Gas	Concentração				Forçamento Radioativo		Tempo de Vida na atmosfera (anos)
	1750	1998	2005	Varição % (1750-2005)	2005	Mudança desde o TAR (1998) em %	
CO_2	278 ppm	365 ppm	379 ppm	36,33	1,66	+13	5 a 200 ^a
CH_4	715 ppb	1745 ppb	1774 ppb	148,11	0,48	-	12
N_2O	270 ppb	314 ppb	319 ppb	18,15	0,16	+11	114
CFCs					0,26	+1	
CFC-12			538 ppt		0,17	-1	100
Total GEE					2,63	+9	

Fonte: Dados do IPCC (2001a) e Forster *et al.* (2007), elaborado pela autora.

Nota: ^a "Não pode definir-se um só período de vida para CO_2 , devido aos diferentes índices de absorção por distintos processos de eliminação" (IPCC, 2001a:38). ppm = 10^{-6} (partículas por milhão), ppb = 10^{-9} (partículas por bilhão, 1 bilhão = 1.000 milhões), ppt = 10^{-12} . Corresponde à proporção do número de moléculas de gases efeito estufa do total de moléculas de ar seco. Por exemplo: 300 ppm significa 300 moléculas de gases efeito estufa por milhão de moléculas de ar seco" (IPCC, 2007b:2)

²¹ Somatória dos FR do conjunto de GEE, como o Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Dióxido Nitroso (N_2O) e Halocarbonos

²² O principal e mais abundante GEE da atmosfera é o vapor de água, mas dentro dos GEE antropogênicos considera-se o Dióxido de Carbono (CO_2) como sendo o mais importante (IPCC, 2007a).

²³ "ppm (partículas por milhão) ou ppb (partículas por bilhão, 1 bilhão = 1.000 milhões) é a proporção do número de moléculas de gases efeito estufa do total de moléculas de ar seco. Por exemplo: 300 ppm significa 300 moléculas de gases efeito estufa por milhão de moléculas de ar seco" (IPCC, 2007b, p. 2).

Na Tabela 2 apresentam-se dados das emissões do CO₂ em toneladas métricas para o ano 2000. Nesta, observa-se que os países desenvolvidos são os maiores emissores do gás (14.679,5 ton métricas), assim como do total de emissões dos GEE. Porém, os países em desenvolvimento superam no que refere às emissões de CH₄ e Óxido Nitroso (N₂O). Por outro lado, tendo em conta as emissões acumuladas de CO₂ no período de 1950 a 2000, podem-se observar as principais fontes para cada conjunto de países, sendo para os países desenvolvidos derivadas do combustível fóssil e cimento, enquanto que para países em desenvolvimento, as emissões são causadas pelas mudanças no uso da terra. Com isto, mostra-se como a responsabilidade pelas emissões está distribuída, ficando claro qual seria o foco para a implementação de estratégias de mitigação, sendo para os primeiros em direção à prática de novas tecnologias no setor de energia, e para os segundos, no melhoramento das técnicas do uso da terra e a diminuição do desmatamento.

Tabela 2 – Emissões de CO₂ por fontes e GEE para o ano 2000

	Emissões acumuladas de CO ₂ 1950-2000			CH ₄	N ₂ O	CFCs ^b	Total GEE ^c
	Desde CO ₂ ^a	Desde Combustível Fóssil e Cimento	Desde Mudanças no Uso da Terra				
Países desenvolvidos	14679,5	598.135	655	2.067,1	1.134,3	281,5	18.102
Países em desenvolvimento	9268,5	186.721	310.586	3.741,0	2.265,7	92,8	15.285

Fonte: Dados do World Resources Institute - WRI, 2007.

Nota: Todas as emissões são expressas em termos equivalentes ao Dióxido de Carbono (CO₂) e em milhões de toneladas métricas. a. Não incluem as emissões de CO₂ provenientes da mudança no uso da terra. b. Inclui Hidrofluorcarbonos (HFCs), Perfluorcarbonos (PFCs) e Sulfur hexafluoride (SF₆). c. Total de emissões do conjunto de Gases de Efeito Estufa (GEE), inclui CO₂ a partir de Combustível Fóssil e Produção de Cimento mais CH₄, N₂O e CFCs.

O segundo elemento em importância dentro dos GEE é o Metano (CH₄), ao qual lhe corresponde um FR de +0,48 Wm⁻². Este gás tem aumentado entre o período pré-industrial até 2005 em 148%, sendo que, para o ano de 2005 seu valor estimado de 1774 ppb é muito superior ao nível natural desejado de 320 a 790 ppb para os últimos 650.000 anos. Porém, nas últimas duas décadas o Metano tem diminuído, não sendo identificadas ainda as razões. Por outro lado, estima-se que mais da metade das emissões sejam de origem antropogênica e por fontes como a agricultura (queima de biomassa) (DENMAN *et al.* 2007). Isso explica o fato dos países em desenvolvimento serem os maiores responsáveis das emissões desse gás no ano 2000, como é apresentado na Tabela 2.

O terceiro elemento no ranking dos GEE é o N₂O, no qual, seu FR corresponde a +0,16 Wm⁻². Para o mesmo período que os anteriores, este aumentou 18% (sendo seu valor

para o ano de 2005 de 319 ppb) e se estima que sua emissão seja causada pela agricultura (FORSTER *et al.*, 2007).

Por último, encontra-se a categoria de Halocarbonos, dentro da qual pertencem os Clorofluorcarbonos (CFCs), hidrofluorcarbonos, haletos e sulfuro hexafluoride. Estes GEE são de origem completamente antropogênica, ou seja, não têm uma fonte natural a exceção do perfluorometano e são considerados como gases de alto potencial de aquecimento. O conjunto desses gases contribui em 12% do forçamento total dos GEE, sendo os CFCs os que dominam na participação, especialmente o CFC-12. Estes gases têm diminuído desde a metade da década dos 90, graças ao controle dentro do Protocolo de Montreal (FORSTER *et al.*, 2007).

O desafio com os GEE tem a ver com os aumentos acelerados de emissões nas últimas décadas e os padrões projetados após o ano 2030 em um cenário sem mitigação, valores que devem superar 50% e 100% dos estimados em 2000. No que diz respeito ao CO₂ de fontes energéticas, projetam-se aumentos entre 40% e 110% no período de 2000 a 2030. A preocupação leva em conta a convergência de emissões entre os países desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento, como sendo uma ameaça para o futuro estoque de carbono dentro da atmosfera. As evidências mostram que países em desenvolvimento têm aumentado sua participação de emissões. Em 1990 representavam 30% do total de emissões, passando a 42% em 2004. E projeta-se que estes países atinjam mais de 50% das emissões globais para 2030 (PNUD, 2007).

Como se observou na Tabela 2, a mudança no uso da terra representa a principal fonte de emissão dos países em desenvolvimento. Assim, no caso de só considerar as emissões derivadas pelo desmatamento, a Índia classificaria em terceiro lugar e o Brasil em quinta posição no ranking de maiores emissões de CO₂ (PNUD, 2007).

Mesmo considerando o perigo das futuras emissões por parte dos países em desenvolvimento, não deve esquecer-se da responsabilidade atribuída aos países desenvolvidos no que refere às emissões passadas e atuais de GEE, as quais têm configurado os riscos climáticos que estão em discussão hoje em dia.

Os países ricos, com apenas 15% da população mundial, emitem cerca de 45% do CO₂ global. Em comparação, países de baixo rendimento, com 37% da população, só contribuem com 7% das emissões de CO₂. Por outro lado, um país como a Holanda, com 16,3 milhões de habitantes, atualmente emite mais carbono que a Bolívia, a Colômbia, Peru e Uruguai em conjunto, os quais somam uma população de mais de 75 milhões de pessoas (PNUD, 2007).

A questão é que, enquanto aumentam as emissões de GEE, diminui a capacidade da terra de absorvê-las. Os oceanos, por exemplo, estão sendo sobrecarregados 20 vezes além da

sua capacidade natural de absorção de carbono, o qual tem causado aquecimento das águas e acidificação. Além disso, o maior aquecimento dos oceanos diminui ainda mais sua capacidade de absorção de CO₂ (PNUD, 2007).

A importância dos GEE antropogênicos para a análise da mudança climática relaciona-se aos seus efeitos sobre o balanceamento de radiação de energia e modificação nas propriedades da atmosfera, assim como também, aos efeitos sobre a distribuição de energia radiativa entre a atmosfera, a terra e o oceano. Na troca natural de CO₂, os oceanos demoram até séculos no processo de absorção do gás²⁴, enquanto a atmosfera, a velocidade de absorção é quase imediata, causando uma maior concentração sobre a mesma (DENMAN *et al.*, 2007). Como consequência do aumento dos GEE acima do volume gerado naturalmente, reduz-se a capacidade da superfície da Terra de liberar energia para o espaço, criando um forçamento radiativo positivo, ou seja, de maior aquecimento, reforçando o efeito estufa.

Além de intensificar o efeito estufa, os GEE comprometem futuros forçamentos radiativos positivos, devido a sua longa vida dentro da atmosfera após serem emitidos, períodos de vida que compreendem até milhares de anos. Mudanças no equilíbrio radiativo podem afetar o ciclo hidrológico mundial, a circulação atmosférica e oceânica, as pautas meteorológicas, as temperaturas e precipitações regionais (IPCC, 2001a), intensificando processos que podem durar por muitas gerações.

A gravidade do assunto consiste também em considerar efeitos radiativos antropogênicos que se adicionam aos que já são gerados naturalmente, intensificando dessa forma, fenômenos naturais como El Niño²⁵ e induzindo a fenômenos extremos do clima como ciclones, furacões, tornados e tufões. Além disso, o problema torna-se mais imprevisível devido aos efeitos de realimentação que se podem produzir devido ao aquecimento global, levando a problemas muito mais complexos.

²⁴ Os oceanos absorvem o 30% de CO₂ emitido, a atmosfera o 45% e o restante é tomado pelos ecossistemas terrestres (DENMAN *et al.*, 2007).

²⁵ El Niño é um fenômeno oceânico de correntes de água quente que ocorrem periodicamente nas costas do Peru e o Equador, seu nome se deve ao fato de apresentar-se perto do Natal. Segundo o IPCC (2001a) a temperatura da superfície do mar determina a distribuição das chuvas nos trópicos, e este ao mesmo tempo determina as tendências de aquecimento da atmosfera por meio da liberação de calor. O aquecimento produz as circulações que determinam os ventos. O acoplamento entre a atmosfera e o oceano nos trópicos da origem ao fenômeno de El Niño responsável das variações meteorológicas regionais.

2.4 MUDANÇAS OBSERVADAS NO SISTEMA CLIMÁTICO

Os principais indicadores apontados pelo IPCC para a compreensão e reconhecimento da mudança climática são: o aumento da temperatura média da superfície, alterações na circulação oceânica e atmosférica, aumentos no nível do mar, mudança nas precipitações, aumento de eventos extremos e diminuição das camadas de gelo das montanhas e dos glaciais Ártico e Antártico. Estes são sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1 - Indicadores da Mudança Climática

MUDANÇA CLIMÁTICA	COMPONENTE	Variável	Sinal de tendência	Probabilidade de ocorrência após 1960
	MUDANÇA CLIMÁTICA	TEMPERATURA	Temperatura média global da superfície	↑
Temperatura diária mínima da noite			↑	Muito Provável
temperatura diária máxima durante o dia			↑	Muito Provável
Temperatura diferenciado por Hemisfério Norte - Sul			↑	
Projeções de temperatura			↑	Muito provável
NÍVEL DO MAR		Nível do mar	↑	Muito provável
		Aquecimento das águas nos 700m ou 3.000m de profundidade	↑	Provável
		Derretimento dos componentes da Cryosphere	↑	Muito Provável
CRIOSFERA		Extensão do gelo diferenciado para Hemisfério Norte	↓	Provável
		Mínimo de extensão do gelo no verão	↓	Provável
		Área coberta de neve	↓	Provável
		Espessura média do gelo do mar Ártico	↓	Muito Provável
		Temperatura do Permafrost	↑	Provável
CIRCULAÇÃO OCEÂNICA E ATMOSFÉRICA		El Niño Oscilação Sul - ENOS	Δ	Mais provável que não > 50%
		Oscilação Atlântico Norte - NAO	Δ	
	Pacific Decadal Oscillation - PDO	Δ		
EVENTOS EXTREMOS	Secas	↑	Provável em muitas regiões após 1970	
	Ondas de calor extremo	↑	Provável	
	Inundações	↑	Prováveis	
	Tempestades	↑	Prováveis	

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Hegerl *et al.* (2007, p.731) e Trenberth *et al.* (2007)

Nota: A seta para acima significa aumento, a seta para baixo significa diminuição, o triângulo representa o sinal de variação. Ver no APÊNDICE A o tratamento das incertezas, em termos de valores e linguagem probabilística.

2.4.1 Aumentos de temperatura

Como um dos principais reflexo da mudança climática, observa-se o progressivo aumento da temperatura média da superfície, a qual é estimada a ser de 0,6°C em um período

de 100 anos (1901 – 2000) (Ver Figura 2) (IPCC, 2001a). Mais recentemente a estimativa é ainda maior, sendo de $0,74^{\circ}\text{C}$ no período de 1906 a 2005 (FOSTER *et. al.*, 2007; HEGEL *et. al.*, 2007). Assim mesmo, registra-se um aumento médio da temperatura diária mínima da noite, que para o período de 1950 a 1993 era de 2°C por decênio, que é duas vezes superior ao aumento médio da temperatura diária máxima durante o dia (1°C) (IPCC, 2001a).

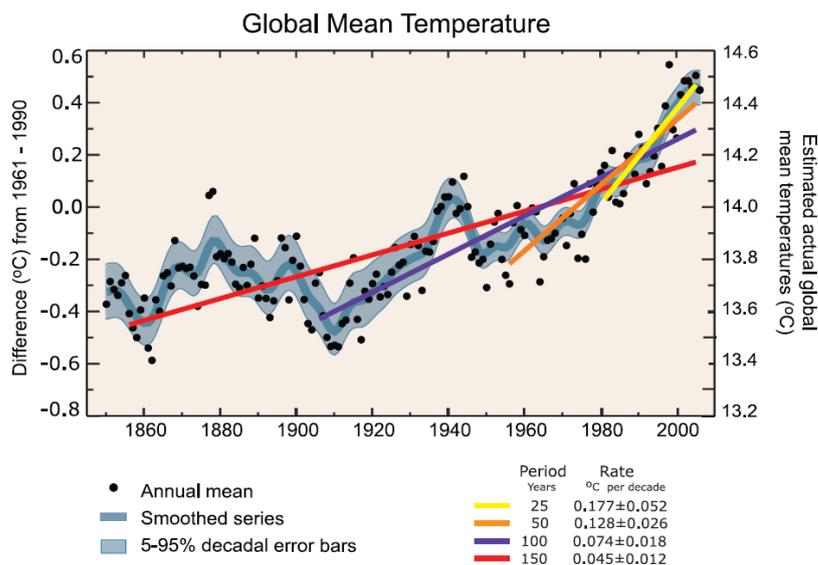


Gráfico 1 - Temperatura Média Global

Fonte: Trenberth *et al.*, 2007, p. 253.

Segundo Trenberth *et al.* (2007), o aquecimento do último século está caracterizado por duas etapas. A primeira abarca o período entre 1915 até 1945 ($0,35^{\circ}\text{C}^{26}$); a segunda compreende desde 1975 até 2006 ($0,55^{\circ}\text{C}$) e é reconhecida como a fase de maior aquecimento, com uma taxa maior para os últimos 25 anos, dentro dos quais, estima-se que os anos mais quentes sejam 1998 e 2005 (Ver Gráfico 1).

Por outro lado, os aumentos observados da temperatura podem ser diferenciados de acordo com a escala espacial. O relatório do IPCC confirma que o aquecimento sobre os continentes está-se produzindo a uma taxa maior do que nos oceanos, como é mostrado na figura 3. Entretanto, desde 1979, o Hemisfério Norte (HN) tem experimentado aumentos de temperatura maiores do que o Hemisfério Sul, com acréscimos de $0,33^{\circ}\text{C}$ e $0,13^{\circ}\text{C}$ por década respectivamente (TRENBERTH *et al.*, 2007) (Ver Figura 5). Maiores temperaturas no HN são causadas por maiores processos de evaporação e por mudança na circulação atmosférica Oscilação Atlântico Norte (OAN). De igual forma, projeta-se maior umidade para regiões de

²⁶ Aumento da Temperatura Média Global no período compreendido.

latitudes altas e maior sequidão para as zonas subtropicais (MA, 2005). Por conseguinte, acredita-se que os impactos da mudança climática sejam desiguais entre Norte-Sul.

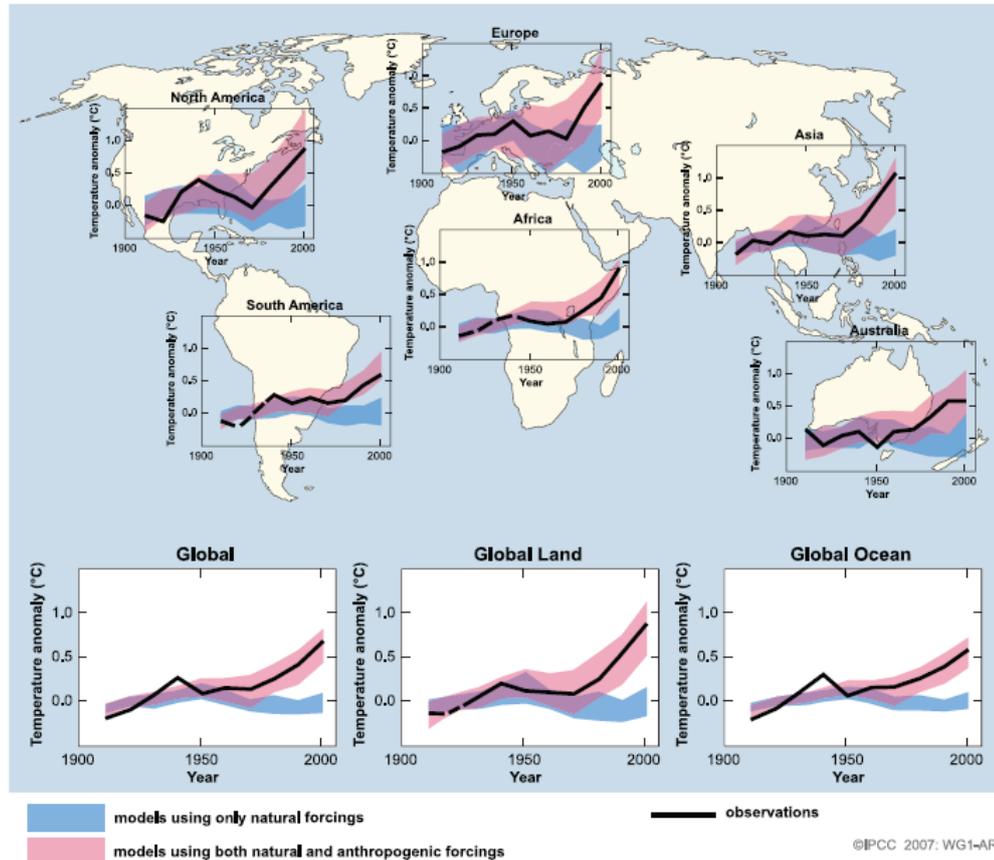


Figura 5 - Mudança da Temperatura Média Global e por Continentes

Fonte: Hegerl *et al.*, 2007, p. 703.

Nota: relativo a 1901-1950

De acordo com as projeções nos diferentes cenários do IPCC (MEEHL *et al.*, 2007), a temperatura média global deve continuar elevando-se neste século. Atualmente ela está próxima de 15°C (Ver Gráfico 1) e a projeção para o ano de 2100, aumente em um intervalo entre $1,8^{\circ}\text{C}$ como menor estimacão (ou cenário otimista B1) e $4,0^{\circ}\text{C}$ ²⁷ como maior estimacão (ou pessimista, dentro do cenário A1FI) (Ver Gráfico 2) (ver caracterizaco dos cenários do IPCC no APÊNDICE B).

²⁷ Relativo ao período de 1980-1999.

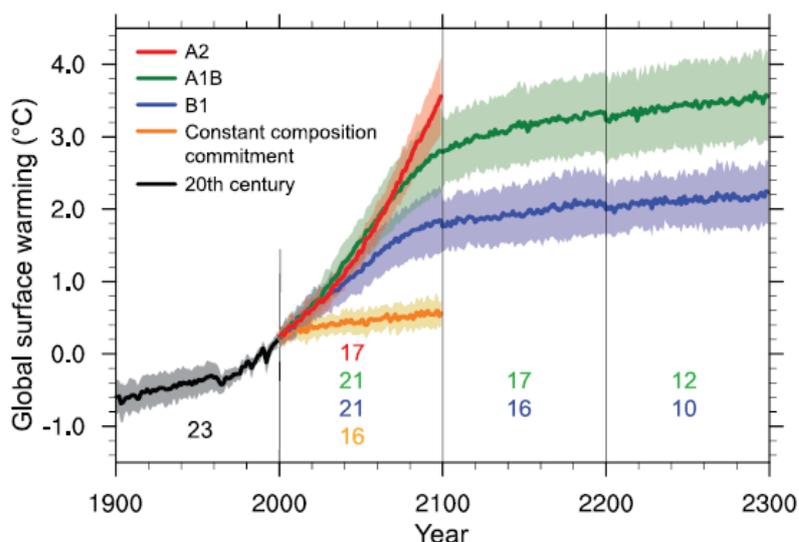


Gráfico 2 - Projeção da Temperatura Média Global nos Cenários A2, A1B e B1

Fonte: Meehl *et al.*, 2007, p. 762.

Nota: Relativo a 1980-1999. As linhas mostram as medias dos diferentes modelos. Linha laranja concentração constante dos valores de 2000. Após 2100 correspondem a cenários de estabilização.

Por outro lado, de acordo com a medida de “Equilíbrio da Sensibilidade do Clima”²⁸, a qual estima a reação do sistema climático frente ao dobro de concentração de CO₂, é provável que aumente a temperatura média em 2°C a 4,5°C, sendo a melhor estimativa de 3°C. Adicionalmente, é improvável que seja menor do que 1,5°C (HEGERL *et al.*, 2007). E ainda, não se descartam aumentos superiores a 4,5°C. Portanto, em caso de continuar com os atuais níveis de emissões de GEE, esperam-se maiores aumentos de temperatura.

O consenso científico define a fronteira para distinguir entre as alterações climáticas seguras e as perigosas, para o qual, aponta um máximo razoável de 2°C no aumento da temperatura (relativo ao período pré-industrial) (PNUD, 2007; HARE; MEINSHAUSEN, 2006). Esse limite para o IPCC é de 3°C. Acima desses limites, os riscos climáticos podem ser catastróficos para os sistemas ecológicos e humanos.

No entanto, em todos os cenários de estabilização de GEE do IPCC (MEELH *et al.*, 2007), o associado aumento de temperatura deve ultrapassar 2°C. Inclusive, para uma estabilização de 550 ppm de CO₂e equivalentes (CO₂e)²⁹, abaixo do nível mínimo considerado nas projeções, há 80% de probabilidade de exceder 2°C. Com a estabilização em

²⁸ “Equilibrium climate sensitivity’ (ECS) is the equilibrium annual global mean temperature response to a doubling of equivalent atmospheric CO₂ from pre-industrial levels and is thus a measure of the strength of the climate system’s eventual response to greenhouse gas forcing”. (HEGERL *et al.*, 2007, p. 718).

²⁹ O CO₂equivalente (CO₂e) representa o potencial de efeito de aquecimento global ou “forçamento radioativo” total dos GEE medido em termos de equivalência de Dióxido de Carbono (CO₂). Compreende gases como: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O) e Halocarbonos. Incluem-se todas as fontes (IPCC, 2007c).

650 ppm de CO₂e, a probabilidade encontra-se entre 65% e 90% de ultrapassar 3°C (PNUD, 2007). Se os GEE estabilizarem em 450 ppm de CO₂e, o risco de ultrapassar 2°C seria muito baixo (em média 47%) e só no caso de estabilizarem em 400 ppm de CO₂e ou menos, o risco de alterações climáticas perigosas seria improvável (média 27%) (HARE; MEINSHAUSEN, 2006).

A questão é que o orçamento de carbono que pode ser emitido no século 21, em um nível adequado para evitar as alterações climáticas perigosas, deve encontrar-se em 21,5 Gt CO₂e por ano, porém, atualmente as emissões são duas vezes superiores, sendo de 43gt CO₂e. Mantendo o nível atual de emissões, o orçamento acabaria em 2032, ou no máximo em 2042. Com isso, a partir de 2050, o planeta experimentaria os impactos de alterações climáticas perigosas, com temperaturas superiores a 2°C (MEINSHAUSEN, 2007).

2.4.2 Aumentos no nível do mar

Outro indício da mudança climática global é constatado a partir dos aumentos no nível do mar. O oceano representa um dos principais componentes do sistema climático. O papel dele na estabilidade do clima relaciona-se com o acoplamento de energia entre o oceano e a atmosfera, a partir do qual, originam-se os eventos naturais internos que determinam o clima regional, denominados como El Niño Oscilação Sul (ENOS)³⁰, “Pacific Decadal Oscillation” (PDO), o “Northern Annular Mode” (NAM) e a Oscilação do Atlântico Norte (OAN)³¹. Porém, eventuais alterações nas propriedades físicas e químicas dos oceanos, por causa do maior armazenamento de calor e aumentos de salinidade, podem produzir mudanças no clima dentro de uma escala de tempo estacional, decenal e de séculos, assim como em uma escala espacial global e regional. De igual forma, devido ao aquecimento e elevações do nível do mar, existe a possibilidade de aumentar a frequência e magnitude com que ocorrem os fenômenos naturais ENOS, PDO, NAM e OAN, levando à instabilidade do clima regional. Assim por exemplo, o fenômeno de El Niño é o responsável dos intensos períodos de seca e em seu processo contrário, La Niña, das inundações na região dos trópicos (IPCC, 2001a).

³⁰ Oscilação Sul relaciona-se ao componente da atmosfera, enquanto El Niño corresponde ao componente do oceano, o acoplamento entre os dois componentes (atmosfera e oceano) dá origem a El Niño Oscilação Sul ENOS (IPCC, 2001a).

³¹ A oscilação do Atlântico Norte (OAN) representa a variabilidade da circulação atmosférica no hemisfério norte durante o inverno. De acordo com o IPCC (2001a) as variações na superfície do mar do oceano Atlântico relacionam-se com a intensidade do OAN e existem indícios de que a interação entre os dois determinem a variabilidade decenal. Esta informação é utilizada como elemento de projeção da mudança climática.

Segundo o IPCC (2001a), o nível médio do mar aumentou de 1,0 a 2,0 mm por ano durante todo o século XX³². E de acordo com a última publicação do IPCC (BINDOFF *et al.*, 2007), essa taxa foi maior entre o período de 1993 a 2003, sendo de 3,1 mm por ano (Ver Tabela 3). Da mesma forma, há elevada confiança³³ de que no século XX o aumento total observado do nível do mar seja de 0,17 m.

Tabela 3 - Contribuição dos componentes à taxa média global do aumento no nível do mar para dois períodos

Origem	1961 - 2003 mm por ano	%	1993 - 2003 mm por ano	%	Potencial de aumento no nível do mar (m)
(1) Expansão térmica	0,42	23,3	1,6	51,6	
(2) glaciares e camadas de gelo	0,5	27,8	0,77	24,8	0,52
(3) Greenland	0,05	2,8	0,21	6,8	7,3
(4) Antártica	0,14	7,8	0,21	6,8	56,6
(5) Total Criosfera	0,7	38,9	1,2	38,7	64,49
(6) Total (1)+(5)	1,12		2,8		
Taxa observada de aumento	1,8	100,0	3,1	100,0	

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Lemke *et al.* (2007, p. 342); Bindoff *et al.* (2007, p. 419); Hegerl *et al.* (2007, p. 707)

Nota: (1) A mudança por expansão térmica corresponde à superfície do oceano entre 0 a 3.000 m. (5) A Criosfera compreende de: "snow, river and lake ice, sea ice, glaciers and ice caps, ice shelves, ice sheets, and frozen ground" (LEMKE *et al.*, 2007, p. 341)

As modificações no nível do mar surgem por dois eventos. O primeiro e principal desses eventos é chamado como o *efeito de expansão térmica*, no qual, o oceano é expandido como consequência do aquecimento das águas (este efeito contribui em 51,6% ao aumento do nível do mar). De acordo com as observações no período de 1961 a 2003, a temperatura na superfície do mar, na camada de água entre os 700 m de profundidade, aumentou 0,10°C por década³⁴ (BINDOFF *et al.*, 2007). Na Tabela 3, apresentam-se às estimativas referentes a esse processo, junto com a participação de outras fontes que causam aumentos no nível do mar. Observa-se que a taxa de contribuição por expansão térmica nos 3.000 m de profundidade no período de 1993 até 2003, corresponde a 1,6 mm por ano, a qual é muito maior à experimentada no período entre 1961 a 2003 (0,42 mm por ano).

³² Segundo dados de mareógrafos (IPCC, 2001a).

³³ Segundo o último relatório IPCC (2007b), são utilizados níveis de confiança para expressar julgamentos de validade, assim, muita alta confiança significa 9 a 10 chances de ser correto o julgamento; alta confiança apresenta 8 a 10 chances de ser correto (Ver APÊNDICE B, o tratamento das incertezas e os termos de confiança usados no IPCC).

³⁴ Foi considerada a superfície do mar entre 0 a 700 m de profundidade, pois de acordo com as comparações entre as tendências de aumento de calor das series disponíveis para "0 a 700 m" e "0 a 3.000 m" de profundidade, avaliadas pelo IPCC, concluiu-se que 69% do incremento de calor nos oceanos aconteceu na camada de água entre 0 a 700 m para o período de 1955 a 1998. Para uma superfície do mar entre 0 e 3.000, a temperatura aumentou 0,037°C no período de 1961 a 2003 (BINDOFF *et al.*, 2007).

O segundo evento, com muita probabilidade de acordo com o último relatório do IPCC (BINDOFF *et al.*, 2007) é a partir do aumento da massa de água, como resultado do derretimento dos componentes da criosfera, relacionado às camadas de gelo das montanhas e dos glaciais Ártico (Greenland) e Antártico (38,7% do aumento do nível do mar é por este motivo). As evidências apontam que o derretimento da criosfera tem contribuído em uma taxa de 1,2 mm por ano ao aumento do nível do mar entre 1993-2003, sendo os glaciais e as camadas de gelo os que proporcionaram maiores volumes de águas, com uma taxa de 0,77 mm por ano. Mesmo que nesse período, tanto o Greenland (Ártico) quanto a Antártida tenham contribuído com uma taxa similar (0,21 mm por ano), o Greenland foi quem apresentou maior variabilidade em relação ao período de 1961-2003.

Como foi mencionado em parágrafos acima, o HN tem experimentado maiores aumentos da temperatura, motivo pelo qual, explica-se o maior derretimento do glacial Ártico, com uma participação para a expansão do mar de 0,05 mm por ano no período de 1961 a 2003 e uma taxa maior para o período entre 1993 e 2003 (0,21 mm por ano). A situação é relevante, considerando uma situação hipotética de total derretimento da superfície de gelo do Greenland, caso em que aumentaria em aproximadamente 7 m o nível do mar. Esse potencial de aumento dos oceanos, combinado com o Antártico seria em torno de 64 m (Ver Tabela 3).

2.4.3 Derretimento dos componentes da criosfera

Depois dos oceanos, na ordem de importância dentro dos componentes do sistema climático, encontra-se a criosfera a qual esta distribuída em toda a terra e compreende de: “snow, river and lake ice, sea ice, glaciers and ice caps, ice shelves, ice sheets, and frozen ground” (LEMKE *et al.*, 2007, p. 341).

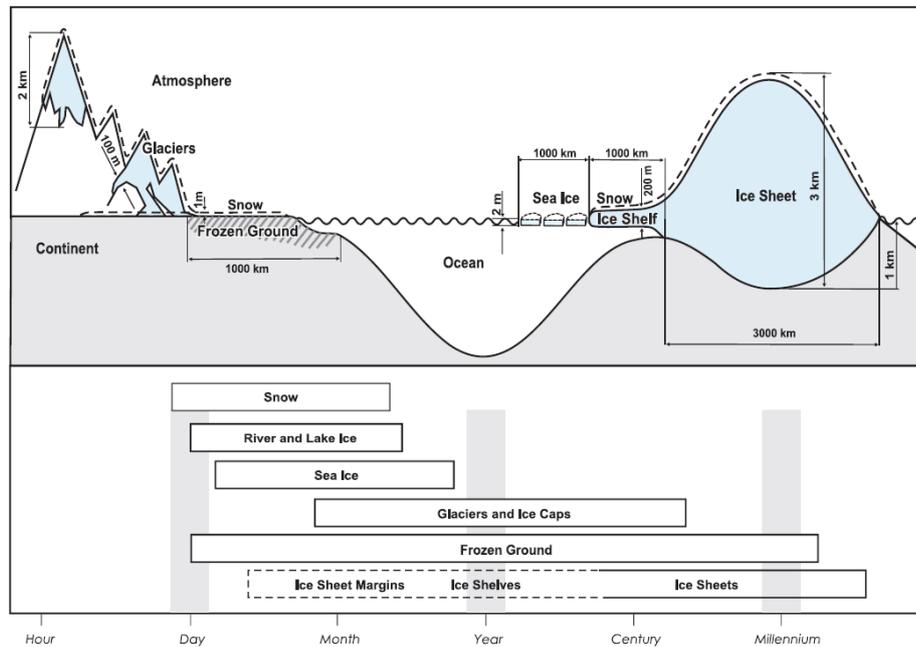


Figura 6 - Escala e componentes da criosfera

Fonte: Lemke *et al.*, 2007, p. 341.

A importância da criosfera para o sistema climático deve-se a aspectos como: a) a propriedade física de refletividade, denominada “albedo”, relevante para o balanceamento da energia; b) redistribuição, transporte e armazenamento de 75% de água fresca que dispõe o planeta (ciclo hidrológico); c) é fonte de mecanismos de realimentação (feedback), multiplicando as mudanças e a variabilidade do clima, razão pela qual, criam-se maiores incertezas para as projeções da mudança climática; d) alto potencial para o aumento do nível do mar; e) alterações por trocas de gases entre o oceano polar e a atmosfera. Sobre este último aspecto, a preocupação consiste em que o derretimento da criosfera pode liberar os gases de CO₂ e CH₄ que estavam retidos há séculos.

De acordo com Lemke *et al.* (2007), as reduções observadas nos componentes da criosfera são correlacionadas com os aumentos da temperatura, principalmente no HN. A temperatura da Permafrost na Alaska, por exemplo, aumentou de 2°C a 3°C desde 1980 a 2005. Alguns indicadores da mudança da criosfera para vários períodos do tempo são sintetizados na tabela 4, na qual, ressalta-se um arrefecimento da extensão do gelo de 33×10^3 km², correspondendo a uma redução de 2,7% por década no período de 1978 a 2005. A tendência tem sido negativa para o HN. Igualmente, o mínimo de extensão de gelo do mar Ártico no verão, tem diminuído a uma taxa maior de 7,4% por década. No entanto, para o HS no mesmo indicador e período de tempo, não se observa uma tendência bem definida e destacam-se alguns aumentos da extensão do gelo.

Outros indicadores como a espessura média do mar, área coberta de neve e a extensão máxima de terrenos congelados em período estacional, têm-se comportado em sentido descendente nos períodos analisados (Ver Tabela 4)

Tabela 4 Mudanças observadas na criosfera

INDICADOR	Taxa de mudança	Extensão 10 ³ km ²	Período
Extensão do gelo do mar HN	-2,7%	-33	1978-2005
Extensão do gelo do mar HS	+0,47	+5,6	1978-2005
Mínimo de extensão de gelo no verão	-7,4%	-60	1979-2005
Espessura média do gelo do mar	-0,6 a 0,9 m		1980s
Espessura média do gelo do mar Artico	-1 m		1980s
Área coberta de neve	-7,5%		1922-2005
Temperatura do Permafrost norte de Alaska	+2°C a 3°C		1980-2005
Máxima extensão estacional de terrenos congelados HN	-7%		1901-2002

Fonte: Dados de Lemke *et al.*, 2007.

2.4.4 Eventos extremos do clima

Os eventos extremos do clima estão associados com comportamentos que excedem os valores da média de variabilidade (valores críticos) nos elementos climáticos e são caracterizados pela magnitude, frequência, intensidade e duração do evento. Eventos extremos contemplam além dos episódios que acontecem em um reduzido período de tempo como furacões, ciclones entre outros, a aqueles que se apresentam de forma acumulativa, como é o caso das secas. É importante destacar que os eventos extremos do clima não são atribuídos diretamente e indiretamente aos GEE antropogênicas, pois eles ocorrem por processos naturais do sistema climático. No entanto, com as alterações climáticas em curso, existe a probabilidade de aumentar a frequência e intensidade desses eventos, os quais podem estar associados com grandes impactos nos sistemas ambientais e humanos.

Desde 1950, a maior intensidade das ondas de calor junto com a mudança nos padrões das precipitações, tem ocasionado aumentos de secas e inundações. Igualmente, desde 1979 têm incrementado a intensidade e a duração de eventos como furacões e tormentas tropicais (TRENBERTH *et al.*, 2007). No Quadro 2, são sintetizados os principais eventos de acordo com a probabilidade observada e de ocorrência no século 21.

Quadro 2 - Eventos extremos e região de relevância, probabilidade de ocorrência e contribuição de GEE antropogênicas

Eventos extremos	Região	Probabilidade de contribuição humana	Probabilidade de aumentar no futuro, para o século 21
Ondas extremas de calor	Global	Mais provável que não > 50%	Muito provável
Extremas precipitações (Inundações)	Regiões de latitudes médias	Mais provável que não > 50%	Muito provável
Secas	Diversas regiões do mundo	Mais provável que não > 50%	Provável
Ciclones tropicais	Trópicos	Mais provável que não > 50%	Provável
Extremas tempestades extra-tropicais	HN	Mais provável que não > 50%	Provável

Fonte: baseado no IPCC, 2007b, p. 7 e Trenberth *et al.*, 2007, p. 315.

Durante o século XX, a terra tem apresentado um decréscimo nas ocorrências de noites frias, e, tem-se apresentado maior número de dias quentes, porém, desde 1973, o aumento tem sido mais dramático, em especial, afetando as costas do mediterrâneo. Igualmente, tem-se registrado aumentos de regiões afetadas pelas secas. O HS apresentou uma tendência de seca no período de 1974 a 1998. As evidências mostram que a extensão de terras em nível global afetadas pelas secas tem duplicado desde 1970, associada aos decréscimos de precipitações por causa do fenômeno El Niño. Por outro lado, tem-se constatado maior frequência de furacões desde 1970, no entanto, depois de 1990 eles têm sido mais intensos, em áreas como o Norte do Pacífico, o oceano Índico e sudoeste do pacífico. No Atlântico Norte, o aumento de furacões foi observado nos últimos 11 anos, com maior registro no ano 2005 (TRENBERTH *et al.*, 2007).

2.5 NO CONTEXTO DA MUDANÇA CLIMÁTICA, O QUE ESTÁ EM DISCUSSÃO EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO HUMANO?

O debate da mudança climática envolve vários aspectos no que se refere aos efeitos sobre o desenvolvimento humano. Em primeiro lugar, existem discussões relacionadas com as características das perturbações do sistema climático, tais como: a sua irreversibilidade e a sua escala global; em segundo lugar, distinguem-se impactos conjugados a fatores pré-existent

nas regiões e países do mundo. Tais eventos relacionados com: exposição devida à localização geográfica, sensibilidade de acordo com a dependência na agricultura e nos serviços dos ecossistemas e capacidade de adaptação definida por aspectos sociais, econômicos, institucionais, políticos e dotação dos recursos naturais.

2.5.1 Escala global e desenvolvimento humano

A mudança climática caracteriza-se por ser de abrangência global, tanto em suas causas como em suas conseqüências (STERN, 2006; IPCC, 2007b). Isso a razão de que a atmosfera é um bem comum que pertence a todos indistintamente. Se uma pessoa desfruta dos benefícios desse bem, independente de onde ela se encontre, não impede que outra pessoa também o desfrute ao mesmo tempo.

Todos podem desfrutar da atmosfera, mas também todos podem influenciar positiva ou negativamente sobre ela. Essa qualidade faz com que exista interdependência ecológica entre as regiões do mundo (PNUD, 2007). A atmosfera recebe os GEE e não distingue o país de origem, dessa forma, os efeitos dos GEE emitidos nos Estados Unidos podem ser sentidos nos países da África ou da América Latina, e vice-versa.

No entanto, a mudança climática, ainda sendo uma problemática de escala global, manifesta uma dupla desigualdade entre as regiões do mundo (STERN, 2006). Em primeiro lugar, refere-se às diferenças no volume de emissão de GEE entre os países, para o qual, as evidências designam maior responsabilidade para os países ricos. Em segundo lugar, relaciona-se à desigualdade na distribuição dos impactos das alterações climáticas, pois eles ocorrem em proporções diferentes e por eventos climáticos distintos para cada país, sendo os países pobres os mais afetados. Sobre isso último, o relatório Stern (2006) comenta que os países pobres estão sofrendo e sofrerão os prejuízos da mudança climática gerada pelo consumo e crescimento de países ricos no passado.

Como se observa no Gráfico 3, os países desenvolvidos são responsáveis pela maior emissão de CO₂ per capita. Segundo o PNUD (2007), desde a era pré-industrial, 7 de cada 10 toneladas de CO₂ são emitidas por esses países. Em contraste, através do gráfico 4, mostra-se a proporção de vítimas por desastres naturais, dando uma primeira intuição com respeito à distribuição de impactos de choques climáticos que se pode apresentar no futuro, com maior probabilidade de serem em países de médio e baixo desenvolvimento humano. Essa intuição

pode ser destacada tendo em conta que em um período de 30 anos, 98,5% das pessoas afetadas por desastres naturais³⁵, foram desses últimos países (ver Gráfico 4).

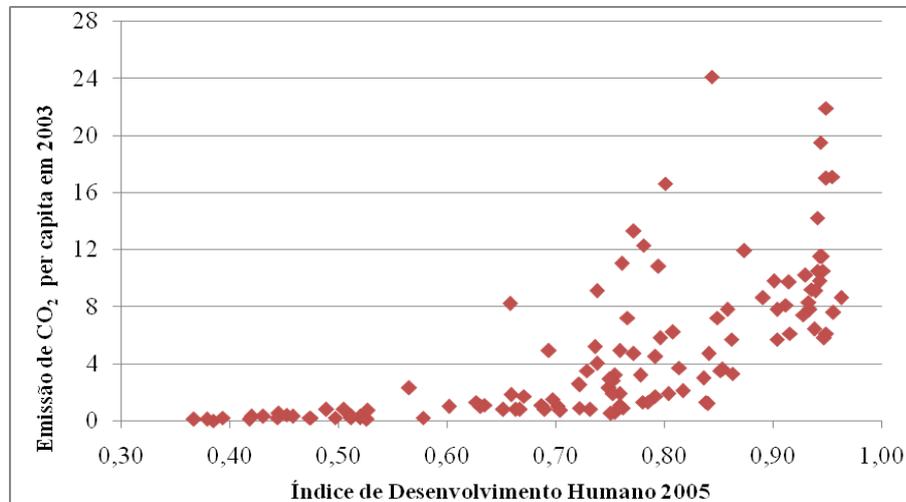


Gráfico 3 - Desenvolvimento humano e emissão de CO₂ per capita, 2003

Fonte: Elaborado pela autora com dados do PNUD, 2005 e International Energy Agency - IEA, 2006.

Nota: Foi colocado o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 2005, tendo em conta que é calculado com dados do ano de 2003. Mais próximo de 1 indica maior desenvolvimento humano.

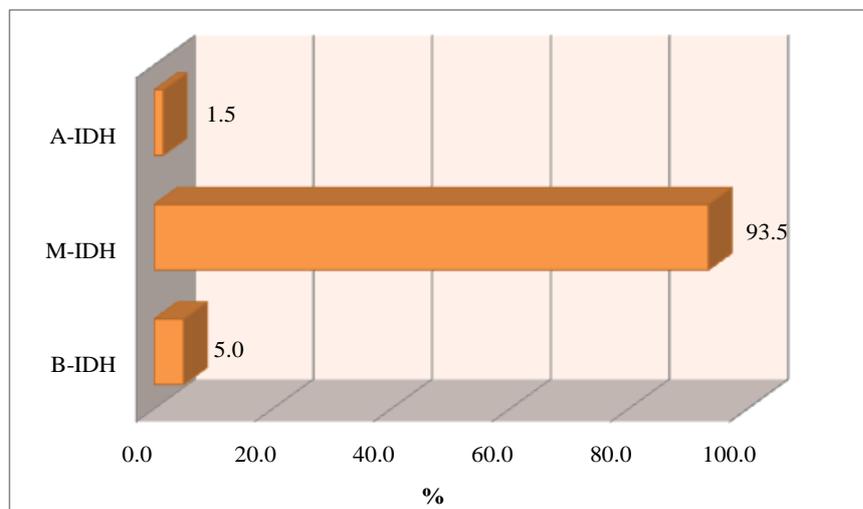


Gráfico 4 - Proporção de pessoas vítimas (mortes e afetados) por desastres naturais em 1974-2003, por categoria de Desenvolvimento Humano em 2005

Fonte: Elaborado pela autora com dados brutos de Guha-Sapir et al (2004) e RDH (PNUD, 2005).

Nota: A-IDH: Desenvolvimento humano alto, M-IDH: Desenvolvimento humano médio e B-IDH: Desenvolvimento humano baixo.

³⁵ Os desastres naturais compreendem desastres hidrológicos como inundações, secas e tempestades de vento assim como desastres geográficos relacionados a terremotos e vulcões. No entanto, desde 1970, os três primeiros desastres têm aumentado sua frequência e intensidade grandemente, e, segundo Guha-Sapir et al (2004) eles são responsáveis da maior proporção de pessoas afetadas no período de 1974 a 2003.

Nos gráficos 3 e 4, pode-se perceber como estão distribuídas as emissões de CO₂ e os impactos dos desastres naturais. Nota-se que os países de baixo desenvolvimento humano, mesmo apresentando uma proporção de população elevada, emitem mínimos níveis de CO₂ (Gráfico 3). E ainda assim, são as pessoas de países de baixo e médio desenvolvimento humano quem têm sofrido os maiores efeitos dos desastres naturais nos últimos anos (Gráfico 4).

2.5.2 Irreversibilidade da mudança climática e o desenvolvimento humano

Os efeitos da mudança climática são irreversíveis e persistentes durante o tempo. Esta qualidade implica que tanto às gerações presentes quanto às gerações futuras, sentirão o peso dos impactos das alterações climáticas.

Como foi apresentado, o desequilíbrio do sistema climático é causado pela maior emissão de GEE, os quais podem permanecer dentro da atmosfera por séculos. O CO₂, por exemplo, tem um potencial de vida de 5 a 200 anos. Dessa maneira, os GEE distinguem-se por serem acumulativos e irreversíveis, sendo capazes de intensificar processos que podem durar por muitas gerações. Em consequência, os impactos dos GEE devem ser tolerados ao longo do tempo (STERN, 2006; IPCC, 2007).

De acordo com o IPCC (2007c) ainda que se estabeleçam medidas rigorosas de mitigação de GEE, elas não devem influenciar a temperatura média da superfície até meados de 2030, ou seja, a tendência do aquecimento global é de progredir. As pessoas hoje já estão sentindo os efeitos dos GEE emitido há mais de cem anos e as próximas gerações terão que viver com os efeitos do legado das atuais emissões, porém, com a incerteza de processo de realimentação, para o qual, podem-se esperar efeitos catastróficos.

Se atualmente as pessoas já estão sentindo o peso dos choques climáticos, o que se deve esperar para as gerações futuras? Ou melhor, o que se deve esperar do futuro bem-estar humano das crianças do presente? Pode haver uma transferência não só de um ambiente instável e degradado, mas também uma transferência de fragilizadas capacitações humanas, resultado de acumulativos retrocessos do bem-estar relacionados com desastres climáticos. O que as mudanças climáticas impõem são restrições para o desenvolvimento humano de aqueles que hoje em dia são os mais privados. Na China, por exemplo, os monções do ano de 2007 estiveram associados com os deslocamentos de 3 milhões de habitantes, e, a seca de

2005 no Quênia foi relacionada com o risco de fome de mais de 3 milhões de pessoas. A magnitude dos impactos para o futuro é ainda incerta, no entanto, há probabilidade de que nos próximos anos os eventos extremos sejam mais intensos e frequentes. Cerca de 330 milhões de pessoas podem ser deslocadas devido às maiores inundações causadas pelo aumento de 3 a 4°C da temperatura global. Para o ano de 2080, há probabilidade de que haja 1,8 bilhões de pessoas vivendo em escassez de água e que haja em torno de 600 milhões de pessoas adicionais vivendo com risco de fome devido à mudança climática (PNUD, 2007).

Questões de ética, equidade e justiça social estão no âmbito da discussão da mudança climática e o desenvolvimento humano. O RDH (PNUD, 2007, p.2) argumenta que a mudança climática “ameaça a dois grupos de eleitores com fraca voz política: os pobres do mundo e as gerações futuras”. Sobre as gerações presentes e em especial os pobres, eles “têm o direito a serem protegidos de danos ambientais impostos pelo consumo e padrão de produção de outros”³⁶. Entre tanto, as gerações futuras carecem de representação nas decisões do presente, as quais também têm “o direito de desfrutar de um mundo cujo clima não tenha sido transformado de uma maneira que faz a vida humana muito mais difícil”³⁷ (STERN, 2006, p.42).

Os efeitos da mudança climática podem constituir uma armadilha para a o baixo desenvolvimento humano e ainda que existam programas e políticas para reduzir a pobreza, quando se esta diante dos choques climáticos, esses esforços não devem apresentar os resultados desejados. Os impactos de eventos climáticos podem restringir e tornar vulnerável o bem-estar atual de uma pessoa, e posteriormente, podem condicionar o seu futuro desenvolvimento. Assim, por exemplo, em países da África como Etiópia, Quênia e Níger, existe maior probabilidade de desnutrição e de baixo crescimento naquelas crianças que nasceram durante períodos de seca. Desse modo, eventos climáticos como as secas, impõem restrições e “cria ciclos de desvantagem que as crianças abarcarão para o resto da suas vidas” (PNUD, 2007, p. 89).

2.5.3 Vulnerabilidade do desenvolvimento humano

Aspectos particulares de cada país, conjugados com perturbações climáticas, também levantam profundas desigualdades no que tange aos impactos da mudança climática sobre o

³⁶ Do texto original em inglês.

³⁷ Do texto original em inglês.

desenvolvimento humano. Essas desigualdades podem ser relacionadas com o grau de vulnerabilidade que cada país ou região enfrenta à mudança climática, a qual, por sua vez é definida por aspectos como: localização geográfica, dependência na agricultura e ecossistemas e capacidade de adaptação (STERN, 2006). Além do mais, as desigualdades no âmbito da mudança climática são mais profundas quando seus impactos sobrepõem-se a condições de pobreza e disparidades no desenvolvimento humano. Assim como menciona Gro Harlem Brundtland (PNUD, 2007, p. 59): “No nosso mundo, profundamente dividido, o aquecimento global está a aumentar as disparidades entre ricos e pobres”.

Desigualdade na distribuição de impactos significa que alguns países devem obter maiores perdas do que outros, inclusive, certos países podem ganhar com a mudança climática. Em especial, a disparidade dos efeitos deve ser aprofundada ao considerar as opções que as pessoas dispõem para enfrentar os choques climáticos. Pessoas que vivem na Holanda, por exemplo, podem se ajustar a eventos de inundações construindo casas flutuantes, ou estruturas de habitação mais fortes e seguras, além disso, podem contra-restar às doenças surgidas nesses períodos, contando com maior atenção e prestação de serviços de saúde. De outra forma, as opções de ajustamento de pessoas que vivem no Vietnã e que enfrentam inundações, limitam-se ao simples fato de aprender a nadar, opções que o RDH (PNUD, 2007) chama de “auto-ajuda”. Nessa perspectiva, a capacidade de adaptação aos choques climáticos promete ampliar as desigualdades em termos de bem-estar humano.

Considerando as disparidades na distribuição de impactos, os países desenvolvidos devem apresentar benefícios líquidos em determinados aspectos, já que a maior parte deles se encontram localizados no Hemisfério Norte³⁸, zona na qual é possível tirar maiores vantagens do aquecimento global. Assim por exemplo, com o aumento de 1 a 3°C da temperatura, pode aumentar de 11,1% a 17,7% a extensão de terra com potencial para o cultivo de arroz, milho e trigo (FISCHER; SHAH; VELTHUIZEN, 2002). Igualmente, com o aumento de 1°C da temperatura, países como Canadá e Rússia podem melhorar as condições para o turismo (HAMILTON; MADDISON; TOL, 2005) e na Inglaterra, há probabilidade de que haja menor mortalidade por extremo frio (DEPARTMENT OF HEALTH/HEALTH PROTECTION AGENCY, 2008).

Os países de maior renda são menos vulneráveis aos choques climáticos devido a sua reduzida dependência na agricultura (TOL *et al.*, 2004). Para esses países, o setor agrícola

³⁸ No Hemisfério Norte, estima-se que o ritmo de crescimento da temperatura seja maior do que o Hemisfério Sul. Porém, os efeitos do aquecimento serão menores nas latitudes altas, pois dada a temperatura atual, eles podem tolerar mais do que em latitudes baixa, onde atualmente os climas são mais quentes (TOL *et al.*, 2004).

representa só o 1,7% do PIB para o ano 2004, comparado com 21,4% do PIB para países de menor renda³⁹. Além do mais, países ricos apresentam maior capacidade de adaptação, já que contam com maior acesso à informação, aos serviços públicos, à saúde, à educação, dispõem de melhores e mais resistentes estruturas e fazem uso de seguros de proteção social (PNUD, 2007; STERN, 2006; TOL *et al.*, 2004).

Ainda que os países desenvolvidos apresentem certas vantagens com a mudança climática, esses benefícios devem desaparecer frente à ameaça de maiores aumentos da temperatura no final deste século. Ademais, os países desenvolvidos localizados em latitudes mais baixas se deparam com maior vulnerabilidade, sendo a população pobre ou mais frágil (idosos e crianças) desses países a mais afetada. Em New Orleans, por exemplo, 22% das pessoas que vivem na zona inundada pelo furacão Katrina de 2005 estão abaixo da linha da pobreza (INSTITUTO BROOKINGS, 2005).

Por outro lado, com a mudança climática, os países em desenvolvimento enfrentam os maiores riscos a as mais profundas conseqüências. Estes países são mais vulneráveis por estarem localizados nos trópicos e subtropicais, áreas de maior exposição a eventos extremos, por dependerem mais da agricultura e dos ecossistemas e por sua restrita capacidade de ajustamento, a qual por sua vez, deve-se à deficiente prestação de serviços públicos, como energia, água e saneamento básico, limitando acesso a serviços de saúde e educação, precária infra-estrutura física das habitações, maior pobreza e desigualdade, limitado acesso à informação e a seguros de proteção social (PNUD, 2007, STERN, 2006). De maneira sintetizada, nos Quadros 3 e 4, apresenta-se o panorama atual da vulnerabilidade junto com os impactos da mudança climática sobre o bem-estar humano de regiões em desenvolvimento e países desenvolvidos da OCDE.

³⁹ Dados subtraídos do World Bank. World Development Indicators Online 2006. Disponíveis em: <http://go.worldbank.org/3JU2HA60D0> .

Quadro 3 - Vulnerabilidade atual e impacto da mudança climática sobre o bem-estar humano de regiões em desenvolvimento

Emissão de CO ₂ per capita (t CO ₂) 2004 ¹	IDH 2004 ²	Estado atual de vulnerabilidade	Impactos da Mudança Climática sobre o Bem-estar Humano
África Subsariana			
1,0	0,472	174 de cada 1.000 nascidos vivos representa a taxa de mortalidade de menores de cinco anos para o 2004 (RDH, 2006)	Estima-se que haja uma perda de 7 a 10% do PIB da África como custo da mudança climática para o 2100 (STERN, 2006)
		32 % da população subnutrida 2002/2004 ³ (RDH, 2006)	45 a 70 milhões de pessoas adicionais podem estar vivendo com menos de 2 dólares por dia a causa dos impactos da mudança climática sobre o PIB para o 2100 (STERN, 2006) ⁴
		Cerca de 303,42 milhões de pessoas não têm acesso a uma fonte de água melhorada (44% da população de 2004) (RDH, 2006)	A mudança climática pode adicionar 250.00 mortes de crianças por ano como resultado da perda do PIB em 2100 (STERN, 2006).
		547 milhões de pessoas sem electricidade (IEA, 2006)	250 a 550 milhões de pessoas adicionais podem estar em risco de fome com o aumento de 3°C na temperatura (WARREN et al., 2006) ⁵
		PIB per capita 2004: 1.946 (USD de PPC, 2004) (RDH, 2006)	Espera-se que haja 38 a 67 milhões de pessoas adicionais com risco de malária para o 2080 (VAN LIESHOUT et al., 2004)
Ásia do Sul			
1,3	0,599	84 de cada 1.000 nascidos vivos representa a taxa de mortalidade de menores de cinco anos para o 2004 (RDH, 2006)	Estima-se que haja uma perda de 9 a 13% do PIB da Índia como custo da mudança climática para o 2100 (STERN, 2006)
		21 % da população subnutrida 2002/2004 (RDH, 2007/2008)	100 a 150 milhões de pessoas adicionais podem estar vivendo com menos de 2 dólares por dia a causa dos impactos da mudança climática sobre o PIB para o 2100 (STERN, 2006)
		Cerca de 229,22 milhões de pessoas não têm acesso a uma fonte de água melhorada (15% da população de 2004) (RDH, 2006)	A mudança climática pode adicionar 60.000 mortes de crianças por ano como resultado da perda do PIB em 2100 (STERN, 2006)
		706 milhões de pessoas sem electricidade em 2005 (IEA, 2006)	A Índia do norte pode reduzir no máximo 70% da produção média de algumas culturas para o 2100 por causa do aumento de enchentes, ciclones e monções (CHALLINOR et al., 2006)
		PIB per capita 2004: 3.072 (USD de PPC, 2004) (RDH, 2006)	Espera-se que haja 6 a 9 milhões de pessoas adicionais com risco de malária para o 2080 (VAN LIESHOUT et al., 2004) 1 a 390 milhões de pessoas podem estar com risco de stress de água para 2025 (ARNELL, 2004) ^{6,7}
América Latina			
2,6	0,795	31 de cada 1.000 nascidos vivos representa a taxa de mortalidade de menores de cinco anos para o 2004 (RDH, 2006)	Mudança climática pode contribuir ao aumento de 70% do número de pessoas com severa acesso a água segura para o 2025 (STERN, 2006)
		10 % da população subnutrida 2002/2004 (RDH, 2006)	Aumento de 1 a 70 milhões de pessoas com risco de stress de água para 2025 (ARNELL, 2004)
		Cerca de 49,35 milhões de pessoas não têm acesso a uma fonte de água melhorada (9% da população de 2004) (RDH, 2006)	Redução de 2,5 a 5% na produção de cereais para o 2020 (PARRY et al., 2004) ⁸
		45 milhões de pessoas sem electricidade em 2005 (IEA, 2006)	5, 26 e 85 milhões de pessoas podem estar em risco de fome para os anos 2020, 2050 e 2080 respectivamente (WARREN et al., 2006) ⁹
		PIB per capita 2004: 7.964 (USD de PPC, 2004) (RDH, 2006)	Em média, 1 a 3 milhões de pessoas por anos podem ser vítimas das prováveis inundações das costas para 2080 (NICHOLLS, 2004) México, Brasil, Peru e Equador podem aumentar o número de pessoas em risco de obter a dengue, devido à mudança na distribuição geográfica de transmissão (HATES et al., 2002)

¹Refere-se às emissões de dióxido de carbono derivadas do consumo de combustíveis fósseis no estado sólido, líquido e gasoso, bem como de gás em tocha e da produção de cimento. Medidas em toneladas métricas de CO₂ (RDH, 2007/2008)

²Dados obtidos do RDH 2007/2008

³Os dados referem-se à média para os anos indicados (RDH, 2007/2008)

⁴Estimativas de mortalidade e pobreza são projetadas considerando só variações no PIB. O relatório Stern (2006) salienta que estas estimativas devem ser usadas com cautela

⁵Considera-se pessoa em risco de fome a aquela cuja renda não lhe permite comprar suficiente quantidade de cereais (Parry et al., 1999 e 2004)

⁶Considera-se uma pessoa com stress de água aquela que conta com menos de 1.000 m³ por ano

⁷Intervalo estimado de um conjunto de 14 cenários

⁸Estimativas geradas a partir do modelo HadCM3 cenário B1 (2xCO₂)

⁹Estimações realizadas no cenário A2

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 4 - Impactos da mudança climática sobre o bem-estar humano de países desenvolvidos

Emissão de CO ₂ per capita (t CO ₂) 2004 ¹	IDH 2004 ²	Estado atual de vulnerabilidade	Impactos da Mudança Climática sobre o Desenvolvimento Humano
Países da OCDE			
11,5	0,923	12 de cada 1.000 nascidos vivos representa a taxa de mortalidade de menores de cinco anos para o 2004 (RDH, 2006)	Países de Europa ocidental podem ter entre 38 a 191 milhões de pessoas com risco de stress de água para 2025 (ARNELL, 2004)
		Menos de 11,65 milhões de pessoas não têm acesso a uma fonte de água melhorada (1% da população de 2004) (RDH, 2006)	Estados Unidos e Canadá podem ter entre 3 a 61 e entre 1 a 6 milhões de pessoas com risco de stress de água para 2025 respectivamente (ARNELL, 2004).
		8 milhões de pessoas sem electricidade (IEA, 2006)	acréscimo de 11,1% a 17,7% da extensão de terra com potencial para o cultivo de arroz, milho e trigo (FISCHER; SHAH; VELTHUIZEN, 2002)
		PIB per capita 2004: 27.571 (USD de PPC, 2004) (RDH, 2006)	Com o aumento de 3°C da temperatura, pode-se expandir a transmissão da febre do dengue em Austrália (STERN, 2006)
			Em países de latitudes altas como Inglaterra diminui a mortalidade relacionada ao frio (STERN, 2006)

¹Refere-se às emissões de dióxido de carbono derivadas do consumo de combustíveis fósseis no estado sólido, líquido e gasoso, bem como de gás em tocha e da produção de cimento. Medidas em toneladas métricas de CO₂ (RDH, 2007/2008)

²Dados obtidos do RDH 2007/2008

Fonte: Elaborado pela autora

Nos quadros anteriores, é possível observar a vulnerabilidade e as desigualdades no âmbito da mudança climática. Por um lado, pode se observar que os países desenvolvidos da OCDE são os maiores emissores de CO₂ per capita, sendo 11,5 vezes as emissões de África subsaariana e 4,42 vezes as emissões da América Latina. Por outro lado, notam-se como as regiões em desenvolvimento, mesmo não sendo maiores emissoras de GEE, são as mais vulneráveis a choques climáticos, devido à combinação com atuais privações humanas o qual aumenta a probabilidade de apresentar maiores impactos sobre o bem-estar das pessoas.

As pessoas dos países mais pobres como da África Subsaariana e da Ásia do Sul já vivem em condições de vida fragilizadas. Na primeira região, por exemplo, a taxa de mortalidade de crianças menores de cinco anos é a mais elevada do planeta, morrendo 174 crianças por cada 1.000 nascidos vivos. De igual forma, 32% da população são desnutrida e 44% vivem sem acesso a água melhorada. De acordo com as projeções realizadas nos diferentes estudos apresentados no quadro 3, os impactos da mudança climática nessa região devem ser mais severos, deixando milhares de pessoas em circunstâncias ainda mais difíceis.

Assim como se observa nos quadros 3 e 4, o panorama para países pobres é muito mais crítico em comparação com os impactos sobre países ricos da OCDE. Nestes últimos, mesmo apresentando efeitos negativos, o balanço de impactos não é tão nocivo quanto para os

países em desenvolvimento. Nos países ricos, os efeitos podem ser elevados ao serem analisados em termos monetários, pois frente à ocorrência de um furacão, por exemplo, estes contam com infra-estruturas mais custosas e das quais podem obter maiores perdas monetárias. Tradicionalmente, esse tem sido o interesse na avaliação de impactos, no que diz respeito à determinação dos custos monetários que podem ser produzidos pelas alterações do clima, que com maior probabilidade podem ser mais elevados para países ricos.

Em um plano monetário não há uma comparação válida dos efeitos entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento, porque perdas monetárias não dizem muito da gravidade dos efeitos sobre as vidas humanas, de quanto elas estão perdendo em termos de bem-estar.

Nesse contexto, o que seria realmente importante a ser analisado? Em países em desenvolvimento as maiores perdas são em termos de vidas e capacitações humanas, restringindo às pessoas de elementos básicos como a saúde, a educação, a liberdade de escolha, entre outros. Esses aspectos dificilmente podem ser valorados em um espaço monetário e não teria sentido fazê-lo com o intuito de realizar comparações, pois existe grande diversidade de pessoas e de ambientes nas quais se inserem.

Portanto, o que é realmente importante e o que deve ser analisado é como a mudança climática afeta a vida das pessoas e como as submete a estados mais precários. E essa análise nada tem a ver com os custos monetários, mas refere-se a estados e ações dos indivíduos que podem estar sendo limitadas e frustradas pelos choques climáticos.

Dessa forma é imprescindível identificar e caracterizar quais são os processos pelos quais a mudança climática afeta o bem-estar humano e seu desenvolvimento, assim como identificar quais são os mecanismos que intervêm nesse processo. Nesse sentido, faz-se necessário esclarecer quais são os critérios que permitem definir o bem-estar de uma pessoa. Com a intenção de elucidar essas questões, no próximo capítulo será apresentada a abordagem de desenvolvimento humano fundamentada por Amartya Sen, caracterizando os componentes do bem-estar humano, e, posteriormente, descrevendo como esses componentes podem aumentar ou diminuir associado à mudança climática. Também será apresentada a estrutura analítica que se seguirá na descrição de impactos da mudança climática no desenvolvimento humano.

3 MUDANÇA CLIMÁTICA E DESENVOLVIMENTO HUMANO

De acordo com o IPCC (2007a), a mudança climática é um acontecimento inequívoco. As evidências apontam para um aumento da temperatura média da superfície, assim como, para o derretimento das camadas de gelo, o aumento médio do nível do mar e maior frequência e intensidade de eventos extremos como as secas, as inundações e as tempestades de vento.

É de destacar que o debate em torno à mudança climática tem evoluído ao longo do tempo apontando basicamente o conhecimento científico das causas, via emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) produzidas pelas atividades do homem, assim como de seus efeitos sobre os sistemas biológicos e naturais. Porém, relações no que refere ao desenvolvimento humano têm sido pouco exploradas, sobre como os diferentes componentes do bem-estar humano podem ser influenciados pelos choques climáticos.

O bem-estar humano pode depender dos sistemas do meio ambiente para evitar privações como a desnutrição, a mortalidade infantil por diarreia, as doenças respiratórias, entre outras. Por exemplo, para países que dependem da agricultura, os períodos de secas ou intensas precipitações representam fatores que acentuam a vulnerabilidade a estados de desnutrição e perda de meios de subsistência, inclusive, países com maior exposição a tempestades de vento se defrontam com a ameaça de perda da própria vida das pessoas.

Por outro lado, ao se pensar em desenvolvimento humano, devem-se considerar aspectos que vão além de julgamentos relacionados à renda ou *commodities* disponíveis pelos indivíduos, pois estes aspectos não são suficientes para explicar o bem-estar humano quando, por exemplo, a qualidade do ar é reduzida, ou quando as pessoas se deparam com eventos extremos. O desenvolvimento humano abrange múltiplas dimensões, entre as quais está sua dependência em condições do meio ambiente. Apesar do fenômeno não ser explicado pela renda, em geral, são sempre as populações pobres as mais prejudicadas por choques climáticos, pois são elas que dependem em maior medida dos ecossistemas e se encontram localizadas em regiões mais vulneráveis perante eventos extremos como deslizamentos de terras, inundações, tormentas e ciclones.

Os efeitos da mudança climática sobre o bem-estar humano podem ser múltiplos e complexos. Dessa forma, é fundamental que se tenha conhecimento dos principais mecanismos que interferem nos nexos entre as duas dimensões. Nessa discussão é necessário

estabelecer uma estrutura analítica que permita descrever os processos que intervêm nos efeitos da mudança climática sobre o desenvolvimento humano.

Este capítulo compreende duas seções. A primeira seção apresenta a teoria de desenvolvimento humano e uma caracterização da Abordagem das Capacitações – AC apontada por Amartya Sen. Na segunda seção, apresenta-se a estrutura analítica que é utilizada para a descrição de impactos da mudança climática sobre os componentes do bem-estar. Nessa estrutura, destacam-se como mecanismos associativos os efeitos sobre os recursos naturais da água, solo e biodiversidade e seus respectivos serviços dos ecossistemas. Igualmente, a estrutura sugere uma análise sobre cinco componentes do bem-estar, os quais são: saúde, educação, segurança, relações sociais e meios de subsistência.

3.1 ABORDAGEM DO DESENVOLVIMENTO HUMANO

A abordagem de Desenvolvimento Humano (DH) representa uma tentativa de colocar assuntos do bem-estar das pessoas no centro de discussões sobre crescimento econômico, políticas sociais, investimentos em tecnologia e em todos os aspectos relacionados com o desenvolvimento, inclusive no que refere às questões sobre o meio ambiente (BAGOLIN, 2005; ANAND; SEN, 2000). Nesse sentido, a abordagem do DH propõe como objetivo principal a “ampliação das escolhas das pessoas e a melhora da suas vidas” (UL HAQ, 1999, p. 20).

Anand e Sen (2004, p. 138), argumentam que a motivação do DH é “focar diretamente sobre a vida que as pessoas levam, do que eles têm conseguido ser e fazer”, entendendo questões como:

Eles [as pessoas] têm a capacitação para viver longamente? Podem eles evitar mortalidade durante a infância? Podem eles escapar da morbidade evitável? Eles evitam analfabetismo? Eles são livres da fome e subnutrição? Eles desfrutam de liberdade e autonomia pessoal?⁴⁰ (ANAND; SEN, 2004, p. 138)

Estas questões representam parte dos delineamentos do debate sobre DH, no qual se busca que as pessoas aumentem as capacitações para funcionar adequadamente nesses aspectos elementares.

A concepção do desenvolvimento humano como é bordada atualmente, configura-se a partir da evolução de discussões relacionadas ao desenvolvimento. Segundo Streeten (1994),

⁴⁰ Do texto original em inglês.

o processo começa com o pressuposto de que o crescimento econômico seria o principal mecanismo para gerar o desenvolvimento, pois isso permitiria aumentos da demanda de trabalho, de produtividade, aumento de salários e redução dos preços para a compra de bens. Posteriormente, esperava-se que os benefícios do crescimento se expandissem rapidamente para serem desfrutados por toda a população. Não obstante, esses fatos não aconteceram e os benefícios foram concentrados nas mãos de poucos, das elites que ostentavam de poder. Nesse processo, a discussão foi passando da perspectiva do crescimento econômico para o tema do emprego, e deste para os temas de justiça, de redistribuição, de necessidades básicas e finalmente dando lugar para o desenvolvimento humano. Streeten (1995) ressalta a importância do primeiro Relatório de Desenvolvimento Humano publicado pelo PNUD em 1990, no qual se retoma como centro do debate o ser humano.

Autores como Ul Haq (1999) e Amartya Sen (2004) contribuem ao entendimento do desenvolvimento humano através de críticas a abordagens que colocam como objetivo principal o aumento da renda. Por um lado, Ul Haq (1999) argumenta que não há um elo imediato entre o crescimento econômico e o desenvolvimento humano, pois esses nexos dependem de aspectos como a qualidade e a distribuição dos benefícios, não só da quantidade. Pode-se notar que não necessariamente países mais ricos apresentam melhores indicadores de capacitações humanas. Em ocasiões, observam-se melhores posições para países com menor renda. Assim, por exemplo, segundo dados da The United Nations Children's Fund –UNICEF (2005), a Colômbia registra uma taxa de mortalidade infantil de 18 óbitos por 1000 nascimentos para o ano de 2004, enquanto o Brasil, sendo um país mais rico monetariamente do que a Colômbia (com um PIB *per capita* de 8.195 versus 7.256 dólares PPC em 2004 (PNUD, 2006)) registra uma taxa de 32 óbitos por 1000 nascimentos para o mesmo ano. Tendo em conta isso, pode-se dizer que níveis superiores de renda não constituem uma causa direta para menores privações humanas.

Por outro lado, Sen (2000) assim como Ul Haq (1999), fazem uma distinção entre meios e fins do desenvolvimento, considerando a renda como um dos meios (e não o fim) para atingir o bem-estar das pessoas. Os autores apontam que a expansão das liberdades reais das pessoas deve ser o fim do desenvolvimento. Isto significa o aumento das escolhas e oportunidades das pessoas para alcançar o que consideram valioso de acordo com o que elas podem ser e fazer e não simplesmente o aumento da renda.

Maior nível de renda nem sempre garante a ampliação das liberdades das pessoas. Às vezes, só a possibilidade de respirar ar limpo pode evitar doenças respiratórias e expandir a liberdade de contar com boa saúde. Assim, as estratégias de promoção do desenvolvimento

devem estar orientadas ao aumento de várias capacitações como a educação, a nutrição, a habitação, a saúde, a emprego, a liberdade política e participativa.

De igual forma, Sen (2000, p. 109) menciona que “a renda não é o único instrumento de geração de capacitações”. Tendo em conta esse argumento, podem-se considerar outros meios tão importantes quanto à renda para a promoção do bem-estar humano, como no caso podem ser os recursos naturais, no que concerne à água que se bebe e ao ar que se respira. Ao garantir a qualidade desses recursos, uma pessoa pode experimentar maior bem-estar do que aquele que poderia vivenciar com aumentos da renda.

Com o objetivo de distinguir a abordagem de DH do tradicional ênfase no crescimento econômico como perspectiva de renda, Ul Haq (1999) aponta quatro componentes essenciais a serem considerados no planejamento do desenvolvimento humano:

- 1) Equidade: as pessoas devem contar com igualdade de acesso às oportunidades, ou seja, partir de um ponto com iguais condições, que não implica necessariamente resultados idênticos, mas pelo menos liberdade para escolher o que é considerado como valioso. Nesse sentido, a distribuição equitativa dos ativos produtivos e da renda é importante, bem como de oportunidades de obter crédito, oportunidades políticas e igualdade de gênero.
- 2) Sustentabilidade: com este conceito o autor não se refere somente à sustentabilidade ambiental, mas sim à capacidade de se atingir um similar bem-estar humano ao passar do tempo e da importância de não gerar débitos em termos de recursos naturais, de financiamento, de educação e de vários aspectos para as gerações futuras. Trata-se de um assunto de distribuição equitativa entre as gerações atuais e futuras. É relevante destacar, mesmo que não seja a direção e o argumento a ser defendido neste estudo, que o autor considera importante o acesso equitativo à tecnologia no sentido de admitir a possibilidade de substituição dos recursos naturais. Sobre este assunto, sabe-se que certos recursos naturais não são substituíveis só pelo fato de serem importantes para algumas culturas e tradições (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT - MA, 2003).
- 3) Produtividade: sobre este assunto, Haq (1999) considera que as pessoas são ao mesmo tempo fins e meios do desenvolvimento. Desse modo, é necessário investimentos na educação para tornar mais produtivas as pessoas, ou seja, aumentar o capital humano, o qual se constitui como um meio para atingir o desenvolvimento humano.
- 4) Empoderamento: refere-se ao exercício do poder de escolha das pessoas e de participação nos diferentes processos que influem sobre seu bem-estar.

No contexto da mudança climática, esses componentes de planejamento do DH devem ser prioritários. Com as alterações climáticas, além de levantar questões sobre a garantia de equidade intergeracional, em relação à capacidade de desfrutar uma vida sem a ameaça de que o meio ambiente afete a qualidade do bem-estar, projeta-se maior desigualdade de gênero e ampliação das desigualdades entre ricos e pobres, devido às disparidades de impactos e capacidade de adaptação a choques climáticos.

A sustentabilidade do bem-estar no transcurso do tempo pode ser ameaçada, em primeiro lugar, devido à irreversibilidade e persistência da mudança climática e, em segundo lugar, devido aos impactos criarem ciclos de desvantagens sobre o bem-estar das pessoas ao longo do tempo. Assim, por exemplo, existe maior probabilidade das mulheres grávidas serem mais desnutridas quando ocorrem intensos períodos de secas, com isso, o inadequado estado de desnutrição pode ser repassado para os filhos.

De igual forma, com os choques climáticos, a produtividade das pessoas pode estar sendo restringida, pois se projetam impactos em termos de saúdes o qual pode reduzir a capacitação para trabalhar. Além disso, tendo em conta a interdependência ecológica de todas as pessoas do mundo através da atmosfera, o exercício de poder deve ser limitado. Algumas pessoas são e serão influenciadas em seu bem-estar por decisões de emissão de outras pessoas e, ainda, deparando-se com as incertezas de impactos climáticos catastróficos para o futuro.

Tendo em vista que a mudança climática pode trazer efeitos em termos do bem-estar humano, esse assunto deveria ser considerado na discussão sobre desenvolvimento humano. E para se aproximar a isso, pode-se citar a proposta de Ul Haq (1999), em relação a uma nova perspectiva para analisar o Desenvolvimento Sustentável (DS), dando prioridade a questões do bem-estar humano. Essa ênfase de Ul Haq é importante quando se consideram as críticas realizadas à tradicional visão do DS designada pelo relatório de Brundtland (WCED, 1987), questionamentos que destacam algumas ambigüidades em sua definição:

- i) Em primeiro momento, quando a definição do DS se refere a satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras, há falta de clareza em relação a quais são essas necessidades (WORLD BANK, 2003). De igual forma, é incompreensível por que se devem garantir umas necessidades do futuro quando hoje em dia existem muitas privações. Também não há entendimento sobre o que deve ser alocado a nível intergeracional, parece que a ênfase é nos recursos naturais, mas não se compreende qual é o elo entre esses recursos e o bem-estar humano. A fragilidade do meio ambiente não é um assunto de prioridade exclusiva para as gerações futuras, mas também para as pessoas do presente e, em

especial, para aqueles que dependem em maior proporção dos recursos naturais para adquirir seus meios de vida, como são as pessoas do setor rural e, também, as pessoas pobres. Atualmente os recursos naturais fragilizados restringem a realização de funcionamentos básicos humanos, comprometendo, por exemplo, a capacidade de contar com boa saúde. De acordo com Comim; Tsutsumi e Varea (2007), a questão de sustentabilidade não é só garantir a transferência de recursos naturais para as futuras gerações, mas também implica transferência de habilidades para usar esses recursos em favor de capacitações que são importantes para as pessoas. Para alcançar isso, devem ser garantidos, em primeiro momento, os funcionamentos e capacitações das pessoas que vivem no presente. Como foi apontado parágrafos acima, se uma mulher grávida estiver desnutrida, ela pode repassar seu estado de privação para seus filhos, os quais devem apresentar maior probabilidade de desnutrição, que por sua vez, devem ter comprometidos sua capacidade cognitiva e sua habilidade para alcançar outras capacitações. Comim; Tsutsumi e Varea (2007) argumentam que o DS não deve priorizar em uma base de recursos naturais, mas em elementos do desenvolvimento humano na caracterização da sustentabilidade. A sustentabilidade não refere só à preservação do meio ambiente, mas também ao cuidado de capacitações humanas.

- ii) Outra crítica da definição tradicional do DS tem a ver com a falta de entendimento dos nexos entre as dimensões que compõem o DS, bem como o peso similar associado a elas, sendo estas: a dimensão social, econômico e ambiental. Comim; Tsutsumi e Varea (2007) criticam o fato de que o DS, mesmo outorgando similar peso às três dimensões, na prática há maior ênfase no crescimento econômico, o considerando principal mecanismo para alavancar as outras duas dimensões. Não obstante, as experiências mostram o contrário. Por um lado, o crescimento econômico tem colocado a maior imposição ao meio ambiente: ter que carregar grandes quantidades de GEE acima da capacidade natural de absorção e, em consequência ter que limitar os meios de vida que as pessoas obtêm dos recursos naturais. Por outro lado, no que diz respeito à dimensão social, há evidências que comprovam que o crescimento econômico não tem sido tão eficiente no que concerne ao aumento do bem-estar humano, relacionado à expansão das capacitações (SEN, 2000; WORLD BANK, 2000).

Continuando com a visão de Ul Huq (1999), dentro de seu argumento, o meio ambiente é considerado como um meio e não como um fim. O autor considera mais

interessante em termos de ação, analisar o “Desenvolvimento Humano Sustentável”, conceito no qual as pessoas estão no centro do debate ambiental. A proposta se baseia na natureza e qualidade do crescimento econômico, nos padrões de produção e de consumo atuais e futuros e em questões distributivas. Isto com a intenção de oferecer uma operacionalização do conceito de DS que esteja na linha da preservação dos recursos naturais como meios, mas focando especialmente no bem-estar das pessoas.

Tendo em conta a perspectiva de Ul Haq (1999), no que refere ao “Desenvolvimento Humano Sustentável”, pode-se propor uma reorientação do debate da mudança climática, em uma direção na qual a preocupação principal deixa de ser relacionada com os impactos em termos econômicos, e, ao contrário, que o assunto passe a ser debatido como um tema que envolve a vida das pessoas, de quanto elas conseguem ser e fazer diante do risco de choques climáticos. É neste contexto que se insere esta dissertação, querendo identificar e caracterizar os processos pelos quais a mudança climática afeta o desenvolvimento humano.

Com esse interesse, considera-se importante a proposta de Ul Haq (1999), que provê parte da base teórica relevante ao DH, a qual lida em conjunção com os fundamentos filosóficos dados por Amartya Sen, principal teórico utilizado nesta dissertação, cuja abordagem será apresentada na seguinte seção. Cabe lembrar que ambos foram os fundadores do Relatório de Desenvolvimento Humano publicado pelo PNUD e, a partir do qual, foi elaborado o Índice de Desenvolvimento Humano, instrumento que ganhou importância no diálogo sobre política nessa área.

3.1.1 Abordagem das Capacitações

Amartya Sen (1984, 1985, 2000, 2001 2004) apresenta a Abordagem das Capacitações (doravante AC) como alicerce da visão sobre DH. Para este autor, o DH está associado com o aumento do potencial humano e com um “processo de expansão das liberdades reais que as pessoas desfrutam” (2000, p. 52). Isto significa a ampliação das escolhas e oportunidades para as pessoas levarem o tipo de vida que valorizam a partir do que elas podem ser e fazer. As pessoas podem considerar valioso contar com boa saúde, ter uma vida longa, assim como, realizar atividade como o trabalho, participar na comunidade etc.

Para Sen (2000), a expansão das liberdades representa simultaneamente tanto um “fim” em si mesmo como um “meio” para atingir o desenvolvimento. A liberdade como

“fim”, exerce um “papel constitutivo” através do qual se concede valor intrínseco à vida humana. Logo, a vida das pessoas deve ser o objetivo primordial do desenvolvimento, independente do que elas possam gerar em termos econômicos. Ser livre de doenças ou do analfabetismo é relevante não só pelo que representa como capital humano no crescimento econômico, mas também pela vida das pessoas, da sua dignidade, felicidade e auto-estima. Assim, considera-se importante evitar privações como a subnutrição, a mortalidade infantil, as doenças ou qualquer circunstância que afete a vida dos indivíduos, reduzindo a capacidade para funcionar adequadamente.

Ao mesmo tempo, as liberdades representam os “meios” que as pessoas dispõem para ampliar ainda mais suas liberdades e alcançar seu bem-estar. Elas desempenham o “papel instrumental”, que concerne a direitos, intitamentos e oportunidades que promovem a expansão do DH. Nesse sentido, Sen (2000, p. 55) aponta cinco formas de liberdade como instrumentos que atuam de forma interligada para ampliar as potencialidades dos indivíduos: i) liberdade política, para votar e eleger, opinar e reclamar; ii) facilidades econômicas para ter acesso a recursos, trocar e consumir; iii) oportunidades sociais através da educação, boa saúde e, assim, interagir com os outros membros da sociedade; iv) garantia de transparência para poder confiar e oferecer confiança; v) segurança protetora para reduzir a vulnerabilidade e riscos frente a guerras, epidemias e incerteza de eventos externos. Adicionalmente, pode-se sugerir um sexto instrumento de expansão do desenvolvimento humano, referente aos recursos e sistemas do meio ambiente, um meio que não é explicitamente mencionado por Sen, mas que é tão importante quanto os outros na promoção de elementos básico das pessoas, por tratar-se de questões como a garantia da água que se bebe ou do ar que se respira.

Sen (2000, p.54) realça a qualidade de “eficácia” da liberdade como meio, pois “diferentes tipos de liberdades apresentam inter-relação entre si, e um tipo de liberdade pode contribuir imensamente para promover liberdades de outros tipos”. Por exemplo, maior acesso a serviços de saúde reduz a vulnerabilidade de sofrer epidemias e aumenta a segurança protetora. Ao mesmo tempo, melhores condições de saúde dos indivíduos aumentam as oportunidades sociais de interagir, assim como a possibilidade de trabalhar e acessar a maiores facilidades econômicas. Sen (2000, p. 71) menciona que “o processo de desenvolvimento é crucialmente influenciado por essas inter-relações”. No entanto, esses instrumentos podem ser diminuídos pela ausência de liberdade democrática, pela restrição de direitos, pela desigualdade no acesso ao sistema de saúde e educação, desigualdade na distribuição de alimentos e riquezas, degradação do meio ambiente e limitação no acesso à

água e saneamento básico. Além disso, no contexto da mudança climática, pode-se afirmar que seus efeitos representam uma ameaça para a liberdade como *meio* no que diz respeito à segurança protetora contra epidemias e choques climáticos, bem como no uso dos recursos naturais como meios de sustento das pessoas. Igualmente, ao considerar a interligação dos instrumentos citados, as alterações climáticas são uma ameaça para todos eles.

Segundo Comim *et al.* (2006), a visão de DH proposta por Sen é importante dada a eficácia das capacitações como base normativa do desenvolvimento e, também, dada a amplitude do espaço informacional na avaliação do bem-estar, já que integra vários elementos de medida das liberdades concretas que gozam os indivíduos e não se restringe a unidades de julgamento, como a renda ou a utilidade de bens e recursos que possa usufruir os indivíduos ou necessidades básicas que possam satisfazer. Nessa linha, Sen (2001, p. 82) menciona que “a perspectiva da capacitação fornece um reconhecimento mais complexo da variedade de maneiras sob as quais as vidas podem ser enriquecidas ou empobrecidas”.

Martinetti (2000), por outro lado, realça a superioridade da abordagem das capacitações na avaliação do bem-estar, ao contemplar elementos de medida (funcionamentos e as capacitações) que permitem capturar dimensões relevantes dos seres humanos. Dimensões que não são capturadas por medidas monetárias, como por exemplo, o PIB *per capita*. Martinetti (2000, p. 3) argumenta que as medidas monetárias não refletem a qualidade de vida das pessoas porque estas não descrevem o que elas são capazes de alcançar com os recursos disponíveis. Em relação à AC a autora destaca que “é uma maneira radicalmente diferente para conceber o significado de bem-estar”⁴¹.

3.1.1.1 Base informacional da avaliação do bem-estar: Funcionamentos e Capacitações

A AC fundamentada por Sen (2000; 2001; 2004;), chama a atenção à pluralidade de dimensões que integra a avaliação do bem-estar e critica os enfoques que a reduzem a uma única dimensão, representada na satisfação e utilidade que a renda e ou outros recursos e bens podem oferecer ao homem. Basicamente, a perspectiva das capacitações do Sen, surge como crítica a teorias como o Utilitarismo, a teoria Rawlsiana dos bens primários, necessidades básicas, visões de liberdades formais e libertarismo e perspectivas de renda (COMIM *et al.*,

⁴¹ Do texto original em inglês.

2006). Sobre essas teorias, Sen (2000) salienta as dificuldades e o restrito espaço informacional⁴² para estabelecer juízos avaliatórios sobre o bem-estar humano (Ver APÊNDICE C uma crítica de Sen a outras abordagens).

De acordo com Sen (2001), o espaço informacional para a avaliação do bem-estar deve compreender um conjunto de “funcionamentos” ou elementos constitutivos do ser das pessoas, que representam estados e ações dos indivíduos (“beings and doings”), como estar adequadamente nutrido, estar livre de doenças, livre de mortalidade prematura, livre para participar e trabalhar, entre outros. Nas palavras de Sen (2004, p. 5): “Um funcionamento é uma realização de uma pessoa: que ele ou ela gerencia para fazer ou ser, e qualquer funcionamento reflete, de certo modo, parte do estado da pessoa”⁴³.

Adicional aos funcionamentos, Sen (2000, 2001) define os conceitos de “capacitações” e “conjunto capacitário”. As “capacitações” refletem a liberdade real para realizar diferentes combinações e alternativas de funcionamentos que são factíveis de alcançar. Sen (2001, p. 89) salienta que “Na medida que os funcionamentos são constitutivos do bem-estar, a capacitação representa a liberdade de uma pessoa para realizar bem-estar”.

O anterior significa que, enquanto os funcionamentos mostram os estados já realizados pelas pessoas, ou seja, se os indivíduos de fato estão bem nutridos e se estão efetivamente desfrutando de boa saúde, as capacitações indicam em que medida as pessoas são capazes de estar adequadamente nutrida ou se são capazes de desfrutar de boa saúde. Desse modo, as capacitações concedem valor tanto ao processo seguido pela pessoa para alcançar seus objetivos, quanto à realização final do conjunto de estados ou ações.

O “conjunto de capacitações”, por outro lado, representa o grau de liberdade para escolher a combinação de funcionamentos que é valiosa entre varias opções. Segundo Sen (2000, p. 96), é diferente escolher entre varias opções a ter que aceitar uma única opção disponível, assim “Jejuar não é a mesma coisa que ser forçado a passar fome. Ter a opção de comer faz com que jejuar seja o que é: escolher não comer quando se poderia ter comido”

O conjunto capacitário, diferentemente das capacitações, reflete a liberdade que um indivíduo exerce para “escolher”, entre varias opções, a combinação de funcionamentos que valora e deseja para sua vida. É importante destacar que se uma pessoa não conta com alternativas de escolha, seu bem-estar esta sendo limitado ainda que a realização de funcionamentos seja considerada como boa.

⁴² Espaço informacional refere-se a uma base informacional para juízos avaliatórios (SEN, 2000, p. 74)

⁴³ Do texto original em inglês.

A conexão das capacitações como imagem do bem-estar das pessoas é elucidada por Sen (2001, p. 80-81) em dois pontos. Em primeiro lugar, se os funcionamentos realizados mostram parte do estado das pessoas, então a capacitação para realizar funcionamentos representa as liberdades e as oportunidades reais de que dispõem para obter o bem-estar. Nesse sentido, a “liberdade de bem-estar” (“well-being freedom”) é valorada por razões instrumentais e também por sua importância intrínseca como estrutura social e relevante para análises de ética e de política. Se a capacitação de uma pessoa aumentar, isso vai refletir para todos aqueles que estiverem a sua volta e para a sociedade.

Em segunda instância, a oportunidade de “escolha” que efetivamente opera a pessoa, é o que determina que uma vida seja melhor do que a outra, pois isto representa parte da capacidade para funcionar e do qual depende a realização do bem-estar. Em outras palavras, o bem-estar depende da extensão da liberdade de escolha. Nesse sentido, se consideram os critérios valorativos das pessoas do que elas julgam como melhor para suas vidas. Sobre isso último, Sen (2001, p. 81) coloca que “Escolher pode em si ser uma parte valiosa do viver, e uma vida de escolha genuína com opções representativas pode ser concebida – por essa razão – como mais rica. Nesta concepção, pelo menos alguns tipos de capacidades contribuem diretamente para o bem-estar, tornando a vida de uma pessoa mais rica de oportunidades de escolha refletida”.

A partir da perspectiva seniana, o funcionamento atingido por uma pessoa não é o único relevante para refletir o bem-estar, mas também a capacidade de escolher e discriminar entre possíveis estilos de vida que a pessoa valoriza (COMIM, 2001). Essa ênfase na liberdade de escolha reflete o aspecto da agência o qual se refere à autonomia da pessoa para buscar seus próprios objetivos e valores (SEN, 2001).

A importância de um espaço avaliatório do bem-estar amplo esta ligada à possibilidade de usar os funcionamentos e as capacitações para realizar comparações interpessoais e, por conseguinte, para definir critérios de desigualdades de bem-estar entre os indivíduos. A AC considera a heterogeneidade dos seres humanos e a diversidade de ambientes e de múltiplas condições que tornam diferentes os indivíduos em relação à capacidade de conversão dos recursos dentro da realização pessoal que se deseja. Por exemplo, se duas pessoas dispõem da mesma quantidade de alimentos, isso não significa que elas tenham a mesma capacidade de estar adequadamente nutridas, pois isto varia de acordo com o metabolismo de cada pessoa, da idade, do gênero e até das condições climáticas (SEN, 2000). Ou seja, a posse da mesma quantidade de bens e de recursos não garante que todos os

indivíduos alcancem idêntico nível de bem-estar, ou ainda, a posse dos bens não reflete a real liberdade da pessoa para escolher um estilo de vida ou outro.

Segundo Sen (2001), as comparações de bem-estar entre indivíduos não devem ser reduzidas a um espaço em particular, como a renda ou os bens primários. As comparações de bem-estar devem ser feitas em um cenário mais abrangente, considerando a “pluralidade de espaços” que, em primeiro lugar, refletem as diferenças de qualidades pessoais como habilidades, talentos, idade, gênero, condições físicas de propensão de doenças, entre outras, e, em segundo lugar, mostram a diversidade de circunstâncias externas que afetam os indivíduos, como as condições econômicas, políticas, sociais e, inclusive, a dotação e o estado dos recursos naturais e as condições climáticas. Essa diversidade é o que determina o que as pessoas podem ser e fazer e, portanto, faz com que as pessoas tenham diferentes oportunidades e capacitações para alcançar seu bem-estar.

Considerar o bem-estar humano desde uma perspectiva mais ampla permite levantar questões em varias direções, por exemplo, em relação a como a mudança climática pode privar as capacitações dos homens e impor limitações ao bem-estar humano. Assim como argumenta Comim *et al.* (2006, p. 8-9), “Essa perspectiva ampla possibilita que ela possa ser utilizada em vários campos de pesquisa, como pobreza, desigualdade, desenvolvimento, economia do bem-estar, filosofia política, justiça, arranjos sociais, padrões de vida e política social”. Desse modo, por que não utilizar esta perspectiva mais ampla para a análise do bem-estar humano dentro do contexto da mudança climática?

Uma abordagem mais ampla do desenvolvimento humano, como a fundamentada por Amartya Sen, reconhece conjuntamente a pluralidade de espaços avaliatórios do bem-estar, dentro dos quais, além da renda ou dos bens primários, encontra-se o espaço avaliatório que define a dependência do homem sobre os recursos do meio ambiente. Na análise do bem-estar humano é possível incorporar as diversas formas em que as pessoas dependem dos recursos naturais para viver e as oportunidades que eles oferecem para expandir as capacitações dos indivíduos. Não obstante, estes aspectos têm sido pouco explorados.

A integridade do meio ambiente pode oferecer à pessoa a oportunidade de estar bem nutrido, de desfrutar de boa saúde, de evitar epidemias, como a malária e a dengue, de se sentir seguro, bem como permite a diversificação dos meios de subsistência e a continuação de tradições e culturas. Além do que o meio ambiente possa oferecer, ele representa o suporte para a vida, o “fim” em si mesmo. Por tal motivo, e tendo em conta que o sistema climático faz parte do ambiente natural, o debate sobre o bem-estar humano não pode ignorar questões sobre a mudança climática.

As alterações climáticas constituem uma ameaça para a futura expansão das liberdades das pessoas e se convertem na armadilha para o retrocesso do DH (PNUD, 2007). Assim sendo, é importante que se reconheçam as diversas formas e processo em que mudança climática influencia os funcionamentos e capacitações das pessoas. As mudanças do clima podem intervir em funcionamentos como a saúde, a educação, a longevidade das pessoas e também na capacidade dos indivíduos de alcançar e escolher a combinação de funcionamentos que eles valoram.

Desse modo, e com a intenção de estabelecer as relações entre a mudança climática e o desenvolvimento humano, a seguir, apresentam-se algumas afirmações a serem elucidadas na análise de impactos:

- a) A mudança climática pode afetar diretamente a vida das pessoas (o “fim” em si mesmo), elevando a mortalidade e morbidade causada pelo aumento da temperatura e maior frequência e intensidade de eventos extremos como inundações, secas e tormentas.
- b) Indiretamente, as alterações climáticas afetam os elementos constitutivos e a capacitação para funcionar dos seres humanos, colocando em risco a saúde e os meios de subsistências dos indivíduos, através dos impactos sobre os serviços dos ecossistemas e dos quais as pessoas dependem para viver. Assim, espera-se que, relacionado a eventos climáticos, haja maior desnutrição devido aos impactos sobre o solo e a produção agrícola, o aumento de doenças relacionadas a crises da água e redução dos ativos de sobrevivência devido aos impactos sobre a biodiversidade e em todos os recursos naturais.
- c) A mudança climática também deve reduzir as liberdades “como meio”, pois reduz os direitos e intitamentos das pessoas e, portanto, diminui os instrumentos que promovem o DH. Impede desfrutar do direito a um ar e um ambiente limpo, a contar com um mínimo de disponibilidade de água fresca, a estar bem nutrido e contar com boa saúde. Igualmente, reduz os rendimentos econômicos, com maior impacto sobre a população rural, diminui a segurança frente a epidemias e eventos externos e pode levar ao desaparecimento de tradições e culturas. Os funcionamentos do “ser” e “fazer” das pessoas estão em risco diante dos choques climáticos e, assim, estão reduzidas as alternativas de escolha dos indivíduos.

3.2 ESTRUTURA ANALÍTICA PARA A CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTOS DA MUDANÇA CLIMÁTICA SOBRE O DESENVOLVIMENTO HUMANO.

Os efeitos da mudança climática são classificados em diferentes formas pelos distintos relatórios e estudos. O IPCC (2001b e 2007a), por exemplo, faz uma classificação dos impactos em duas categorias: a) sistemas naturais ou ambientais e b) sistemas humanos. Dentro dessas categorias, encontram-se impactos referentes: 1) recursos hídricos; 2) agricultura e segurança alimentícias; 3) ecossistemas terrestres e de água doce; 4) ecossistemas marinhos e de zonas costeiras; 5) assentamentos humanos, energia e indústria; 6) seguros e outros serviços; 7) saúde humana. Essa classificação, no entanto, não analisa diretamente as implicações desses efeitos sobre capacitações das pessoas e seu desenvolvimento. A intenção do IPCC é fornecer uma avaliação geral apresentando uma categorização por setores.

Com uma lógica diferenciada, o relatório Stern Review (2006) apresenta uma classificação de impactos considerando: a) vidas das pessoas; b) meio ambiente; e c) perspectivas de crescimento e desenvolvimento, para o qual avalia os impactos segundo os seguintes aspectos: 1) água; 2) alimento; 3) saúde; 4) infra-estrutura; 5) ambiente. A diferença de outros estudos, o referido relatório aponta uma categorização dos efeitos da mudança climática especificamente para os países em desenvolvimento, sendo assim: 1) saúde; 2) “livelihoods”; e 3) crescimento econômico. A partir disso, o relatório Stern (2006), diferente do IPCC, estabelece o elo entre a mudança climática e suas consequências sobre o crescimento e o desenvolvimento econômico.

Já o RDH 2007/2008 (PNUD, 2007), levanta uma discussão específica em relação aos impactos da mudança climática sobre o bem-estar humano e define cinco multiplicadores de riscos ou mecanismos de transmissão, através dos quais, as alterações climáticas revertem o desenvolvimento humano. Estes mecanismos são: i) produção agrícola e segurança alimentar; ii) crises nos recursos hídricos; iii) aumento do nível do mar e exposição a eventos extremos; iv) ecossistemas e biodiversidade; e v) saúde humana.

Como é possível notar, diferentes propostas de classificações e categorização de impactos da mudança climática são apresentadas de forma abrangente, isto pelo fato de ser um fenômeno de escala espacial e temporal muito ampla e na qual interferem múltiplos fatores. A problemática das alterações climáticas tem sido analisada desde diferentes

perspectivas, como, por exemplo, em relação a seus efeitos no comércio interno ou internacional, em questões distributivas e de equidade (CLAUSSEN & MCNEILLY, 1998; MENDELSON *et al.*, 2006), no crescimento econômico ou em aspectos só ambientais. Contudo, dentro da literatura há pouco em relação aos nexos entre a mudança climática e o desenvolvimento humano, sendo até o momento o RDH 2007/2008 um dos mais importantes estudos com aval internacional que os discute. Por tal motivo, a seguir, pretende-se indicar uma estrutura de análise alternativa para estabelecer e caracterizar as relações entre a mudança climática e os componentes do bem-estar humano.

Para sistematizar os elos entre mudança climática e desenvolvimento humano, utilizam-se como base os fundamentos da abordagem das capacitações, assim como a estrutura conceitual e metodológica da Avaliação do Milênio dos Ecossistemas (MA), no que concernem às conexões do bem-estar humano com os serviços dos ecossistemas (provisão, regulação, suporte e cultura).

Na Figura 7, apresenta-se parte da estrutura que se seguirá em procura dos nexos. Em primeiro momento, adota-se a classificação dos componentes da mudança climática segundo o IPCC (2001a) (conforme o Quadro 1, do primeiro capítulo) e os quais são categorizados de acordo com dois tipos de *stress* ou perturbação climática. Portanto, os riscos da mudança climática estão associados ao aumento da temperatura e do nível do mar, derretimento da criosfera e aumento da frequência e intensidade de eventos extremos.

Em segunda instância, identifica-se a existência ou não de mecanismos associativos, ou seja, de elementos chaves através dos quais é possível inferir o tipo de ligações diretas ou indiretas entre os componentes da mudança climática e o bem-estar humano.

A estrutura aqui apresentada propõe como mecanismos associativos os recursos naturais e os serviços dos ecossistemas, dada à relação de dependência do ser humano sobre os mesmos (este ponto será argumentado na próxima seção). Tendo em conta que a mudança climática pode afetar, em primeiro momento, os recursos e sistemas naturais, pode-se dizer que, conseqüentemente, ela também pode afetar indiretamente as capacitações humanas. Por exemplo, as pessoas podem ser afetadas na medida em que os aumentos da temperatura alteram a qualidade da água, recurso indispensável para o consumo e sustento da vida humana. Desse modo, os recursos naturais são considerados os meios através dos quais as alterações climáticas influenciam indiretamente o desenvolvimento humano.

É importante destacar que os mecanismos associativos são diferentes aos mecanismos de transmissão definidos pelo RDH 2007/2008 (PNUD, 2007). O RDH apresenta as categorias de transmissão de forma agregada entre os elementos ambientais e os componentes

humanos. Assim por exemplo, ele define como sendo os mecanismos de transmissão tanto os recursos hídricos quanto a saúde humana. Ao invés, a estrutura aqui apresentada, separa os sistemas ambientais dos humanos, analisando separadamente e em primeiro momento os impactos sobre os recursos naturais (água, solo e biodiversidade) e, posteriormente, relacionando-os com os constituintes do bem-estar, entre os que estão a saúde, a segurança, os meios de subsistência e as relações sociais.

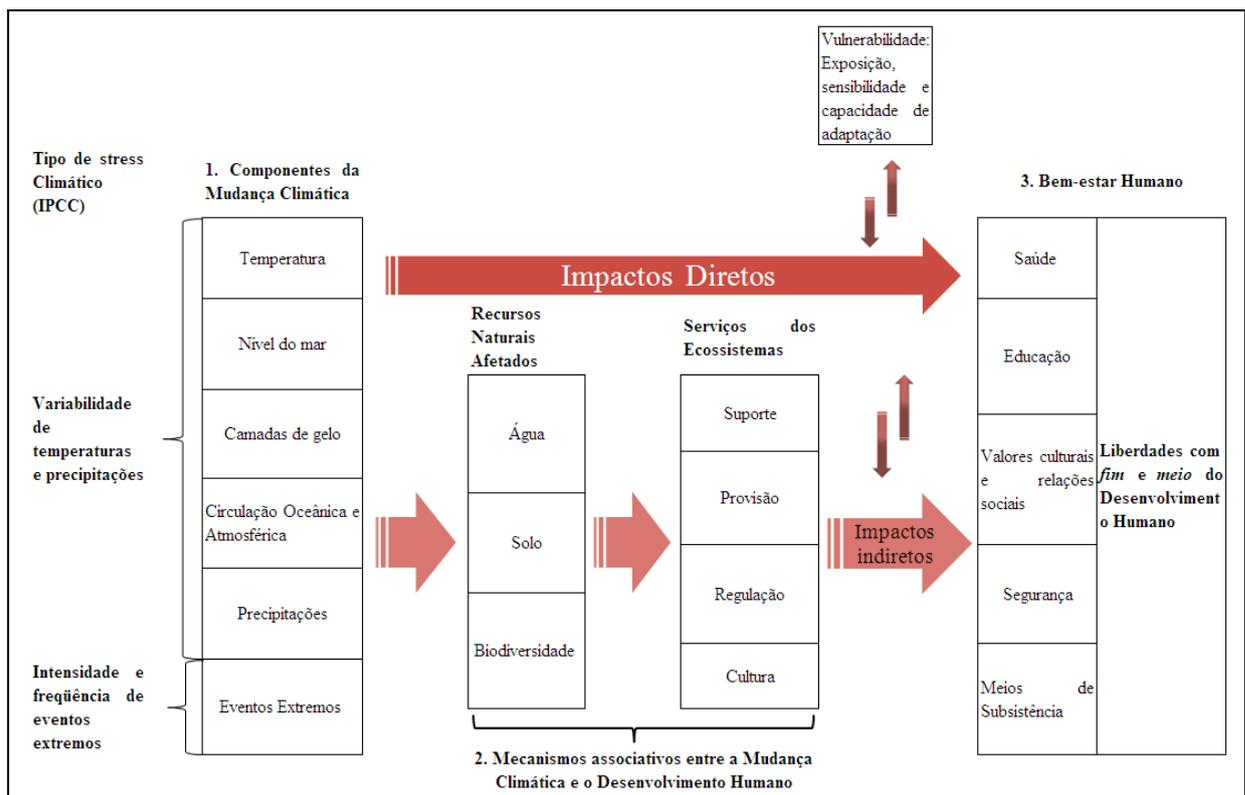


Figura 7 - Relações diretas e indiretas da mudança climática e o desenvolvimento humano.

Fonte: Elaborado pela autora

Na estrutura analítica, definem-se relações diretas como aquelas nas quais não interfere nenhum outro elemento ou mecanismo entre a ocorrência de um evento e seu impacto sobre o *status* de bem-estar humano, ou seja, o homem encontra-se em contato direto com o *stress* climático. Na Figura 7, estas relações podem ser representadas pela seta contínua que se estende desde os componentes climáticos até os componentes do bem-estar humano. Nesse caso, verificam-se os impactos sobre os constituintes de saúde e capacidade de viver das pessoas, avaliado por indicadores de morbidade e mortalidade. Por exemplo, mortes ou doenças causadas por excesso de calor ou por eventos como ciclones e furacões.

Por outro lado, as relações indiretas são aquelas que apresentam um elemento que interliga as duas dimensões, mudança climática e bem-estar humano e esse elemento que

intervém é denominado como mecanismo associativo que representam recursos naturais como o solo, a água e a biodiversidade e seus respectivos serviços dos ecossistemas: produção, regulação, suporte e cultura (ver próxima seção). Como se observa na figura 7, um evento climático pode afetar (negativamente ou positivamente) o bem-estar humano na medida que modifica o estado de algum recurso e serviço do qual o ser humano depende para viver. Essas relações indiretas são representadas através das setas descontinuas na figura. Os efeitos da mudança climática sobre os recursos naturais e os serviços dos ecossistemas são apresentados no capítulo 3.

Em terceiro momento, são classificados os componentes do bem-estar humano de acordo com a definição de liberdades como “fim” e “meio” do desenvolvimento humano, fundamentadas por Amartya Sen. Entre as liberdades como “fim” se incluem as dimensões de saúde, educação, valores culturais e as relações sociais. Por outro lado, nas liberdades como meio são considerados a segurança protetora e os meios de subsistência. A definição desses componentes é discutida na última seção deste capítulo.

Por último, na estrutura de impactos diretos e indiretos, considera-se a interação com fatores de vulnerabilidade, representados na figura 7 pelas setas descendo e subindo. A vulnerabilidade se refere à incapacidade de lidar com os riscos climáticos, comprometendo o bem-estar humano em longo prazo (PNUD, 2007). O Relatório Stern (2006) classifica a vulnerabilidade em termos de exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação. A exposição tem a ver com a localização geográfica. A sensibilidade se define de acordo com o grau de dependência na agricultura e nos serviços dos ecossistemas. A capacidade de ajustamento se relaciona com aspectos de pobreza, *status* de saúde, educação, acesso à água e ao saneamento básico, acesso à informação e ao seguro de proteção social. Tendo em conta esses aspectos, uma pessoa é mais vulnerável quando apresenta maior exposição a perturbações climáticas. Neste caso, podem-se considerar as pessoas que vivem em áreas rurais e da região dos trópicos, já que as evidências do IPCC apontam maiores riscos climáticos nessas áreas, tais como: secas, enchentes e tempestades de vento. Igualmente, frente ao risco de aumentos do nível do mar, há maior vulnerabilidade nos indivíduos que vivem nas zonas costeiras. Por outro lado, é possível distinguir o grau de impactos, quando se considera a dependência das pessoas sobre os recursos naturais, sendo a maior preocupação com respeito às pessoas pobres e do setor rural. A vulnerabilidade também é definida pelas opções que as pessoas contam para se ajustar ou se adaptar aos choques climáticos, essas opções são determinadas pelos níveis de pobreza, entre outros aspectos sociais, econômicos, políticos e institucionais. Esses fatores de vulnerabilidade são relevantes na análise de

impactos, já que permitem estabelecer diferenças de efeitos entre países e regiões desenvolvidas e em desenvolvimento. Também permitem elucidar por que algumas pessoas podem experimentar impactos mais ou menos intensos sobre suas capacitações humanas, daí a importância de que sejam considerados na estrutura.

3.2.1 Mecanismos associativos

Os choques climáticos podem modificar o estado dos recursos naturais e a funcionalidade dos ecossistemas. Conseqüentemente, a mudança dos serviços dos ecossistemas pode alterar o *status* de bem-estar desfrutado pelo homem. Portanto, as alterações climáticas ameaçam o bem-estar humano na medida que afeta os serviços dos ecossistemas e dos quais as pessoas dependem para viver e expandir suas capacitações. Desse modo, os recursos naturais e os serviços dos ecossistemas, convertem-se nos mecanismos associativos que definem os elos indiretos entre os impactos da mudança climática e o desenvolvimento humano.

A aceção de mecanismo associativo é argumentada com base na Avaliação do Milênio de Ecossistemas (MA), a qual fornece uma estrutura conceitual e metodológica com alguns traços de semelhança à abordagem do DH de Amartya Sen, utilizada para avaliar os elos entre o bem-estar humano e o meio ambiente.

Como estratégia para estabelecer esses nexos, a MA (2003) aplica o conceito de ecossistemas apontado pela CDB, o qual o define como “um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e microorganismos e do meio ambiente não-vivo interagindo como uma unidade funcional. Os humanos são uma parte integral dos ecossistemas” (MA, 2003 p. 49).

Segundo a MA (2003), a importância dessa definição deve-se a que está associada com uma estrutura de processos, funções e interações entre os organismos e seu ambiente e a qual reconhece o homem como um dos componentes. Isto significa que o ecossistema constitui um sistema dinâmico e, como tal, avalia-se a partir do adequado funcionamento e interação entre suas partes o qual inclui a influência mútua com o homem.

A partir disso, a MA (2003) aponta uma estrutura conceitual que assume a interação dinâmica entre as pessoas e os ecossistemas. Nessa interação, assim como o homem pode afetar os ecossistemas via emissão de GEE, estes por sua vez, podem afetar os constituintes

do bem-estar humano. Nesse sentido, a MA (2003) centra sua atenção nas ligações entre as pessoas e os ecossistemas e examina as diferentes formas como os ecossistemas podem expandir ou restringir o bem-estar humano.

De acordo com a abordagem da MA (2003), os seres humanos se beneficiam dos serviços que os ecossistemas oferecem, de tal forma que a expansão ou redução do bem-estar humano depende da capacidade dos ecossistemas em proporcionar esses serviços. Portanto, é importante que seja discutido como a mudança climática altera o funcionamento dos ecossistemas e como coloca em risco a prestação de seus serviços.

A MA (2003) define os serviços dos ecossistemas como os benefícios materiais e não materiais que as pessoas obtêm dos ecossistemas e os classifica como serviços de produção, suporte, regulação e cultura.

- O serviço de produção permite o abastecimento de alimentos de origem agrícola, animal e da floresta. Permite o provisionamento de água fresca para o consumo e a irrigação, a provisão de energia em forma de madeira e recursos fósseis, a provisão de plantas medicinais, essências e fibras utilizadas para a construção de vivendas, utensílios e vestuário.
- O serviço de regulação corresponde a todos os ciclos e processos realizados pelos ecossistemas para manter o adequado funcionamento dos mesmos, isso compreende a purificação da água, o controle da erosão, a regulação do clima para manter o equilíbrio da temperatura, das precipitações e dos fenômenos naturais do clima e o controle de pestes e doenças que reproduzem organismos patogênicos como o mosquito que transmite a dengue e a malária.
- Os serviços culturais dos ecossistemas representam os benefícios não materiais que recebem as pessoas, como fonte de inspiração, recreação e enriquecimento espiritual.
- Por último, o serviço de suporte possibilita a produção dos outros serviços dos ecossistemas. Ele representa o suporte da vida mesma, pois permite a formação do solo, a produção primária, a produção de oxigênio, entre outros (MA, 2003). A descrição de impactos sobre os recursos naturais e os serviços dos ecossistemas que eles compõem será tema de discussão do capítulo 3.

Os serviços dos ecossistemas são essenciais para os seres humanos. Portanto, os elementos constitutivos do ser e fazer das pessoas dependem, além de outros fatores não ambientais, da capacidade dos ecossistemas em prestar provisionamento, regulação, suporte

e cultura. Além disso, a integridade dos ecossistemas oferece às pessoas a oportunidade de ampliar as capacitações para funcionar adequadamente.

É importante ressaltar que a MA (2003) define a mudança climática como um dos fatores diretos através dos quais é modificada a prestação dos serviços dos ecossistemas. Desta forma, somado ao nexos dos serviços dos ecossistemas na expansão do bem-estar humano, permite-se inferir que as alterações climáticas afetam indiretamente os constituintes do bem-estar humano, na medida que altera a capacidade dos ecossistemas em oferecer serviços de provisão, regulação, suporte e cultura e dos quais as pessoas dependem para viver e ampliar suas múltiplas dimensões de funcionamentos e capacitações.

Uma análise preliminar dos elos entre a mudança climática e desenvolvimento humano sugere a provisão da água como um mecanismo importante para a sobrevivência dos seres humanos. O aquecimento global gera pressão sobre os recursos hídricos, causando sua escassez e sua contaminação (serviço de regulação). Por sua vez, os recursos hídricos são indispensáveis para o sustento da vida humana, para os animais, para a agricultura e, em geral, para o sustento dos ecossistemas e do meio ambiente (serviço de provisão). Com a contaminação da água, propicia-se a propagação de doenças, sendo este, o principal vetor que gera a maior mortalidade infantil dentre todas as causas (RDH, 2006). Assim, tanto a poluição quanto a escassez dos recursos hídricos estão relacionados com a deterioração do estado de saúde da população e da limitada qualidade de bem-estar humano.

Por outro lado, as alterações climáticas, responsáveis de intensos períodos de seca ou de chuva, podem agravar ainda mais os problemas de erosão e desertificação do solo, o qual, por sua vez, pode incrementar a probabilidade de escassez de alimentos. Em consequência, deve aumentar o risco dos indivíduos mais pobres a estados de desnutrição. Além disso, as pessoas podem se separar com conflitos sobre esses recursos, enfrentando deslocamentos de populações e redução dos meios de subsistência.

Por último, a perda de biodiversidade, intensificada pelo aquecimento global, deve alterar a prestação dos serviços de regulação, levando à redução da capacidade reprodutiva das espécies e ao aumento dos riscos de extinção. Igualmente, a deficiência da regulação dos ecossistemas deve promover novas doenças, pestes, parasitas e a intrusão de espécies invasoras. Ademais, diminui os fluxos de água dos rios e reduz a variedade de plantas. Dessa forma, as capacitações humanas podem estar ameaçadas dada a redução de plantas medicinais, madeira para cozinhar e se aquecer, alimentos, redução de água e aumento de vetores de transmissão de doenças infecciosas.

No contexto da mudança climática, é importante destacar como componentes do bem-podem ser privados através das condições dos ecossistemas, já que isso permite inferir a dinâmica dos impactos indiretos das alterações climáticas sobre o DH, assim como, permite sustentar a aceção de mecanismos associativos.

Uma visão mais clara dos mecanismos associativos (recursos naturais e seus respectivos serviços dos ecossistemas) entre a mudança climática e o bem-estar humano é apresentada através de uma análise dos elos entre a pobreza e os serviços dos ecossistemas, assunto que é discutido na seguinte seção.

3.2.1.1 Nexos entre pobreza e serviços dos ecossistemas

De acordo com Duraiappah (2005), a pobreza pode estar associada com a inadequada prestação dos serviços dos ecossistemas. O autor argumenta que as pessoas pobres dependem em maior proporção dos serviços dos ecossistemas para viver, já que parte da população pobre se encontra localizada em zonas rurais.

Tendo em conta um mapeamento dos links entre a pobreza e o meio ambiente para Ruanda (África), Garadi e Twesigye-Bakwatsa (2005, p.6) apontam que os pobres são mais prejudicados pela degradação ambiental devido à maior dependência sobre os recursos naturais, à vulnerabilidade frente a doenças relacionadas ao ambiente, e à maior exposição dos pobres a desastres ambientais como inundações, persistentes secas e deslizamentos de terra.

Além das pessoas pobres serem mais dependentes dos serviços dos ecossistemas e, portanto, mais vulneráveis às mudanças que ocorrem nos mesmos, eles moram em zonas marginais com deficiente infra-estrutura física para a provisão da água potável, serviço de esgoto, tratamento de lixo e oferta de alimento. Ainda, os pobres dispõem de mínimos recursos financeiros para pagar água tratada e se obrigam a consumir águas diretas dos rios, mesmo estando contaminada. Além disso, as pessoas pobres apresentam menores condições de habitação, defrontando maiores risco de secas, inundações e outros eventos extremos (UNEP-UNDP-GOVERNMENT OF RWANDA - GOR, 2007).

Os funcionamentos elementares das pessoas bem como os meios de subsistência podem estar ameaçados pelas más condições dos ecossistemas, por não dispor de algum tipo de planta medicinal, por reduzir a madeira utilizada para cozinhar e receber calor, por contar

com água e ar contaminado, por reduzir espaços de recreação e gerar perdas de costumes e tradições.

A partir de correlações com dados para países do mundo, mostram-se alguns indícios dessas relações (ver gráficos 5 e 6) (COMIM, 2008). Por exemplo, há uma aparente relação negativa entre o acesso a água e o estado de desnutrição, ou seja, países com menor acesso a água tratada apresentam maior porcentagem de pessoas sofrendo de desnutrição. Por outro lado, países com maior dependência em energia tradicional como a madeira, tendem a estar com maior porcentagem de pessoas desnutridas.

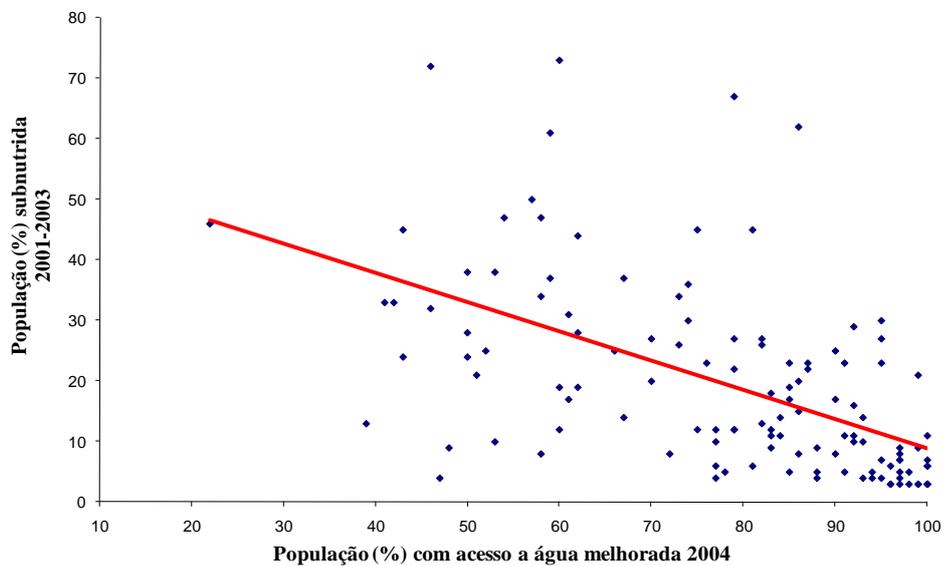


Gráfico 5 - Correlação entre pessoas subnutridas e acesso a água melhorada em 2004
Fonte: Comim, 2008, p. 8.

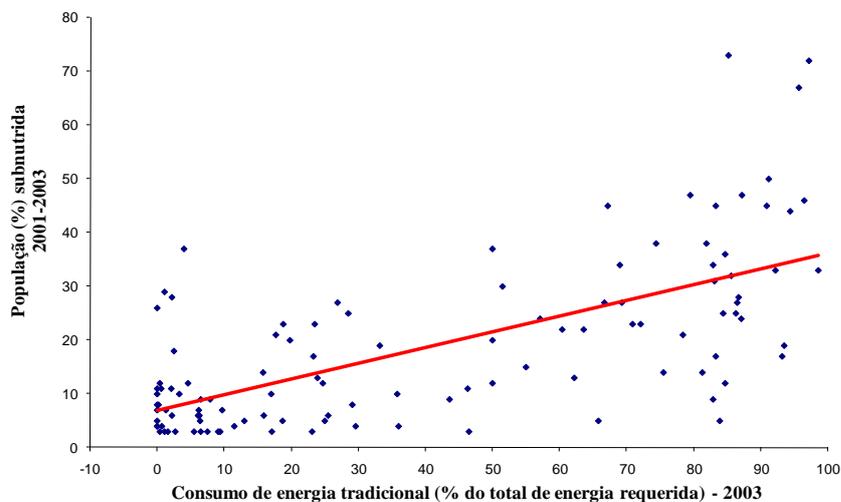


Gráfico 6 - Correlação entre pessoas subnutridas e consumo de energia tradicional 2004
Fonte: Comim, 2008, p. 8.

Países pobres como a Ruanda contam com limitado acesso a água, sendo necessário percorrer distâncias que levam entre uma a três horas para chegar a uma fonte de abastecimento, geralmente realizadas pelas mulheres em companhia das crianças e, em especial, das meninas (REPUBLIC OF RWANDA, 2002; 2004; 2005; UNEP-UNDP-GOR, 2007). Portanto, a pobreza vinculada à deficiência dos serviços dos ecossistemas apresenta maior peso sobre as mulheres. Além do mais, a pobreza ligada aos ecossistemas contribui à privação de ser adequadamente educado, já que as crianças são retiradas das escolas pela obrigação na procura da água.

Igualmente, a pobreza, talvez, pode-se configurar pela limitada provisão de energia básica por parte dos ecossistemas. Países pobres dependem do uso de energia tradicional (geralmente lenha e resíduos agrícolas) para cozinhar, receber calor e iluminação. Os pobres utilizam esse tipo de energia por ser mais barata ou por estar disponível livremente no ambiente (DURAIAPPAH, 2005). Mas, assim como no caso da água, a escassez de madeira e o limitado acesso a outros recursos energéticos acentua ainda mais a pobreza sobre as mulheres e as crianças. Primeiro, porque eles têm que caminhar grandes distâncias em procura da lenha. E esse tempo gasto em busca de energia priva às mulheres de participar de outras atividades econômicas ou de realizar as tarefas da casa, assim como também priva às crianças da oportunidade de irem à escola (UNEP-UNDP-GOR, 2007). Em segundo lugar, as mulheres e as crianças estão mais expostas à poluição gerada no interior das habitações, devido ao uso da energia tradicional (DURAIAPPAH, 2005).

A escassez de madeira pode estar associada à impossibilidade de preparar alimentos e receber calor, e ainda, devido à falta de lenha, as pessoas pobres não podem ferver a água e se obrigam a consumir água inadequada. Como questiona um residente de Bugesera – Ruanda: “Como você pode gastar madeira para ferver água quando dificilmente há suficiente para cozinhar alimentos?”⁴⁴ (UNEP-UNDP-GOR, 2007, p. 65).

Os nexos entre a pobreza e os serviços dos ecossistemas apresentam conotações complexas, dada à heterogeneidade humana e à diversidade de ambientes nos quais as pessoas se inserem. Essas relações dependem das condições climáticas particulares dos países, das formas de vida das pessoas e do grau de dependência nos serviços dos ecossistemas. Distintas comunidades diferem em suas relações e prioridades ambientais. Em algumas, a relação mais evidente deve ser com respeito à escassez de água, em outras deve ser no que refere a riscos de tormentas e inundações.

⁴⁴ Do texto original em inglês.

Tendo especificado os mecanismos de associação entre a mudança climática e o desenvolvimento humano, sendo estes os recursos do solo, água, biodiversidade, assim como, os respectivos serviços dos ecossistemas que compõem esses recursos, faz-se necessário classificar os componentes do bem-estar de acordo com a vulnerabilidade às alterações climáticas. Sobre esta categorização tratará a seguinte seção.

3.2.2 Componentes do bem-estar para o desenvolvimento humano

Para sistematizar os elos entre a mudança climática e o desenvolvimento é necessário estabelecer um acordo sobre quais funcionamentos e capacitações do bem-estar deve ser objeto de análise em relação aos impactos das alterações climáticas e qual deve ser sua subsequente categorização.

Como já foi comentado, no espaço avaliatório do bem-estar coexistem inúmeros funcionamentos e capacitações que podem ter diferentes pesos para cada pessoa, dependendo as características pessoais, as condições ambientais com que conviva e, ainda, pelo próprio julgamento da pessoa, em exercício da sua condição de agente. Em consideração a estes aspectos, não foi propósito do Sen estabelecer uma lista básica de funcionamentos para representar o que seria um adequado bem-estar. Mas essa circunstância não significa uma desvantagem da abordagem das capacitações. Muito pelo contrario, Sen (2000) realça que o processo de definição de juízos avaliatórios é inescapável, no entanto, esse processo deve ser explícito, ao invés de ser uma valoração implícita. Portanto, o exercício de julgamento na definição de um leque de funcionamentos importantes para o bem-estar humano pode ser gerado por um consenso através de um processo de escolha social.

Com o intuito de que sejam definidos os funcionamentos a serem utilizados na análise da mudança climática tendo em conta um processo valorativo explícito, assim como sugere Sen, no Quadro 5, apresentam-se os funcionamentos e categorias apontadas por diferentes estudos para a representação do bem-estar de uma pessoa. Não é pretensão discutir a validade das formulações, tão só de ressaltar a existência de perspectivas que são concebidas em conformidade à abordagem das capacitações proposta por Sen. Nesse sentido, a questão não é a de discutir quais seriam as capacitações básicas de uma pessoa, mas de “chamar a atenção para aspectos importantes do processo de desenvolvimento, cada qual merecedor de nossa atenção” (SEN, 2000, p. 49), e reconhecer a mudança em relação ao que se concebe como

bem-estar, não baseada em critérios únicos e implícitos, mas em consideração dos diferentes estados do ser e fazer dos seres humanos.

Quadro 5 - Propostas de componentes do bem-estar humano

Foco	Elementos do Bem-estar Humano
Capacitações como direitos universais Martha Nussbaum (2003, P. 41-42)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vida: Ser capaz de viver até o final da vida humana de longevidade normal; não morrer prematuramente. 2. Saúde física: ser capaz de ter boa saúde, incluindo saúde reprodutiva; para ser adequadamente nutrido e para ter adequado abrigo. 3. Integridade física: ser capaz de se mover livremente de um lugar a outro; estar seguro contra violência, incluindo violência sexual e doméstica; ter oportunidades para satisfação sexual e escolha em assuntos de reprodução. 4. Uso dos sentidos, imaginação e pensamento: ser capaz de usar os sentidos, para imaginar, pensar, e raciocinar – fazer estas coisas de maneira informada e cultivada por uma adequada educação, incluindo, alfabetização e treinamento básico de matemática e ciências. Ser capaz de usar a imaginação e pensamento em conexão a próprias escolhas sobre religião, educação, música e outras. 5. Emoções: ser capaz de ter ligações a coisas e outras pessoas; para amar a aqueles que amam e cuidam de nós, para afligir-se em sua ausência; em geral, para amar, para sofrer, para experimentar saudade, gratidão e justificada raiva. 6. Raciocínio prático: ser capaz para formar uma concepção do bom e manter reflexões críticas sobre o planejamento da própria vida. 7. Afiliação: A) ser capaz de viver com e pelos a outros, se incorporar a varias formas e interações sociais. B) ter base social de auto-respeito e não-humilhação; ser capaz de ser tratado como um ser digno. Refere à não discriminação por raça, sexo, orientação sexual, religião ou nacionalidade. 8. Outras espécies: ser capaz de viver com preocupação por e em relação a animais, plantas e o mundo natural. 9. Lazer: ser capaz de rir, jogar, desfrutar de atividades recreativas. 10. Controle sobre o próprio ambiente: A) político – ser capaz de participar efetivamente em escolhas políticas; ter o direito de participação política, proteção de livre discurso e associação. B) Material – ser capaz de ter propriedade (terra e bens) e ter direitos de propriedade e o direito de buscar emprego da mesma forma que outros.
Capacitações chaves para política pública - Relatório de Desenvolvimento Humano - IDH	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ser capaz de sobreviver 2. Ser instruído 3. Ter acesso a fontes necessárias para um decente padrão de vida
Acordo de Ação Política Global - “Objetivos de Desenvolvimento do Milênio” (ODM)	<p>Objetivo 1: erradicar a extrema pobreza e a fome.</p> <p>Objetivo 2: atingir o ensino básico fundamental</p> <p>Objetivo 3: promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres</p> <p>Objetivo 4: Reduzir a mortalidade infantil</p> <p>Objetivo 5: Melhorar a saúde materna</p> <p>Objetivo 6: combater o HIV / AIDS, a malária e outras doenças</p> <p>Objetivo 7: Garantir a sustentabilidade ambiental</p> <p>Objetivo 8: estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento</p>
Elos de pobreza e meio ambiente baseado nos ODM (BANCO MUNDIAL, 2002)	<ol style="list-style-type: none"> 1. “Livelihoods” 2. Saúde 3. Vulnerabilidade
Elos de bem-estar e serviços dos ecossistemas (Capacitações definidas com base na pesquisa “as vozes dos pobres”) Avaliação do Milênio de Ecossistemas (MA)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Segurança: garantia no acesso de ativos, segurança das pessoas e de suas posses frente a desastres naturais e não naturais e a segurança de viver em um ambiente controlado e previsível. 2. Acesso a materiais básicos para uma vida boa: isso inclui meios de subsistência (“livelihoods”) na forma de ativos, renda, alimento, vestido e habitação. 3. Saúde: esta relacionada com elementos essenciais do ser da pessoa, como estar bem nutrido, se sentir forte e não padecer doenças. 4. Relações sociais: refere-se à habilidade de coesão social, respeito e cooperação mútua. 5. Liberdades e escolhas: desfrute dos outros componentes.
Elos de pobreza e serviços dos ecossistemas (DURAIAPPAH, 2005, P. 5)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Estar apto a ficar alimentado adequadamente. 2) Estar apto a ficar isento de doenças evitáveis. 3) Estar apto a viver em abrigo seguro e são no aspecto ambiental. 4) Estar apto a possuir água potável, pura e adequada. 5) Estar apto a ter ar puro. 6) Estar apto a ter energia para se aquecer e cozinhar. 7) Estar apto a utilizar a medicina tradicional. 8) Estar apto a continuar a utilizar os elementos naturais encontrados nos ecossistemas para exercício das atividades culturais e espirituais tradicionais. 9) Estar apto a enfrentar catástrofes naturais graves, designadamente inundações, tempestades tropicais e desmoronamento de terrenos. 10) Estar apto a tomar decisões sobre gestão sustentável que respeitem os recursos naturais e possibilitem a realização de um fluxo de rendimento sustentável.

Fonte: Elaborado pela autora

No anterior quadro, observa-se que diferentes estudos e autores dão importância a elementos do bem-estar humano que podem estar de acordo com a denominação das capacitações apontadas por Amartya Sen, já que se referem a estados, ações e oportunidades que são relevantes para as pessoas, como, por exemplo, desfrutar de boa saúde ou contar com adequada educação. Podem-se notar convergências em relação às propostas de elementos relevantes do bem-estar humano, porém todos os estudos justificam e analisam em perspectivas diferentes.

Martha Nussbaum (2003, p. 41-42), por um lado, propõe uma lista de capacitações fundamentais do ser humano em consonância com as concebidas por Sen no objetivo de comparabilidade da qualidade de vida. Entretanto, estas diferem por serem formuladas com a intenção de promulgar uma base de princípios políticos e de direitos universais.

Por outro lado, tendo em conta que existem funcionamentos valorados distintamente de uma pessoa a outra dependendo o contexto social na que se insere, o Relatório de Desenvolvimento Humano adotou dois critérios para identificar as capacitações chaves para questões de política pública:

- i) A capacitação deve ser universalmente valorada;
- ii) A capacitação deve ser básica para a vida.

Tendo em conta esses dois critérios, o RDH identifica quatro capacitações importantes para o desenvolvimento humano: 1) ser capaz de sobreviver; 2) ser instruído; 3) ter acesso a fontes necessárias para um decente padrão de vida; e 4) ser capaz de participar de uma vida em comunidade. Dessas quatro, só foram incluídas as três primeiras no Índice de Desenvolvimento Humano. O último não foi incorporado por dificuldades de mensuração (FUKUDA-PARR, 2004).

Deve-se ter em conta que desde a visão do Sen (2000), o acesso a determinados recursos e fontes, não representa uma capacitação como tal, mas sim um meio para atingir alguns fins do ser e fazer da pessoa. No entanto, Sen considera o desenvolvimento como sendo a expansão das liberdades substantivas como fim e como meio. Portanto, a promoção do desenvolvimento humano pode ser pensada como ampliação de liberdades principalmente como fim, mas que não se esquece dos meios.

Em outro contexto, ligado mais à ação política, destaca-se a formulação de prioridades em busca da redução da pobreza, definidas sobre um consenso político global. No ano de 2000, a Cúpula do Milênio, maior reunião de líderes mundiais, adotou a Declaração do Milênio das Nações Unidas, através da qual, constitui-se uma agenda global para reduzir a

pobreza, a fome, doenças, degradação ambiental e a discriminação contra a mulher, uma proposta denominada como os “Objetivos de Desenvolvimento do Milênio” (ODM). Os ODM contemplam metas específicas e quantificadas para medir o progresso, com prazos de cumprimento até o ano de 2015 (PROJETO DO MILÊNIO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2005).

Reconhecendo as relações de muitos dos componentes desses objetivos com estados do meio ambiente, o documento publicado em 2002 pelo Banco Mundial que se titula “Linking Poverty Reduction and Environmental Management: policy challenges and opportunities”, chama a atenção da importância na definição dos elos entre a pobreza e o meio ambiente como centro de atuação para atingir os ODM. Este trabalho promove uma ação política para reduzir a pobreza via o gerenciamento dos recursos naturais. Dessa forma, examina como mudanças no meio ambiente afetam os pobres em três dimensões humanas: i) meios de subsistência (“Livelihoods”); ii) Saúde; e ii) Vulnerabilidade. Estas dimensões são definidas pelo estudo em uma tentativa de classificação dos ODM.

Em uma linha mais vinculada a questões do meio ambiente, a MA (2003) categoriza dimensões do bem-estar humano dependendo a influência dos serviços dos ecossistemas sobre estas. Desse modo, a partir da pesquisa “as vozes dos pobres” (NARAYAN *et al.*, 2000), que analisa as reflexões das pessoas de 23 países sobre a idéia de levar uma boa ou uma má vida, MA (2003) estabelece cinco componentes interligados ao bem-estar humano (ver Quadro 5)

Em uma análise das ligações entre a pobreza e os ecossistemas, Duraiappah (2005) define dez elementos constitutivos do bem-estar humano vinculados estreitamente ao adequado funcionamento dos serviços ecossistemas. Esses 10 determinantes do bem-estar humano apresentam elevada complementaridade (ver Quadro 5). Por exemplo, estar apto a possuir água potável permite a expansão de outros elementos constitutivos, como a possibilidade das pessoas evitarem doenças como a diarreia, a cólera, a dengue e outras doenças que utilizam a água como mecanismo de propagação. Igualmente, estar apto de enfrentar inundações e tempestades, ampliando a possibilidade de viver em um ambiente seguro.

Duraiappah (2005) baseia-se na abordagem das capacitações de Amartya Sen para definir os constituintes do bem-estar humano ligados aos serviços dos ecossistemas. Dessa forma, incorpora o enunciado “estar apto a” com a intenção de refletir o conceito das capacitações e mostrar as diversas formas em que os indivíduos podem ou não podem ser ou

fazer dadas as condições dos ecossistemas, assim como o nível de autonomia, habilidade e liberdade para atingir a combinação de funcionamentos que as pessoas valorizam.

Nas diferentes propostas de capacitações citadas acima é possível notar convergências. Portanto, sintetizam-se os componentes que foram comuns para todos os estudos, sendo estes, relacionados à saúde, à educação, à valores culturais e sociais, à segurança e meios de subsistência. Na Figura 8 são apresentadas as categorias relevantes para a análise da mudança climática, conforme a classificação de liberdade como *fim* e como *meio* do desenvolvimento humano.

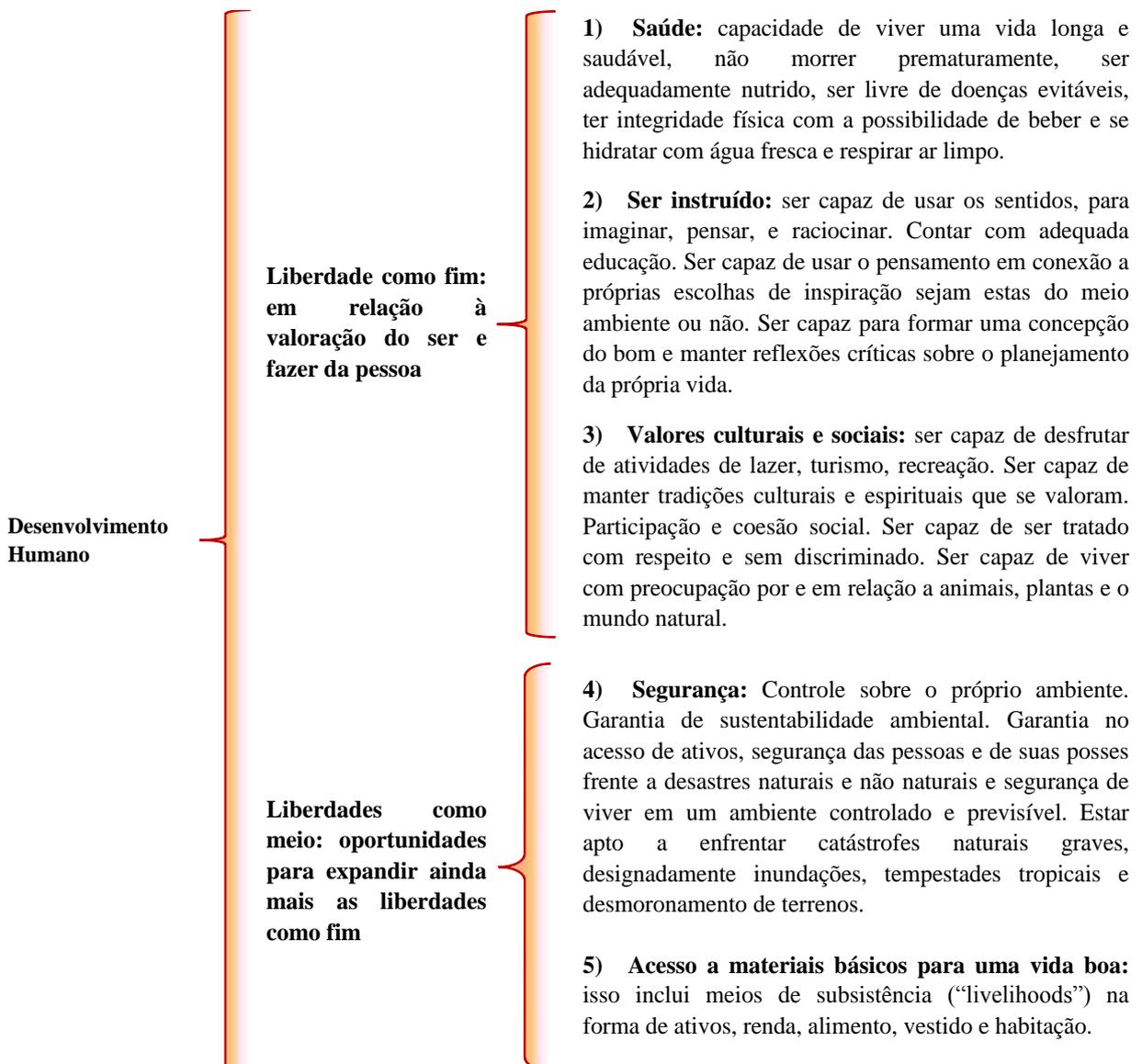


Figura 8 - Componentes do desenvolvimento humano para a análise da mudança climática

Fonte: Elaborado pela autora

As anteriores categorias representam as dimensões do bem-estar humano a serem analisadas no contexto da mudança climática. É importante destacar que esses elementos não representam uma lista fechada de capacitações, mas só uma reclassificação em consenso a várias propostas conforme apresentadas no Quadro 5. Esses elementos podem refletir a visão de desenvolvimento humano proposta por Amartya Sen. Desse modo, é possível categorizá-los dentro da denominação de liberdades como *fim* e *meio* do desenvolvimento humano, apontada pelo mesmo autor.

A liberdade como *fim* do desenvolvimento humano, alude o valor intrínseco da vida das pessoas. Portanto, nessa categoria se abordam os constituintes de saúde, educação e valores culturais e sociais. Analisam-se as diferentes formas em que a mudança climática pode limitar a capacidade das pessoas de serem adequadamente nutridas, de serem livres de doenças evitáveis, de serem livres para consumir água fresca e respirar ar puro sem medo de adquirir doenças como a malária ou infecções respiratórias, de serem livres para receber calor e se aquecer e de serem livres para utilizar as medicinas naturais oferecidas pelos ecossistemas. Ademais, descrevem-se os efeitos em relação à capacidade de receber educação, de desfrutar de atividades de turismo e recreação, da oportunidade de viver conforme as tradições e a cultura, bem como os impactos sobre a desigualdade de gênero levantadas pela mudança climática.

Por outro lado, as liberdades como *meio* do desenvolvimento humano dentro do contexto da mudança climática inclui as categorias de segurança e meios de subsistência. Nessas categorias, descreve-se como a mudança climática coloca em risco a segurança das pessoas através da maior frequência e intensidade de eventos extremos, aumento do nível do mar e a partir do maior risco de fome e escassez de água induzido pelos choques climáticos. Igualmente, descrevem-se os efeitos em relação aos meios de sustento de origem agrícola, de atividades pesqueiras e da floresta e sobre os rendimentos econômicos das diferentes atividades e a remuneração do trabalho.

Tendo definido a estrutura analítica, identificando os mecanismos associativos assim como os elementos do bem-estar objeto de estudo, no próximo capítulo, discutem-se os impactos da mudança climática sobre os recursos naturais e seus respectivos serviços dos ecossistemas.

4 ANÁLISE DE IMPACTOS DA MUDANÇA CLIMÁTICA: ABORDAGENS DE AVALIAÇÃO E DESCRIÇÃO DE IMPACTOS POTENCIAIS NOS RECURSOS NATURAIS ÁGUA, SOLO E BIODIVERSIDADE.

Este capítulo analisa os impactos da mudança climática sobre os recursos naturais água, solo e biodiversidade, bem como os efeitos nos serviços dos ecossistemas: regulação, suporte, provisão e cultura. Estes elementos do meio ambiente são denominados como mecanismos associativos, os quais permitem estabelecer as relações indiretas entre componentes do sistema climático e do bem-estar humano. Assume-se, portanto, que os choques climáticos podem afetar os seres humanos, na medida em que alteram os recursos naturais que são necessários para a vida das pessoas. No capítulo em questão, discute-se a relação entre os recursos e as alterações climáticas, sem entrar ainda na associação com os aspectos do bem-estar humano, pois isto será tema do próximo capítulo.

Este capítulo compreende duas seções: a primeira seção caracteriza as principais abordagens de avaliação de impactos usadas na literatura, com a intenção de identificar os critérios ou delineamentos que devem conduzir a análise e a classificação de impactos; a segunda seção descreve os impactos sobre o recurso água, solo e biodiversidade, destacando os efeitos sobre seus respectivos serviços dos ecossistemas.

4.1 ABORDAGENS PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

As características e a complexidade da mudança climática fazem com que seus efeitos sejam não-lineares e difíceis de determinar. Os impactos são fortemente influenciados por fatores não climáticos, como: aspectos socioeconômicos, políticos, dotação de recursos naturais, entre outros aspectos. Desse modo, os efeitos da mudança climática podem ser múltiplos, variáveis, diferentes em magnitude, tipo de ameaça, escala de tempo e espaço. Por esse motivo, utilizam-se diferentes metodologias e abordagens para sua avaliação. Assim, dependendo do objetivo de cada estudo, os efeitos do fenômeno podem variar em proporção, intensidade e previsão.

Segundo Carter *et al.* (2007) existem cinco abordagens ou processos sistemáticos de análise dos impactos da mudança climática: a avaliação padrão de impactos do IPCC, a avaliação da capacidade de adaptação, avaliação de vulnerabilidade, avaliação integrada, e, gerenciamento de risco. Além dessas, propõe-se aqui a estrutura do RDH 2007/2008 (PNUD, 2007) como uma abordagem alternativa, já que é um dos principais documentos que levanta uma discussão específica em relação aos impactos da mudança climática sobre o bem-estar humano.

No Quadro 6, apresentam-se comparativamente os seis tipos de abordagens para a avaliação de impactos da mudança climática. Seguindo o trabalho de Carter *et al.* (2007), essas abordagens podem ser diferenciadas de acordo com os objetivos, a escala temporal e espacial analisada, o método de pesquisa e as soluções propostas. Assim, algumas estruturas avaliam os efeitos da mudança climática sobre determinados sistemas em termos de riscos e probabilidades, considerando cenários futuros e em uma escala global. Outras, no entanto, avaliam os efeitos desde a perspectiva de vulnerabilidade atual, conjugando as opções de adaptação, considerando as interações dos sistemas sociais e naturais, e sendo analisados em uma escala local. Há estruturas que avaliam os efeitos com maior ênfase sobre os sistemas naturais, enquanto outros dão maior destaque aos impactos sobre os sistemas sociais.

Quadro 6 - Comparativo entre Abordagens para a Avaliação de Impactos da Mudança Climática.

Approaches	Avaliação padrão de impactos	Vulnerabilidade	Adaptação	RDH 2007/2008	Avaliação Integrada	Gerenciamento de risco
Foco - objetivo	Impactos e riscos do clima futuro	Processo de vulnerabilidade à mudança climática	Efeitos sobre a Capacidade de adaptação	Efeitos e disparidades da mudança climática sobre o desenvolvimento humano	Interação e "feedbacks" entre múltiplos stressores e impactos	Avaliar incertezas associadas aos riscos climáticos
Solução proposta	Ações para reduzir o risco	Ações para reduzir a vulnerabilidade	Ações para melhorar a adaptação	Ações para reduzir a vulnerabilidade e melhorar a capacidade de adaptação	Políticas em vários níveis	gerenciar os efeitos adversos
Método de pesquisa	"Drivers-pressure-state-impact-response" (DPSIR), avaliação de riscos por "hazard"	Indicadores de status e vulnerabilidade, avaliação de riscos pasados e presentes, análises de "livelihoods", limites críticos "thresholds", desempenho de política de sustentabilidade, relações entre capacidade de adaptação e desenvolvimento			Integração de eventos climáticos e outros stressores, discussão de grupos de interesse "stakeholder", combinação de approaches e métodos de tipo "cross-sectoral"	Cenários de probabilidade de eventos adversos do clima. Análises de consequências com modelagens
Domínio espacial	"Top-down" Global - Local		"Botton-up" Local - Regional		Nexos entre escalas, Global - Regional	Global - Regional - Local

Fonte: Modificado de Carter *et al.* (2007, p. 137); incorporando pela autora a abordagem do RDH (PNUD, 2007) e gerenciamento de risco (JONES, 2001).

Nota: Estas abordagens são usadas para avaliar impactos sobre várias unidades de análises, como sistemas, recursos naturais, pessoas, setores.

Tendo em conta a escala global e a inércia temporal das alterações climáticas, todas as abordagens enfatizam a incerteza em relação à magnitude e intensidade dos impactos. Portanto, em algumas avaliações, os efeitos são maiores do que em outras, pois dependem da estrutura de análise, das qualidades do sistema (unidade de análise) e, inclusive, do tipo de variável climática utilizada.

Por outro lado, nota-se complementaridade em relação ao método de análise entre as abordagens de vulnerabilidade, capacidade de adaptação e a estrutura apontada no RDH 2007/2008. A seguir, apresentam-se os principais elementos de cada tipo de abordagem.

4.1.1 Avaliação padrão de impactos do IPCC

A abordagem de avaliação de impactos da mudança climática do IPCC está baseada na estrutura analítica convencional de mudanças ambientais, como o DPSIR - “*drivers-pressure-state-impact-response*”. Essa estrutura foi constituída como um instrumento para os fazedores de políticas. O interesse é monitorar a interação entre sistemas ambientais e sistemas humanos e identificar fatores chaves do processo de impactos. No modelo original interferem cinco aspectos, os quais são representados na Figura 9.

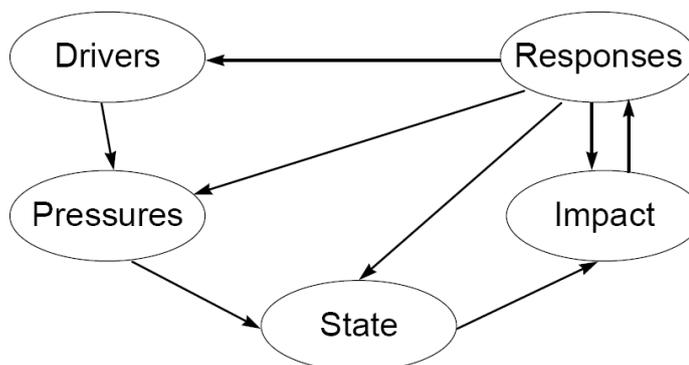


Figura 9 - Abordagem “drivers-pressure-state-impact-response” - DPSIR
 Fonte: European Environmental Agency – EEA, 1999, p. 6.

A estrutura DPSIR permite estabelecer os impactos que produzem os elementos socioeconômicos sobre os sistemas ambientais, ou seja, estabelece a influencia do homem sobre o ambiente. A abordagem do DPSIR é baseada em um conceito de causalidade e sugere uma interação entre atividades humanas e o ambiente. O principal objetivo do DPSIR é identificar a origem e as conseqüências de problemas ambientais, assim como estabelecer as

possíveis soluções (EEA, 1999). Dessa forma, através dessa abordagem permitem-se identificar as causas de um evento, as pressões que exercem sobre o estado do sistema avaliado, o resultado do evento e outras possíveis respostas.

A análise de impactos do IPCC caracteriza-se por incorporar projeções e modelagens do sistema climático assim como a definição de cenários socioeconômicos em uma escala global-regional. O objetivo é avaliar a probabilidade de impactos da mudança climática e avaliar a necessidade de adaptação e mitigação para reduzir riscos climáticos no futuro (Carter *et al.*, 2007).

Na Figura 10, apresenta-se o âmbito da avaliação de impactos da mudança climática estabelecido pelo IPCC. A análise atribui como causa (*driver*) do fenômeno, o aumento das emissões de GEE geradas pelas atividades do homem. Posteriormente, esse aumento de GEE exerce pressão sobre os processos naturais do clima, como o aumento do efeito estufa, a intensificação do ciclo hidrológico, o aumento da temperatura, entre outros. Todos os sistemas naturais e humanos estão expostos às alterações climáticas, porém, alguns estão em maior proporção do que outros. No entanto, a exposição a estímulos e perturbações climáticas, pode causar mudanças nas propriedades e características desses sistemas. O IPCC assume que os sistemas naturais e humanos, após receber um efeito climático, podem se adaptar autonomamente. Depois de considerar certo grau de adaptação autônoma, são considerados os impactos residuais ou líquidos da mudança climática. Por último, as estratégias que o organismo aponta para diminuir os efeitos climáticos relacionam-se com a mitigação de GEE e a adaptação planejada aos impactos.

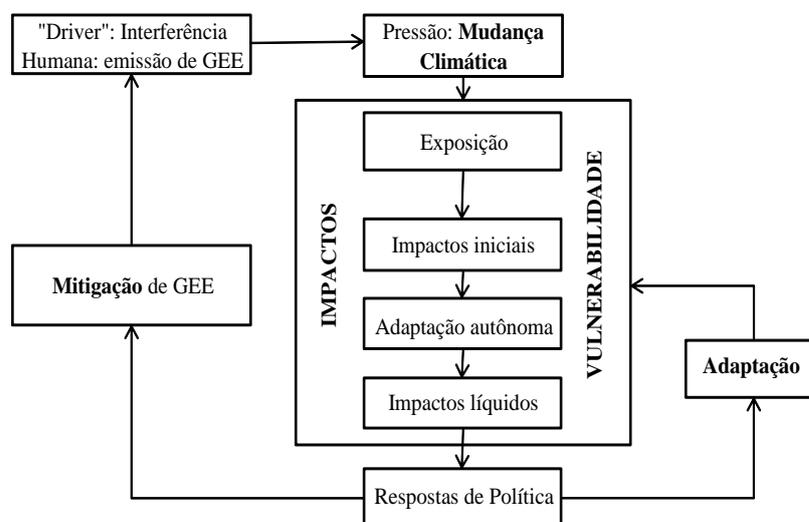


Figura 10 - Âmbito de avaliação de impactos do IPCC
Fonte: IPCC, 2001b, p. 22

As principais características da abordagem do IPCC se relacionam com a escala temporal e espacial na avaliação de impactos assim como a aceção de adaptação autônoma. O organismo busca avaliar os efeitos e riscos das condições climáticas futuras em uma escala global e após, assumir certa capacidade de ajustamento autônomo por parte dos sistemas naturais e humanos (ver Quadro 6). Ele explora e define cenários climáticos, buscando critérios para estabilização de GEE.

4.1.2 Avaliação de vulnerabilidade

De acordo com esta abordagem, os impactos são avaliados ao considerar a vulnerabilidade que apresentam as unidades de análise (sejam setores, pessoas ou regiões) a determinadas perturbações. O objetivo é identificar os critérios que definem um sistema como vulnerável e a que tipo de variações climáticas se é vulnerável.

No contexto da mudança climática, o conceito de vulnerabilidade refere-se ao grau de probabilidade de um sistema (unidade de análise) sofrer danos devido à exposição a perturbações ou “stress”⁴⁵ climático (TURNER II *et al.*, 2003). Em sentido mais amplo, tem a ver com a *exposição* e a *sensibilidade* de um sistema (natural ou humano) frente a condições extremas (SMIT; WANDEL, 2006). De acordo com essa definição, os impactos são avaliados tendo em conta a forma como são modificadas as qualidades do sistema que recebe a perturbação climática. Essa definição é consistente com a utilizada no relatório Stern (2006), o qual classifica a vulnerabilidade em termos de exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação.

Stern (2006) ressalta que os países em desenvolvimento são mais vulneráveis a choques climáticos. Por um lado, devido ao fato de que a maioria desses países estão localizados em zonas tropicais, apresentam maior *exposição* a eventos extremos como furacões, monções e fenômenos de EL Niño e La Niña. Por outro lado, os países em desenvolvimento são mais *sensíveis* à mudança climática devido a sua dependência na agricultura e ecossistemas naturais. A vulnerabilidade desses países também se deve à reduzida habilidade para lidar com as alterações climáticas (*capacidade de adaptação*), a qual

⁴⁵ Há diferença entre perturbação e *stress*. O primeiro tem a ver com uma ameaça ocasional, fora do nível de variabilidade normal (“outlier”) como os furacões. O segundo refere-se a uma contínua e constante ameaça, como por exemplo, degradação do solo (TURNER II *et al.*, 2003).

depende das condições de infra-estrutura, meios financeiros e acesso aos serviços básicos, como saúde, saneamento e educação.

Considerando o relatório Stern (2006), os impactos das alterações climáticas podem variar de acordo com os atributos do sistema ameaçado. Por exemplo, dependendo da qualidade de localização geográfica, projetam-se distintos impactos entre o Hemisfério Norte e Sul. De igual forma, conforme o estado dos recursos naturais e as condições sociais de cada país, os efeitos das alterações climáticas são diferenciados.

Através da abordagem de vulnerabilidade, faz-se possível estabelecer as diferenças de impactos da mudança climática entre países e regiões, pois, consideram-se as características particulares dos países, como a localização geográfica, a estrutura social, institucional, política, econômica até a mesma dotação e estado dos recursos naturais.

O IPCC (2001c), por outro lado, define a vulnerabilidade como o grau de suscetibilidade ou incapacidade para enfrentar efeitos adversos da mudança climática, incluindo a variabilidade e os extremos do clima. A definição do IPCC, em comparação à apontada pelo relatório Stern, adiciona que a vulnerabilidade também está em função do caráter, magnitude e a taxa de variação climática, ou seja, incorpora as características do agente gerador do impacto, e, na o qual, distingue entre os impactos derivados de furacões daqueles gerados por secas, ou outros eventos. Portanto, o IPCC tem em conta tanto as qualidades do sistema ameaçado quanto as características da perturbação ou stress climático.

A definição de vulnerabilidade como a apresentada pelo IPCC, tem sido debatida por autores como Adger (2006) e O'Brien *et al.* (2004). Eles criticam a ênfases da abordagem do IPCC em relação aos impactos sobre os sistemas físicos e biológicos. Além disso, os autores criticam a mínima associação da vulnerabilidade com aspectos sociais, tais como os efeitos nos intitamentos e meios de vida das pessoas.

Adger (2006) argumenta que a vulnerabilidade à mudança climática não deve ser determinada só por fatores físicos e ambientais. De forma abrangente, ela deve conjugar tanto fatores de riscos ambientais quanto fatores sociais, como pobreza, desigualdade, estrutura institucional e condições econômicas e políticas. De igual forma, o autor realça a importância de avaliar a vulnerabilidade como uma condição presente e não só em um cenário futuro, pois medidas de ajustamento para fazer face às alterações climáticas já estão sendo adotadas atualmente, e, essas medidas já têm mudado parte das estratégias das pessoas para viver e têm modificado seus estilos de vidas. Há evidências de populações que têm renunciado a suas

terras, mudado seus costumes de plantio e migrado para outras regiões por causa dos períodos de seca, inundações e tempestades (ADGER, 2006; ADGER; KELLY, 1999).

Nesse contexto, Adger (2006, p. 5) propõe o conceito de vulnerabilidade social à mudança climática, que consiste na “exposição de grupos de pessoas e indivíduos a stress como resultado dos impactos da mudança climática”. Em contraste à abordagem do IPCC, Adger (2006) argumenta que as “pessoas” devem ser a unidade de análise na avaliação da vulnerabilidade, ao invés de analisar os impactos somente no que refere à extensão dos recursos naturais afetados. A vulnerabilidade à mudança climática, segundo Adger, deve estar associada a aspectos sociais.

De acordo com o conceito proposto por Adger (2006), as perturbações climáticas podem ocasionar “stress” social quando são afetados os meios de subsistência e é ameaçada a segurança das pessoas. Nesse sentido, para reduzir a vulnerabilidade, as medidas adotadas devem estar ligadas com as diversas formas de vida das pessoas. Sobre isso último, o autor critica a ênfase que o IPCC faz à medida de mitigação de emissões de GEE como forma de reduzir a vulnerabilidade.

Com base no conceito de vulnerabilidade social, o trabalho de Adger e Kelly (1999) realiza uma avaliação dos impactos da mudança climática sobre o bem-estar humano, considerando parte dos efeitos nos recursos e ecossistemas e dos quais as pessoas dependem para viver. Nesse estudo, a vulnerabilidade é definida em função da habilidade para enfrentar e se adaptar a condições extremas do clima. Desse modo, o trabalho analisa a extensão que as pessoas dispõem e usam os recursos, bem como as condições distributivas e institucionais. Os autores argumentam que a magnitude dos impactos deve mudar dependendo a capacidade de adaptação.

Por outro lado, em uma linha similar à Adger (2006), o estudo de O’Brien *et al.* (2004) aponta uma subdivisão da abordagem de vulnerabilidade à mudança climática, distinguindo entre a “abordagem de vulnerabilidade por resultado” e a “abordagem de vulnerabilidade por processo”. Esta classificação surge como uma crítica às abordagens restritas que procuram explicar os impactos da mudança climática somente no sentido ambiental e como uma probabilidade futura, sem considerar as circunstâncias atuais nem os processos de interação entre os sistemas sociais e ambientais.

A “abordagem de vulnerabilidade por processo” leva em conta o contexto social, procurando determinar como as pessoas são vulneráveis à mudança climática e por que, e não

só pretende explicar a magnitude científica dos fenômenos climáticos, como no caso da “abordagem por resultado” (O’BRIEN *et al.*, 2004). A abordagem por processo considera as interações entre os sistemas humanos e ambientais. E a vulnerabilidade está relacionada com as mudanças que os choques climáticos podem causar em termos de acesso e disponibilidade dos recursos, intitamentos e meios de subsistência. No Quadro 7 são apresentadas comparativamente as duas interpretações, destacando a origem da análise, o foco de atenção, o diagnóstico, soluções e a relação com o aspecto de adaptação.

Quadro 7 - Abordagens de vulnerabilidade à mudança climática

Categoria	Vulnerabilidade como Resultado - Residuo	Vulnerabilidade como Processo
Origem	estático Quantificação da vulnerabilidade de mudança climática	dinâmico Avaliação tendo em conta a vulnerabilidade social
Foco	Mudanças biofísicas	Mudança ambiental e social: intitamentos e acesso a recursos, meios de subsistência, múltiplos processos e estressores
Relação com adaptação	A vulnerabilidade é determinada pela capacidade de adaptação	Inversa: a vulnerabilidade determina a capacidade de adaptação
	Ex-post, adoção de tecnologia, futura adaptação	Atual-presente habilidade para enfrentar e responder a estressores
Questão de política	Qual é a extensão do problema da mudança climática?	Quem é vulnerável à mudança climática e por quê?
Diagnóstico	Mudança climática como o principal problema	Processos sociais, econômicos, marginalização e desigualdade
Solução	Redução de emissões de CO ₂	Melhorar a habilidade atual, aspectos de bem-estar e qualidade de vida, diversificação de "livelihoods"
Entendimento	Científico	Estrutural social-ambiental

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em O’Brien *et al.*, 2004

A principal diferença entre as duas abordagens concerne à relação com o aspecto de adaptação. Na “abordagem por resultado”, a capacidade de adaptação é quem define a vulnerabilidade (*ex-post*), considerada esta última como uma variável dependente. Desde esse ponto de vista, a adaptação analisa-se, como uma condição após o impacto, e, portanto, a vulnerabilidade avalia-se depois de assumir certa capacidade de ajustamento autônoma por parte dos sistemas afetados. Segundo O’Brien *et al.* (2004), essa perspectiva é limitada, devido a que só avalia a vulnerabilidade desde um entendimento científico, relacionado aos sistemas ambientais, sem considerar a vulnerabilidade social. Além disso, a solução que propõe para diminuir os impactos está direcionada à mitigação das emissões de GEE sem considerar as estratégias para melhorar as opções de ajustamento das pessoas aos choques climáticos.

Entretanto, a “abordagem por processo” argumenta que a vulnerabilidade determina a capacidade de adaptação. Desse modo, a análise verifica em primeiro momento, o estado de vulnerabilidade *ex-ante* os impactos das alterações climáticas. Em segundo momento, logo após do impacto climático, identifica-se a capacidade de ajustamento dos sistemas ameaçados. O conceito de capacidade de adaptação considerado nesta abordagem depende de contextos sociais, econômicos e políticos para definir o status e a habilidade atual das pessoas para enfrentar pressões climáticas. Nesse caso, se uma comunidade conta com reduzidos ativos e meios de sobrevivência, as opções de adaptação devem ser menores (O’BRIEN *et al.*, 2004). Esta abordagem, diferentemente da “abordagem por resultado”, aponta estratégias para melhorar as condições, habilidades e estratégias das pessoas para enfrentar a mudança climática.

Neste contexto, o critério de vulnerabilidade é relevante na análise de impactos da mudança climática sobre o bem-estar humano, pois permite incorporar na avaliação aspectos estruturais, econômicos, políticos, institucionais, dependência nos recursos naturais, distribuição e diversificação de ativos, entre outros fatores.

A análise de vulnerabilidade esclarece a forma como os impactos sociais da mudança climática são distribuídos entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento, pois incorpora a heterogeneidade de cada conjunto de países e inclusive dentro dos mesmos países. Nessa análise, há maior probabilidade de que os impactos da mudança climática sejam mais severos para os países em desenvolvimento ao estarem interagindo com aspectos de pobreza, desigualdade, reduzida diversificação de ativos, maior dependência dos recursos naturais e estrutura institucional deficiente. Portanto, a vulnerabilidade do desenvolvimento humano à mudança climática deve ser analisada considerando o *processo* de interações entre os sistemas sociais e naturais. Este critério de vulnerabilidade é importante para a análise de impactos sobre o bem-estar humano, a ser apresentado no capítulo 4, já que oferece um suporte conceitual e um escopo para a interpretação de impactos.

4.1.3 Capacidade de adaptação

O papel da adaptação é importante para o tema da mudança climática por dois motivos. Em primeiro lugar, deve-se à utilidade na avaliação de impactos e através da qual é possível distinguir entre impactos iniciais (“initial impacts”) ou aqueles que não consideram

adaptação, e, impactos líquidos (“residual impacts”), aqueles avaliados após contemplar adaptação autônoma e natural (SMIT *et al.*, 2000). Num segundo momento, a adaptação é importante porque se considera como uma estratégia política para aumentar a resistência dos sistemas ameaçados e diminuir os impactos de eventos climáticos (SMIT; WANDEL, 2006).

A adaptação, de acordo com Smit *et al.* (2000, p. 225), define-se como o “ajustamento em sistemas ecológicos-sociais-econômicos em resposta ao atual ou esperado estímulo climático, seus efeitos ou impactos”⁴⁶. Esta definição considera importante determinar as características do sistema a ser avaliado, assim como a escala de tempo (atual, futura) e o evento (estímulo) climático, por exemplo: variabilidade da temperatura, eventos extremos, fenômeno de El Niño, entre outros. Ademais, propõe um tipo de adaptação autônoma como forma de reduzir os impactos iniciais e os custos de mitigação de GEE. Esta lógica também é apontada pelo IPCC (2001b, p. 72), o qual conceitualiza a adaptação como: “ajustamento em sistemas naturais e humanos em resposta ao atual ou esperado estímulo climático ou seus efeitos, o qual modera o dano ou aproveita as oportunidades benéficas”⁴⁷. A capacidade de adaptação, portanto, refere-se ao potencial ou habilidade para se adaptar aos efeitos da mudança climática (SMIT *et al.*, 2001). Este conceito, refere-se aos meios disponíveis para enfrentar os choques climáticos.

Os conceitos anteriores estão de acordo com a categoria de “primeira geração” proposta por Burton *et al.* (2002) a qual orienta o debate em torno ao trade-off entre adaptação e mitigação de GEE dentro do contexto da UNFCCC e o Protocolo de Kyoto (1997). Nesse sentido, se uma região apresenta maiores opções de adaptação natural à mudança climática, seus impactos líquidos devem ser menores. Portanto, a avaliação de impactos realiza-se após de assumir a capacidade de adaptação autônoma dos sistemas naturais e sobre cenários futuros, como é o caso do IPCC (2001, 2007) (SMIT *et al.*, 2000, p. 225). Dessa forma, considerando os impactos líquidos, a solução política aponta à mitigação das emissões de GEE antropogênicos.

Segundo Burton *et al.* (2002), os estudos que seguem a linha da “primeira geração” são limitados, pois eles focam principalmente na ciência do fenômeno e na política de mitigação de GEE. Por tal motivo, o autor propõe uma abordagem de “segunda geração”, com uma estrutura mais flexível e orientada à análise de vulnerabilidade. No Quadro 8 são apresentadas as diferenças entre as duas categorias.

⁴⁶ Do texto original em inglês.

⁴⁷ Do texto original em inglês.

Quadro 8 - Abordagens considerando a Adaptação

	Primeira Geração	Segunda Geração
Conceito central	Impactos líquidos → mitigação	Adaptação → vulnerabilidade
Escala de tempo	Impactos futuros (cenários)	Impactos e vulnerabilidade atual, presente
Escala espacial	Alta agregação - global	Loca - lugar específico
Sistema de análise	Naturais, biofísicos e geofísicos	Sociais, econômicos
Orientação política	Mitigação	Adaptação para reduzir a vulnerabilidade - processo
Grau de relação política	"Top-down": Global-local	"Bottom-up": local-regional
Atores	Científicos	Grupos de interesses "stakeholders"
Interesse para países	Países desenvolvidos	Países em desenvolvimento

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Burton *et al.* 2002

A abordagem de “segunda geração” foca em políticas de adaptação para a redução da vulnerabilidade. Como se observa no Quadro 8, nesta categoria muda a escala de tempo e espaço, pois são analisados os impactos no tempo presente, sem considerar uma adaptação autônoma. Em contraste, para a abordagem de “primeira geração”, esta característica é importante devido ao fato de serem avaliados os sistemas naturais os quais possivelmente podem ter uma adaptação autonomamente a um nível tolerável de GEE no longo prazo.

Na abordagem de segunda geração, são estudados os sistemas sociais, políticos, econômicos e ambientais, em uma escala atual e local e com a participação de diversos grupos de interesses. Aqui, a adaptação é de maior relevância para países em desenvolvimento do que para os países desenvolvidos, pois estes últimos “têm mostrado menos interesse em sua própria necessidade à adaptação, e têm assumido geralmente que eles têm os recursos financeiros e técnicos para se adaptar quando seja necessário” (BURTON *et al.*, 2002, p. 147)⁴⁸. Nesta categoria também são incorporados assuntos relacionados à pobreza, como o referente à diversificação dos meios de subsistência (O’BRIEN *et al.*, 2004).

⁴⁸ Do texto original em inglês

4.1.3.1 Tipos e formas de adaptação

A capacidade de adaptação pode ser diferenciada em função dos atributos e qualidades da unidade de análise, assim como, das características dos fenômenos relacionados com a mudança climática. O estudo de Smit *et al.* (2000) afirma que as opções de adaptação são determinadas pelas características dos estímulos climáticos, tais como: variabilidade, taxa de mudança, tipo de fenômeno, escala de tempo e de espaço. Segundo os autores, qualidades em relação à escala de tempo permitem distinguir três categorias:

- i) Eventos extremos, os quais acontecem em certo ponto do tempo, como furacões e ciclones;
- ii) Eventos de maior frequência como o fenômeno El Niño, (enchentes, secas);
- iii) Futuras mudanças estabelecidas através de previsões e cenários.

Na primeira categoria, as opções de adaptação estão ligadas com aspectos de infraestrutura e disponibilidade de renda. Sobre o segundo, a adaptação é compreendida como por processo (*ex-ante*), tendo em conta condições estruturais, sociais, de gerenciamento e de distribuição. No caso de mudanças futuras, as opções de adaptação são relacionadas com medidas de mitigação de CO₂ (*ex-post* impactos líquidos).

Logo após de distinguir as características dos estímulos climáticos, o trabalho de Smit *et al.* (2000) propõe identificar as qualidades dos sistemas ameaçados em termos de sensibilidade, flexibilidade, resistência e vulnerabilidade.

Na Figura 2, apresenta-se a estrutura definida por Smit *et al.* (2000) na qual, nota-se que após da definição das características dos eventos climáticos e dos sistemas, a adaptação é classificada de acordo com o horizonte de tempo da ação adotada relativo ao estímulo climático (antecipada ou prospectiva), dependendo a extensão espacial (local ou generalizada), a intenção (autônoma ou planejada) e a forma (tecnológica, financeira, institucional). Se o objetivo é avaliar medidas de adaptação para os sistemas humanos, Smit *et al.* (2000) sugere uma análise levando em conta o contexto social, considerando os processos através dos quais as pessoas gerenciam ou se ajustam a algum tipo de ameaça climática.

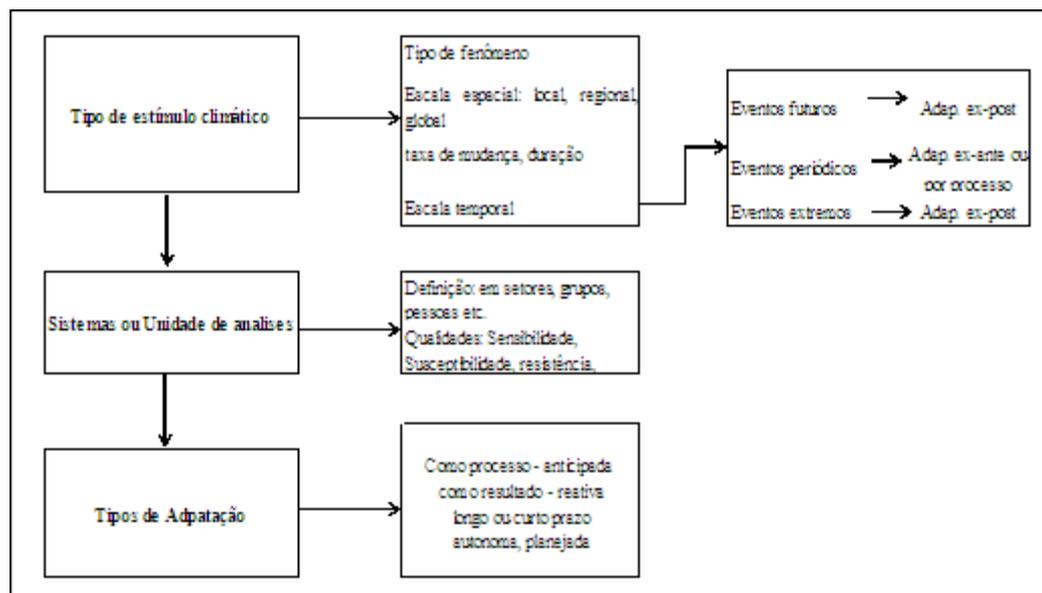


Figura 11 - Estrutura de Adaptação à Mudança Climática

Fonte: figura simplificada de Smit *et al.* (2000)

A capacidade de adaptação é configurada pela combinação de aspectos econômicos, sociais, tecnológicos, ambientais, políticos. Para Tol *et al.* (2004), a capacidade de adaptação refere-se à habilidade para reduzir as consequências negativas e a destreza para aproveitar as vantagens das mudanças climáticas, o qual depende do status em termos de: tecnologia, recursos econômicos e sua distribuição, capital humano, político e social. Tendo em conta esses aspectos, a capacidade de adaptação pode ser diferenciada entre grupos e regiões.

O trabalho de Tol *et al.* (2004) argumenta que países pobres são mais vulneráveis a choques climáticos por causa da maior exposição ao fenômeno e à menor capacidade de adaptação, em virtude destes países dependerem em maior proporção da agricultura e estarem localizados em regiões mais quentes. Os autores argumentam que estes países não apresentam vantagens com respeito aos aumentos da temperatura, em comparação a países de latitude média e alta.

Assim como o critério de vulnerabilidade, o critério de capacidade de adaptação é importante para analisar, posteriormente, os efeitos da mudança climática sobre o desenvolvimento humano, já que ao definí-lo como a habilidade de ajustamento a ameaças climáticas, significa que é necessário avaliar o *status* ou qualidades da unidade ameaçada em termos de vulnerabilidade, para assim discernir o possível comportamento para lidar com eventos climáticos. A intensidade dos efeitos da mudança climática deve mudar de acordo com o estado atual dos atributos do sistema. Os diferentes estudos corroboram que países em desenvolvimento apresentam menores opções de adaptação e, por conseguinte, maiores

impactos da mudança climática, dada às circunstâncias de privação, de pobreza, de limitado acesso à educação, à informação e à tecnologia, a maior dependência nos recursos naturais e o estado de degradação dos mesmos.

O critério de capacidade de adaptação também é relevante na medida em que permite distinguir as diferenças entre impactos nos sistemas naturais e impactos nos sistemas sociais. Sobre os primeiros, a avaliação de impactos assume certo grau de ajustamento autônomo ou natural após a ocorrência do evento climático e considerando uma escala temporal de longo prazo. Nos segundos, assume-se uma habilidade de ajustamento no tempo presente em função de fatores sociais, políticos e econômicos e de uma forma antecipada dos choques climáticos.

4.1.4 Avaliação Integrada

A abordagem denominada como *Avaliação Integrada* (“Integrated Assessment - IA”), refere-se a uma estrutura analítica que combina conhecimentos de diversas áreas científicas como a sociologia, a biologia, humanidades, economia, entre outras, para a compreensão de um determinado assunto. A “IA” permite estabelecer uma visão mais ampla sobre os elos e interações que podem existir entre os aspectos ambientais e os aspectos sociais (ROTHMAN; ROBINSON, 1997).

Dentro dessa abordagem, “integração” alude ao fato de investigar além das fronteiras de uma singular disciplina ou de um setor em especial. Nesse sentido, integração significa realizar análises considerando diversos critérios com o mesmo grau de relevância e realizar interpretações de caráter inter-disciplinário. (ROTHMAN; ROBINSON, 1997).

Segundo Gough; Castells e Funtowicz (1998) a *Avaliação Integrada* é aceita como uma abordagem metodológica através da qual é possível estabelecer a sinergia entre diferentes disciplinas científicas e permite integrar uma variedade de perspectivas em um específico assunto, considerando desde os aspectos simples até os mais complexos. Por exemplo, ao considerar os impactos da mudança climática sobre a saúde humana, a “IA” define a plataforma de convergência entre os diferentes grupos de interesse (“stakeholders”), desde os cientistas preocupados pela explicação das causas das alterações climáticas, até os responsáveis pela definição da política sobre a saúde. Dessa forma, estabelece-se uma base comum de entendimento que facilita a elaboração de medidas para a solução do problema.

A metodologia usada na IA pode envolver a modelagem e simulações de cenários, bem como a combinação com a avaliação qualitativa. Esta abordagem dá ênfase na procura de opções de política e tem avançado no que se refere às questões de mitigação de impactos climáticos.

4.1.5 Gerenciamento de riscos

A abordagem de gerenciamento de risco se refere ao processo e à estrutura que busca identificar, analisar e avaliar as incertezas associadas aos riscos climáticos. Procura concretizar as oportunidades potenciais e gerenciar os efeitos adversos das alterações climáticas (Carter *et al.*, 2007).

Segundo Jones (2001), o risco é definido como a probabilidade de que uma situação produza efeitos nocivos em condições particulares. Nesta abordagem, o risco é medido pela combinação de dois fatores:

- i) A probabilidade de que um evento adverso ocorra, ou, que ultrapasse um limite de referência (Análise de risco)
- ii) As conseqüências do evento adverso, ou de exceder a fronteira de referência (tratamento de risco).

$$\text{Risco} = \text{Probabilidade} + \text{Conseqüências}$$

No caso da mudança climática, o primeiro fator pode referir à probabilidade de que o aquecimento global exceda determinado nível crítico de resistência dos sistemas naturais e humanos. De acordo com o IPCC, esse nível refere-se ao aumento superior de 3°C na temperatura média (relativo ao período pré-industrial). Entretanto, para o PNUD (2007), a fronteira para distinguir entre as alterações climáticas seguras e as perigosas, encontra-se em 2°C no aumento da temperatura (relativo ao período pré-industrial). Acima desses limites, os efeitos climáticos podem ser catastróficos.

Em relação ao tratamento dos riscos, para reduzir as conseqüências adversas, consideram-se duas opções complementares: i) A mitigação através do abatimento e seqüestro de GEE; e ii) A adaptação aos impactos da mudança climática. Com a primeira alternativa reduz-se a taxa e magnitude dos desastres climáticos. Com a segunda, diminuem as conseqüências desses desastres (JONES, 2001).

A abordagem de gerenciamento de risco e o “framework” apontado pelo IPCC coincidem em assumir a adaptação autônoma por parte da unidade de análise que está exposta à mudança climática. De igual forma, as duas são utilizadas basicamente para a projeção de impactos sob cenários em uma escala que vá desde a global à local. No entanto, a abordagem de gerenciamento de risco distingue-se por ser direcionada para tomadores de decisões e grupos de interesses no que concerne à política e planejamento, enquanto a abordagem do IPCC é orientada para pesquisadores em geral (Carter *et al.*, 2007).

4.1.6 Abordagem do Relatório de desenvolvimento Humano – RDH 2007/2008

A abordagem apontada pelo RDH 2007/2008 argumenta que os impactos das alterações climáticas sobre o bem-estar humano dependem das interações entre riscos, vulnerabilidade e capacidade de adaptação.

A análise do referido relatório faz uma distinção entre risco e vulnerabilidade. O risco, por um lado, tem a ver com “a exposição a perigos externos em relação aos quais as pessoas têm um controle limitado”, como os eventos extremos do clima (PNUD, 2007, p 78). Entretanto, a vulnerabilidade refere-se à incapacidade de lidar com os riscos climáticos, conteúdo potencial de perda de desenvolvimento humano ao longo prazo.

Segundo o RDH (PNUD, 2007), a vulnerabilidade associada ao clima está determinada por aspectos, tais como: o *status* atual de desenvolvimento humano, o nível de privação, de desigualdade, de oportunidades, do poder político, da fragilidade ecológica, e, em geral, de processos estruturais pré-existentes de cada país. Considerando esses aspectos, a vulnerabilidade a choques climáticos deve variar entre países e inclusive dentro dos mesmos países.

Enquanto muitos países podem sofrer o mesmo risco, como, por exemplo, inundações ou secas, nem todos apresentam a mesma vulnerabilidade a esses eventos. O RDH (PNUD, 2007) menciona como países desenvolvidos são menos vulneráveis a choques climáticos, devido às melhores condições de infra-estrutura, seguros de proteção, informação, tecnologia, entre outro. Ao contrário, os países em desenvolvimento, contam com deficiente infra-estrutura física, limitado acesso a seguros, dependem em maior proporção da agricultura, estão em condições ecológicas mais fragilizadas e em condições de vida humana mais precária. Tendo em conta esses fatores de vulnerabilidade, a mudança climática pode

umentar a disparidade entre ricos e pobres, convertendo-se em uma armadilha para o retrocesso do desenvolvimento humano.

O relatório argumenta que os riscos podem ser multiplicados por meio de cinco fatores, chamados de “mecanismos de transmissão”, através dos quais, a mudança climática torna-se uma maior ameaça para o desenvolvimento humano. Esses mecanismos são:

- i) Redução da produção agrícola e insegurança alimentícia: as alterações climáticas devem causar perdas de produtividade e rendimentos agrícolas, o que deve provavelmente estar associado ao acréscimo de 600 milhões de pessoas em risco de fome para 2080, comparado com um cenário sem mudança climática.
- ii) Crises e insegurança da água: probabilidade de “stress” hídrico⁴⁹ em países em desenvolvimento. A mudança climática pode adicionar 1,8 milhões de pessoas à população que vive com “stress” de água.
- iii) Aumento do nível do mar e exposição a eventos extremos: as alterações climáticas devem influenciar a exposição a riscos para as próximas décadas. Há probabilidade de que os eventos como secas, enchentes e tempestade sejam mais frequentes e intensos, podendo causar maior número de injúrias físicas, mortalidade e deslocamentos de populações.
- iv) Perda de ecossistemas e biodiversidade: o aumento de temperatura acelera as taxas de extinção. Com um aumento de 3°C na temperatura, há probabilidade de que 20 a 30% das espécies estejam em elevado risco de extinção. As perdas ecológicas podem afetar a milhões de pessoas que dependem dos serviços dos ecossistemas como meios de subsistência.
- v) Fragilidade da saúde humana: a saúde pode ser afetada por diversas formas. As evidências apontam para um aumento da mortalidade e morbidade por extremo calor, inundações e tempestades de vento. Aumentos de diarreia através da contaminação da água. No entanto, a maior ameaça tem a ver com a probabilidade de aumento da incidência de malária, adicionando 220 a 400 milhões de pessoas em risco de contrair essa doença em 2080.

Apesar da mudança climática contemplar uma escala espacial global, os riscos climáticos não são distribuídos uniformemente. Enquanto alguns países enfrentam choques de

⁴⁹ Baseia-se no índice de stress de água em m³ /capita / ano: maior de 1.701 = não há stress. Entre 1.000 e 1.700 = stress moderado. Entre 500 e 1.000 = alto stress. Menos de 500 = extremo stress (ARNELL, 2004).

seca, outros se encontram diante o risco de inundações, ciclones, tormentas ou furacões. Por outro lado, para cada país ou região, os mecanismos de transmissão de impactos são diferenciados, sendo para alguns países mais intensos do que para outros, dependendo a combinação com fatores de vulnerabilidade.

A análise apresentada no RDH (PNUD, 2007) na descrição de impactos define a fronteira para distinguir entre as alterações climáticas seguras e as perigosas, para o qual, o consenso científico aponta um máximo razoável de 2°C no aumento da temperatura (relativo ao período pré-industrial) e 450 ppm de emissões de CO₂. Essa referência, de acordo com o RDH 2007/2008 “depende de juízos válidos sobre o ponto a partir do qual os custos sociais, econômicos e ecológicos de um determinado nível de aquecimento passarão a ser inaceitáveis” (PNUD, 2007, p. 27). Acima desses limites os riscos climáticos podem aumentar, com potencial de impactos catastróficos em termos de desenvolvimento humano. Os mecanismos de transmissão de impactos também poderiam se intensificar. No Quadro 9, apresenta-se uma síntese das categorias de riscos, vulnerabilidade e as propostas para a adaptação apontadas pelo relatório.

Quadro 9 - Categorias do Relatório de Desenvolvimento Humano – RDH - 2007/2008

Limite para o "perigo" da Mudança Climática	Riscos	Vulnerabilidade	Capacidade de Adaptação
Definição	Fatos externo de controle limitado	Incapacidade para lidar com os riscos sem sofrer perda de bem-estar ao longo prazo	Gerenciamento de riscos climáticos sem sofrer recuo no Desenvolvimento Humano.
2°C de temperatura global e emissões de 450 ppm CO ₂	i) Produção Agrícola e Segurança Alimentar ii) Crise e Insegurança da Água iii) Aumento do nível do mar e exposição a eventos climáticos extremos iv) Ecossistemas e Biodiversidade v) Saúde Humana	i) Pobreza e Baixo Desenvolvimento Humano ii) Disparidades no Desenvolvimento Humano iii) Falta de infra-estrutura de proteção aos impactos climáticos v) Limitado acesso ao seguro	A capacidade de adaptação depende do status de vulnerabilidade e define as disparidade entre países desenvolvido e em desenvolvimento
	Mecanismos de transmissão, através dos quais, a mudança climática inverte o desenvolvimento humano	"Por Processo" O'Brien et al. (2004)	Capacidade de adaptação "por processo" ou antecipada para reduzir a vulnerabilidade, na linha da "segunda geração" (Burton et al., 2002)

Fonte: Elaborado pela autora, baseado no PNUD (2007)

Nota: Com respeito ao limite para distinguir entre as mudanças climáticas seguras e as perigosas, o consenso científico define um intervalo de aumento da temperatura média global entre 2°C e 3°C acima do nível pré-industrial. Não se exclui a probabilidade de aumentos superiores a 4,5°C.

Assim como existem diferenças entre países em relação à vulnerabilidade aos choques do clima, há diferenças nas capacidades de lidar e se adaptar às alterações climáticas. Pessoas

que vivem na Holanda, por exemplo, podem se ajustar ao risco de inundações construindo casas flutuantes, ou estruturas de habitação mais fortes e seguras. De outra forma, as opções de ajustamento de pessoas que vivem no Vietnã, e que enfrentam o mesmo risco das inundações, limitam-se ao simples fato de aprender a nadar (PNUD, 2007).

Em relação às medidas de ajustamento, o RDH (PNUD, 2007) menciona que “nos países pobres a adaptação é uma questão de auto-ajuda”, de tal forma que o peso da mudança climática e das opções de adaptação deve intensificar as disparidades no que se refere ao desenvolvimento humano.

A capacidade de adaptação é mais do que uma questão de infra-estrutura, ela tem a ver com as pessoas, da forma como elas aumentam a sua resistência às mudanças climáticas, como elas gerenciam seus ativos, do acesso à segurança, às oportunidades, à saúde e à informação. Nesse sentido, a capacidade de adaptação está ligada à forma como os indivíduos lidam com os choques climáticos sem sofrer uma redução no nível de desenvolvimento humano (PNUD, 2007).

O RDH (PNUD, 2007) mostra como os riscos progressivos da mudança climática tornam mais profundas as desigualdades no desenvolvimento humano e como os países pobres são os mais prejudicados, embora não sejam os maiores responsáveis das emissões de GEE. A razão se deve também ao fato de que “as estratégias para lidar com os riscos podem reforçar a privação” e a pobreza (PNUD, 2007, p.8). Os indivíduos pobres, como parte do gerenciamento das medidas de ajustamento às alterações climáticas, devem se deslocar para outras terras, mudar de produtos para cultivo ainda de menor rendimento e lucratividade, vender ou deixar seus recursos, seus animais, se desgastar fisicamente em procura de água, reduzir suas refeições, diminuir as despesas com saúde e tirar os filhos das escolas.

Desde esse ponto de vista, o conceito de capacidade de adaptação abordado pelo RDH, converge com a proposta de capacidade de adaptação de “segunda geração” apontada por Burton *et al.* (2002), a qual se concentra na redução da vulnerabilidade atual, como forma de aumentar a resistência dos indivíduos, adotando medidas no tempo presente, para que eles possam gerenciar seus recursos e lidar melhor com os riscos climáticos. Neste caso, a capacidade de adaptação é ampliada “por processo” ou de forma antecipada a eventos climáticos. Nela incluem medidas estruturais sobre aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais.

A diferença de outras abordagens, como as do IPCC, a capacidade de adaptação de segunda geração considera uma escala espacial local e uma escala temporal atual. Além disso,

por focar em aspectos sociais, não considera a forma de adaptação autônoma ou natural, como possivelmente acontece nos recursos naturais e como é assumido na avaliação do IPCC.

4.2 IMPACTOS DA MUDANÇA CLIMÁTICA SOBRE OS RECURSOS NATURAIS.

Diferentes critérios apontados pelas abordagens citadas acima são utilizados para caracterizar os efeitos da mudança climática sobre os recursos de água, solo e biodiversidade. Nessa análise incluem-se os seguintes aspectos:

- Apresentam-se os principais riscos a que se devem enfrentar os sistemas naturais e as conseqüências dos choques climáticos. Levam-se em conta os impactos que excedem limites críticos de resistência e de regeneração natural.
- Com o objetivo de identificar parte da vulnerabilidade dos recursos naturais aos choques climáticos, são analisados os indicadores do *status* atual dos recursos, distinguindo aspectos quantitativos e qualitativos, como a dotação e disponibilidade dos recursos, o estado de degradação e contaminação atual, padrões de extinção, entre outros indicadores. Aqui, considera-se a vulnerabilidade por processo (e *ex-ante* os choques do clima), levando em conta as interações entre os seres humanos e os sistemas naturais. Portanto, são consideradas pressões como o desmatamento, o uso intensivo dos recursos, entre outros eventos. Com nesta análise, faz-se possível caracterizar a sensibilidade, bem como a capacidade ou incapacidade dos sistemas naturais de se ajustarem aos choques do clima esperados para as próximas décadas.
- Na análise, consideram-se as diferenças regionais de exposição e sensibilidade dos sistemas naturais aos choques climáticos, definidas pela localização geográfica e a dotação e o estado dos recursos entre as regiões do mundo. Dessa forma, tenta-se mostrar as desigualdades na distribuição de impactos.
- Foca-se sobre a importância dos serviços dos ecossistemas de cada recurso na prestação de funções como: regulação, suporte, provisão e cultura. Portanto, descrevem-se os principais impactos potenciais da mudança climática nas propriedades desses serviços. Esta análise é relevante devido a que estes serviços representam os mecanismos associativos através dos quais é possível distinguir as interações indiretas entre as variáveis climáticas e os componentes do bem-estar humano.

4.2.1 Impactos da mudança climática no recurso Água

A mudança climática deve intensificar o ciclo hidrológico e deve exercer pressão sobre os recursos de água devido a fatores, tais como: mudanças nos padrões de precipitações, aumento da evapotranspiração, inundações, secas e a partir do derretimento das camadas de gelo e aumentos no nível do mar (ARNELL, 1999; IPCC, 2007b, MILLER; YATES, 2005).

Tendo em conta que a água fresca é considerada um recurso renovável, sua disponibilidade avalia-se através da velocidade de circulação dos fluxos, ao invés de ser avaliada em termos de reservas. A maior proporção de água fresca renovável corresponde à água superficial, proveniente de rios e lagoas. Nesse caso, ao ser avaliada a disponibilidade de água fresca em termos de capacidade de armazenamento, só se contaria com 2.000 km³, medida que representa à quantidade de água de todos os rios do mundo, sendo esta quantidade muito menor à utilizada pelo ser humano, a qual corresponde a 3.830 km³/ano (OKI; KANAE, 2006). Devido a essa reduzida capacidade de reserva, não é possível acumular água durante as enchentes para ser utilizada nos períodos de seca.

De igual forma, devido à maior variabilidade dos fluxos de água em tempo (anual e estacional) e espaço (desigual distribuição), faz com que seja impossível utilizar o 100% dos recursos renováveis de água fresca, estimados para o ano de 2001 em 43.659 km³ por ano, sendo só aproveitada em torno do 8,8% do recurso (3.830 Km³ por ano) (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2006a)⁵⁰.

Os fluxos de água dependem do volume e intensidade das precipitações. Porém, o aumento da temperatura deve afetar a estacionalidade das chuvas, causando precipitações mais intensas e menos frequentes em certos períodos. A previsão é de que isso exacerbe a incidência de secas⁵¹ e inundações⁵². Com a presença desses eventos, pode aumentar a acumulação de sedimentos e contaminantes nos armazenamentos de água. As enchentes, por

⁵⁰ Outra fonte de água fresca utilizada pelo ser humano provê dos fluxos de evapotranspiração desde culturas não-irrigadas. Este tipo de recurso denomina-se como “água verde” (“green water”) e é utilizada cerca do 30% dela. O recurso de água convencional ou água superficial denomina-se como “água azul” (“blue water”) (OKI; KANAE, 2006).

⁵¹ O fenômeno de seca é definido como: “meteorological drought (precipitation well below average), hydrological drought (low river flows and water levels in rivers, lakes and groundwater) agricultural drought (low soil moisture), and environmental drought (a combination of the above)” (KUNDZEWICZ *et al.*, 2007, p.186 -187).

⁵² O fenômeno de inundações depende de: “precipitation intensity, volume, timing, antecedent conditions of rivers and their drainage basins (e.g., presence of snow and ice, soil character, wetness, urbanisation, and existence of dikes, dams, or reservoirs)” (KUNDZEWICZ *et al.*, 2007, p.186).

exemplo, podem aumentar o nível de despejos nos rios. Nesse processo, há probabilidade de que parte da disponibilidade e qualidade da água seja afetada (MILLER; YATES, 2005).

Os aumentos da temperatura restringem a capacidade autônoma de purificação da água, causando baixa dissolução do oxigênio, elemento responsável pela biodegradação (KUNDZEWICZ *et al.*, 2007). A mudança climática deve afetar os parâmetros físicos, químicos e biológicos dos corpos de água, e, deve causar perdas de habitats de espécies de animais e plantas aquáticas (NÖGES *et al.*, 2007).

De igual forma, com os maiores aumentos da temperatura, a atmosfera consegue assegurar maior umidade, a qual intensifica os processos de evaporação da água e de transpiração por parte da vegetação. O aumento de um grau Celsius na temperatura do ar, faz com que aumente em 7% a capacidade da atmosfera em assegurar água. Esse desbalanceamento deve mudar o fluxo de água líquido dos rios e o reabastecimento das águas subterrâneas⁵³ (MILLER; YATES, 2005). Há probabilidade de que o problema seja mais intenso nas regiões secas, onde atualmente já existe escassez do recurso.

As fontes hídricas devem ser afetadas pela mudança climática em duas vias: restringindo a provisão em termos de *quantidade e qualidade*, e, elevando a *demand*a devido ao aumento da temperatura, especialmente para cobrir os ciclos ambientais da vegetação e da agricultura. Estes impactos devem ser distribuídos desigualmente entre os diferentes países. Globalmente, a maior proporção de demanda de água fresca é para a irrigação (70%) seguida do uso nos setores industriais, manufatura e termoelétricas (22%) e, por último, para o consumo doméstico (8%) (ARNELL, 1999; FAO, 2006a). Segundo Arnell (1999), um terço (de 5,2 bilhões) da população mundial em 1990 usava mais de 20% da água disponível do país que habitavam, experimentando um alto stress do recurso. Para 2025, projetam-se 5 bilhões de pessoas adicionais com “stress” de água e em torno de 3 bilhões de pessoas dependendo da irrigação. Países em desenvolvimento devem demandar maior quantidade de água, pois eles contam com a maior proporção da agricultura, e, nos quais, projeta-se um acelerado crescimento populacional (VÖRÖSMARTY *et al.*, 2000).

No Hemisfério Norte, projeta-se um aumento da temperatura média da superfície maior do que no Hemisfério Sul. Em consequência, prevê-se que a estação do inverno seja curta e menos fria e que as precipitações sejam mais em forma de chuva do que com neve. Desse modo, há probabilidade de que seja reduzida a capacidade de reserva de água (nas montanhas) assim como a umidade do solo. Entretanto, para a região dos trópicos, as

⁵³ Os recursos de águas subterrâneas são significativamente correlacionados com a mudança das precipitações, mais do que com os aumentos de temperatura.

evidências apontam para menores precipitações e maior frequência e intensidade dos períodos de seca (KUNDZEWICZ *et al.*, 2007).

O derretimento glacial das montanhas deve reduzir as reservas de água que são usadas na estação do verão, sem possibilidade de reabilitação. Nos Andes, por exemplo, o derretimento das camadas de gelo pode deixar 10 milhões de pessoas sem provisão de água na época seca. Assim como foi exposto no capítulo 1, uma das funções dos componentes da “cryosphere” consiste na redistribuição, transporte e armazenamento do 75% de água fresca que dispõe o planeta (LEMKE *et al.*, 2007). Portanto, maiores fluxos de água e diminuição da capacidade de reserva devem levar a uma escassez de água. Em relação a isso, de acordo com quatro cenários do IPCC (KUNDZEWICZ *et al.*, 2007), países como Brasil e África do Sul devem sofrer um arrefecimento de 70% nas recargas de águas subterrâneas.

Como conseqüência do derretimento das camadas de gelo e do aumento de temperatura, o nível do mar tem aumentado. Este evento, por sua parte, tem ocasionado a intrusão de água salgada em costas e aquíferos de água fresca e a salinização de águas superficiais. Assim, em localidades da Holanda, o futuro aumento do nível do mar pode afetar significativamente o suplemento de água. Na Flórida, um aumento de cinco polegadas pode ser suficiente para cobrir parte dos recursos de água (MILLER; YATES, 2005).

O *stress* que exerce a mudança climática sobre as fontes de água pode danificar a funcionalidade dos ecossistemas hídricos e diminuir a oferta dos seus serviços, como a provisão, a regulação e o suporte. Os serviços da água são apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 - Serviços da Água.

Suporte	Vida Ciclo hidrológico Ciclo bioquímico Transporte de nutrientes Habitats	Provisão	Alimentos (peixe, arroz) Consumo Irrigação Energia (hidroelétricas)
		Regulação	Doenças por veiculação hídrica Pestes Erosão Poluição
		Cultura	Recreação Turismo Esportes Transporte (navegação)

Fonte: MA, 2003 e United Nations World Water Assessment Programme, 2003.

A mudança climática pode alterar as propriedades de regulação e purificação da água devido ao fato de modificar os fluxos e transporte de nutrientes e permitir a acomodação de espécies invasoras, principal fator que incide na modificação dos habitats aquáticos

(FALKENMARK; GALAZ, 2006). Com a deficiência da prestação de serviços de regulação e suporte associada à mudança do clima, há probabilidade de maior incidência de doenças por veiculação hídrica no ser humano, como a diarreia e a cólera.

Relacionado com o serviço de provisão de água, os riscos das alterações climáticas deve ser enfrentado por 200 milhões de pessoas no mundo que dependem da pesca como meio de sustento (“livelihood”) e por um bilhão de pessoas que utilizam o peixe como suplemento de proteína (FALKENMARK; GALAZ, 2006).

De igual forma, o desafio para os próximos anos inclui o risco de não contar com suficiente água para a irrigação. Como se observa na tabela 5, globalmente, 70% da água fresca utiliza-se no setor da agricultura, sendo esse percentual muito maior em regiões como África, Ásia e América Latina (86%, 81% e 71% respectivamente) as quais coincidem em concentrar elevados índices de pobreza rural. Na tabela 5, é possível distinguir parte da disputa pela água que se pode derivar com as alterações climáticas. Enquanto países desenvolvidos da região de América do Norte e da Europa devem demandar maior proporção de água para o setor industrial (atualmente nesse setor usam 48% e 53% dos seus recursos de água), países em desenvolvimento devem precisar mais água para a produção de alimentos. Nesse processo, parte da preocupação está associada com a previsão do aumento da demanda de água em uma escala superior a sua oferta, assim como ao aumento da população em países em desenvolvimento. A isso se soma o cenário de desigualdades no acesso a água, com países ricos pagando menores preços pela água do que países pobres⁵⁴ (PNUD, 2006).

Tabela 5 - Retiradas de água por setor em 2001

Região	Volume total de utilização de água km ³ /ano	Retiradas de água fresca por setor		
		Doméstico	Indústria	Agricultura
		%	%	%
Mundo	3.830	10	20	70
África	215	10	4	86
Ásia	2.378	7	11	81
América Latina	252	19	10	71
Caribe	13	23	9	68
América do Norte	525	13	48	39
Oceania	26	18	10	72
Europa	418	15	53	32

Fonte: FAO (2006a), base AQUASTAT

Os impactos da mudança climática nos recursos hídricos podem ser mais severos para os países pobres, devido ao elo que existe entre a água e a produção de alimentos. Para

⁵⁴ Por exemplo, indivíduos de países pobres como Quênia e Filipinas pagam 5 a 10 vezes mais pelo custo da água, que indivíduos de países ricos como Inglaterra (PNUD, 2006)

produzir 1kg de trigo, por exemplo, é necessário 1m^3 de água, e, para produzir 1kg de arroz, require-se 2m^3 de água. Todavia, o requerimento de água para a produção de carne é 6 a 20 vezes superior que para cereais. Para produzir o consumo mínimo de alimentos de 2.800 quilocalorias por pessoa por dia, exige-se 1.000m^3 de água por ano. Assim, com uma população mundial de mais de 6 bilhões de pessoas, require-se 6.000km^3 de água para a produção do alimento precisado. Porém, globalmente as retiradas de água para a irrigação são próximas de 2.500km^3 (FAO, 2003a).

A ameaça é de grandes proporções na África subsaariana, região que enfrenta atualmente situação de “stress” hídrico, e, ao mesmo tempo, apresenta 24% das pessoas subnutridas do mundo. Os riscos climáticos somam-se a esse quadro de vulnerabilidade, restringindo ainda mais as opções de sobrevivência.

Os cultivos agrícolas irrigados representam 40% do total da produção agrícola no ano 2000 e seus rendimentos são duas vezes superiores aos gerados nos cultivos que dependem das chuvas. Em países em desenvolvimento, 60% da produção de cereais vem de cultivos irrigados (FISCHER *et al.*, 2007).

A área global de terra irrigada é projetada para aumentar 45% para 2080, com relação ao ano de 2000⁵⁵, com maior proporção para países em desenvolvimento (56%), em especial, de regiões como Ásia do Sul, África e América Latina. Para Índia e China, projeta-se um aumento de 28%. Segundo Fischer *et al.* (2007), o requerimento ou necessidade de água para a irrigação deve aumentar conforme a expansão da terra irrigada, porém, com maior proporção quando se consideram os efeitos da mudança climática. O estudo do referido autor, confirma que a mudança climática deve incrementar a escassez de água em nível global. Contudo, com maior intensidade em regiões do sul do Mediterrâneo e África Subsaariana.

Na tabela 6, são apresentados os resultados do estudo de Fischer *et al.* (2007) no que se refere aos impactos da mudança climática sobre os recursos hídricos para a irrigação. Nota-se que para o ano 2080, os requerimentos líquidos de água para a irrigação⁵⁶ devem aumentar um pouco mais de 50% em países em desenvolvimento e 16% em países desenvolvidos, com referência do ano 2000. O incremento mais significativo deve ser experimentado por África Subsaariana (de 45 a 180 bilhões m^3 , ou, 300%) e América Latina (de 82 a 179 bilhões m^3 , ou, 119%).

⁵⁵ No ano 2000, a terra irrigada (271 milhões de ha) representa 18% da área de terra total cultivada (FISCHER *et al.*, 2007)

⁵⁶ Requerimento líquido de água para a irrigação agrícola refere-se à quantidade de água (em adição a disponível umidade do solo de precipitações) necessária para que culturas agrícolas se desenvolvam sem “stress” de água.

Tabela 6 - Projeções sob cenários sem e com mudança climática dos requerimentos de água para a irrigação e do índice de escassez de água para 2080

Regiões	Requerimento líquido de água para a irrigação (bilhões m ³)				Índice de escassez de água com mudança climática sobre retiradas de água para a irrigação		
	Ano de referência	Sem mudança climática	Adição com mudança climática	% adicional com mudança climática	Ano de referência	Sem mudança climática	Com mudança climática
	2000	2080	2080		2000	2080	2080
Mundo	1.350	1.961	395 - 409	20% - 21%	13,6	14,2	17,1
Países desenvolvidos	255	297	107 - 133	36% - 45%	5	4,9	7,1
Países em desenvolvimento	1.095	1.664	276 - 288	16% - 17%	19,6	18,9	22,4
América do Norte	107	132	8 - 48	6% - 36%	6,9	6,6	10,7
Europa Oriental e USSR	98	119	46 - 143	39% - 120%	4	4,1	5,4
África subsaariana	45	180	19 - 132	10% - 73%	2,8	8,8	10,4
América Latina	82	179	8 - 27	4% - 15%	1,6	2,9	6,6
África do Norte e Meio Oriente	169	228	39 - 61	17% - 27%	60,9	60,7	88,1
Ásia Oriental	213	261	28 - 122	11% - 47%	15	14,6	17,4
Ásia do Sul	496	681	7 - 65	1% - 9%	43,2	48,3	42

Fonte: Dados de Fisher *et al.*, 2007

Nota: Requerimento líquido de água para a irrigação agrícola refere-se à quantidade de água (em adição ao nível disponível de umidade do solo por precipitações) necessária para que culturas agrícolas se desenvolvam sem “stress” de água. Índice de escassez de água refere-se à medida de escassez de água em relação à demanda de água para a agricultura. A escassez de água experimenta-se quando as retiradas excedem 20% dos recursos de água renováveis disponíveis no país ou região. Severa escassez de água é quando se excede 40%.

Em um cenário com mudança climática, os requerimentos líquidos de água para a irrigação incrementam 20% além de aqueles estimados sem alterações do clima em 2080 (uma adição de 395 a 410 bilhões m³ sobre 1961 bilhões m³). Neste caso, a proporção adicional é mais elevada para países desenvolvidos (36% a 45%) do que para países em desenvolvimento (16% a 17%).

As projeções apontam maior escassez de água com as alterações do clima do que sem elas. Assim, para o ano 2080, o índice que avalia o nível de escassez de água⁵⁷ em relação à demanda para a agricultura aumenta de 14% (sem mudanças climáticas) para 17% (com mudanças climáticas). Em países em desenvolvimento eleva-se de 19% a 22%. Comparando as estimações nos cenários sem e com mudança climática, a situação é mais grave para África do Norte e Oriente Médio, devido a que seu índice de escassez de água aumenta de 61% a 88%. De igual forma, a mudança climática pode levar a severa escassez de água no Subcontinente Indiano e no Norte da China (FISCHER *et al.*, 2007).

O problema da mudança climática representa um fator adicional para a limitação do recurso, interagindo com aspectos de gerenciamento, disponibilidade de estruturas físicas de tratamento, desigualdades no acesso e na distribuição. Prevê-se que os maiores impactos sejam em países em desenvolvimento devido à maior utilização de água para a irrigação,

⁵⁷ A escassez de água experimenta-se quando as retiradas excedem 20% dos recursos de água renováveis disponíveis no país ou região. Severa escassez de água é quando se excede 40% (FISCHER *et al.*, 2007).

maior densidade populacional, e, também, por que estes países contam com um cenário de maiores disparidades no acesso ao recurso.

Desse modo, o impacto da mudança climática sobre o desenvolvimento humano, deve usar como vetor (além de outros) a crise gerada nos recursos hídricos a qual deve aumentar o risco e a vulnerabilidade da vida e dos meios de subsistência das pessoas. O aquecimento deve alterar a distribuição natural da água (com menos chuvas nos trópicos, onde se localizam os países em desenvolvimento, e, maior chuva em latitudes médias e altas, onde se situam os países desenvolvidos). Esta situação interage como com outros fatores⁵⁸, podendo acentuar os índices de pobreza e desigualdade, como será detalhado no próximo capítulo.

4.2.2 Impactos da mudança climática sobre o recurso solo

Entre as fontes de emissão de GEE que dão origem à mudança climática se encontra a mudança no uso da terra, sua degradação, assim como o desmatamento. Todavia, uma vez ativado o fenômeno, este apresenta processos de realimentação que incidem de volta para o solo, mudando ainda mais suas características e intensificando processos iniciais de erosão, sendo um fator adicional a outros⁵⁹ que motivam a perda da terra e da floresta, a extinção de espécies de animais e plantas e a mudança no funcionamento dos ecossistemas⁶⁰. Como se observa na Figura 12, existe uma ligação entre a perda de biodiversidade, a desertificação⁶¹ do solo e a mudança climática, na qual, o solo atua como mecanismo associativo, sendo ao mesmo tempo emissor e receptor de impactos. Assim, ao passo que se deteriora a vegetação e os componentes microbiológicos que intervêm na formação do solo, este diminui o ciclo nutricional e a capacidade de conservação, produzindo conseqüentemente, o processo de erosão do solo. Devido a esse evento, é reduzida a capacidade de seqüestro de CO₂, principal elemento que gera o desequilíbrio do sistema climático, influenciando em maiores ocorrências de eventos extremos como secas e enchentes, os quais, por sua vez, incidem novamente no solo causando maior erosão. Por causa destes processos de realimentação (“feedback”), o

⁵⁸ Como as atuais políticas e estrutura institucional, precária infra-estrutura, crescimento da população, entre outros.

⁵⁹ Fatores especificamente gerados pelo homem no gerenciamento da terra.

⁶⁰ Refere-se a mudanças dos períodos de tempo para a realização de suas funções, como também, na redução dos serviços oferecidos, como: provisão, suporte, regulação e cultura.

⁶¹ Segundo MA (2005b), em torno de 300 milhões de toneladas de CO₂ são emitidas em zonas secas a causa da desertificação.

aquecimento global é considerado como um acelerador da desertificação do solo e do deterioração da biodiversidade (MA, 2005b).

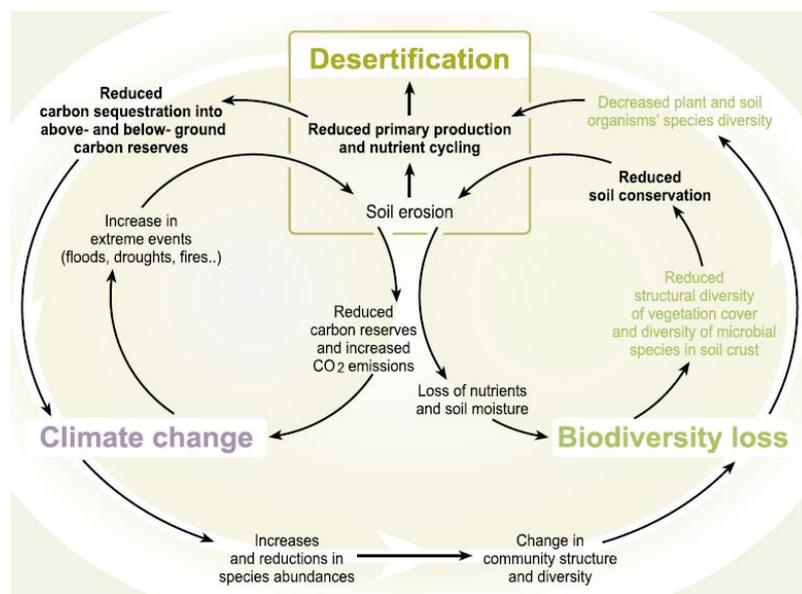


Figura 12 - Nexos e realimentação entre desertificação, mudança climática e perda de biodiversidade

Fonte: MA, 2005b, p. 17.

Nota: Em verde: Componentes de biodiversidade envolvidos nos elos. Em negrito: serviços impactados pela perda de biodiversidade.

Parte da vulnerabilidade do solo às alterações do clima está em função do estado atual de erosão do recurso. Quanto mais degradado seja o recurso inicialmente (no tempo presente) maior deve ser sua vulnerabilidade aos choques do clima, pois menor deve ser sua capacidade de ajustamento a essas perturbações.

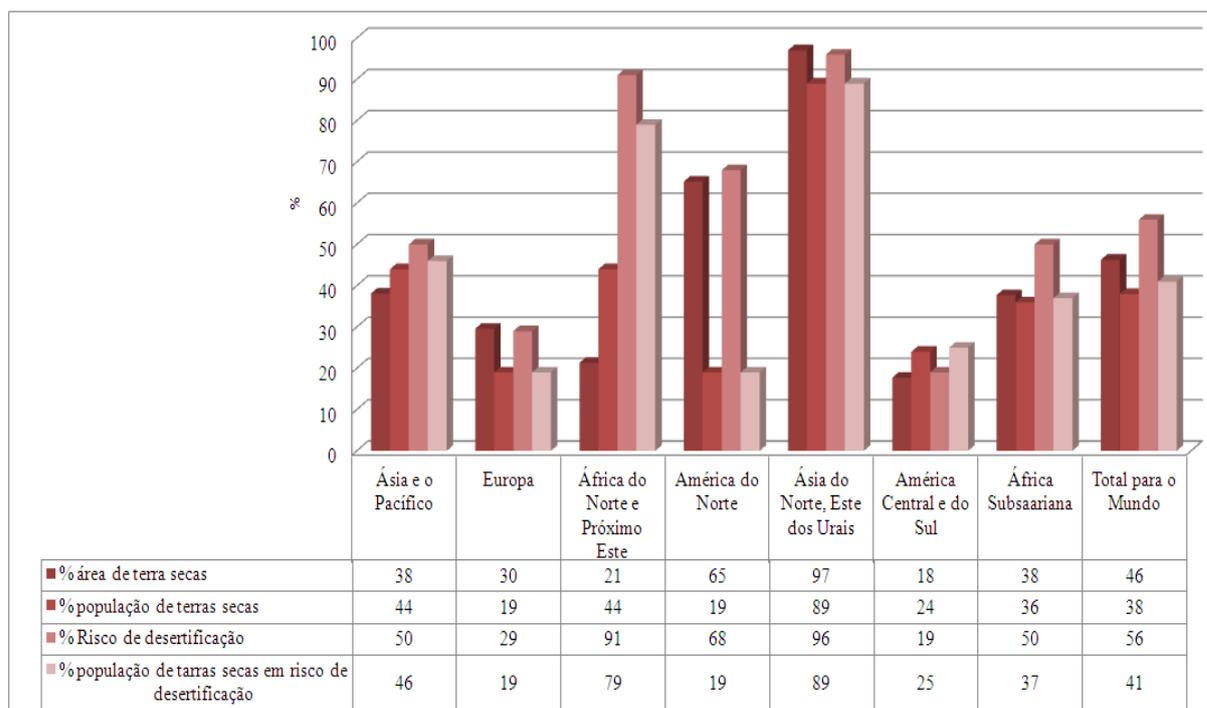
O risco de erosão do solo está presente em 16% da área de terra em nível global, sendo maior na Europa e na América do Norte (20%) seguido da América Central e do Sul (19%). Em termos absolutos, deve-se considerar a Ásia e o Pacífico assim como a África Subsaariana e do Norte como as regiões com maiores áreas em risco de erosão, em torno de 4.655 e 4.797 Km² respectivamente (ver Tabela 7).

Tabela 7 - Área de terra em risco de erosão, por regiões do mundo.

Região	Área Total		Risco de Erosão	
	'000 km ²	'000 km ²	%	
Ásia e o Pacífico	28.682	4.655	16	
Europa	6.806	1.386	20	
África do Norte e Próximo Este (Near East)	11.545	1.185	10	
América do Norte	19.295	3.795	20	
Ásia do Norte e Leste dos Urais	20.759	3.349	16	
América Central e do Sul	20.541	3.923	19	
África Subsaariana	24.238	3.612	15	
Total para o Mundo		21.960	16	

Fonte: FAO, 2003b

Por outro lado, de acordo com o MA (2005b), o processo de desertificação acontece em todos os continentes menos na Antártida, porém, é amplamente maior em terras de clima seco sub-úmido, semi-árido e árido. Segundo dados da FAO (2003b), da área de terra global, 46% corresponde a zonas secas, e, dessa proporção, 56% encontra-se perante o risco de desertificação (ver Gráfico 7). Tendo em conta esse processo, é possível que se reduza a capacidade do solo de produzir alimentos e diminua o suporte para a produção de gado e madeira. Em consequência disso, as pessoas que dependem desses serviços podem ser prejudicadas, expondo-as a extrema pobreza, desnutrição por falta de alimentos, migrações e doenças (MA, 2005b).

**Gráfico 7 - Proporção de terra seca, risco de desertificação e população por região e para o mundo.**

Fonte: FAO, 2003b, elaborado pela autora.

Nota: cifras em termos de proporção do total regional

Como se observa no Gráfico 7, a região com maior área de terra seca é a Ásia do Norte e do Leste dos Urais (97% da área de terra total da região) e dessa área, 96% , encontra-se em risco de desertificação. É de destacar que a África do Norte, mesmo apresentando pouca proporção de área seca (21%, comparativamente às outras regiões), tem 91% dela em perigo de desertificação, concentrando nessa área 79% da população total da região. Regiões como a Ásia e a África Subsaariana podem enfrentar maior desafio diante as alterações climáticas, pois elas apresentam alta densidade populacional e grande proporção de zonas secas em risco de desertificação.

A combinação entre a mudança climática e o estado atual de terras secas e em degradação pode trazer crescentes impactos negativos ao bem-estar das pessoas que habitam nessas áreas, ou seja, entre 38% a 41% da população do mundo que esta localizada em áreas áridas e em zonas de desertificação, encontra-se em situação mais vulnerável devido aos efeitos mais intensos dos choques climáticos sobre esse tipo de solo.

O perigo das interações entre as mudanças do clima e o recurso do solo inclui a ameaça à adequada prestação dos serviços dos ecossistemas do solo, sendo estes a regulação, o suporte, a provisão e o serviço cultural (ver Quadro 11).

Quadro 11 - Serviços dos ecossistemas do solo

Suporte	Conservação Formação do solo Produção primaria Ciclo de nutrientes	Provisão	Alimento fibras pastagem madeira para combustível bioquímicos
		Regulação	purificação e regulação da água espalhar sementes polinização cobertura de vegetação seqüestro de carbono
		Cultura	Turismo tradições sistemas indígenas

Fonte: MA, 2005b, p. 5.

A mudança da funcionalidade dos ecossistemas derivada das alterações do clima deve depender do *status* atual do solo, bem como da localização geográfica. Por exemplo, em terras que atualmente são consideradas como áreas secas (regiões mais tropicais), o aquecimento global pode restringir o serviço de suporte oferecido pelo solo, e, dessa forma, os processos naturais desse recurso não devem cumprir plenamente funções como o seqüestro de carbono

ou de renovação da vegetação. Além disso, os aumentos acelerados de temperatura podem afetar negativamente o serviço de provisão de origem agrícola, pecuário e da floresta.

Na medida em que a mudança climática altera a funcionalidade e os serviços dos ecossistemas do solo, afeta indiretamente o bem-estar dos seres humanos. Os efeitos do fenômeno devem ser proporcionais ao grau de dependência do homem nos serviços do solo. As pessoas dependem do solo como suporte de ciclos biológicos necessários para o sustento da vida humana e dos animais, também como um meio para a produção de alimentos.

Em especial, os impactos da mudança climática sobre o bem-estar dos indivíduos são determinados pela mudança na provisão de alimentos de origem agrícola. Não obstante, existem diferenças em relação ao grau de exposição a esse tipo de efeito, definidas de acordo à localização geográfica. Em regiões de latitudes altas, por exemplo, as evidências apontam a benefícios líquidos, devido aos acréscimos da temperatura que devem criar melhores condições para a produção agrícola. O contrário deve acontecer na região dos trópicos, pois devido à predominância de climas quentes, os aumentos da temperatura devem superar o nível ótimo para a produção agrícola, trazendo maiores prejuízos aos países em desenvolvimento, localizados a maior parte nessa região, e, os quais, dependem em maior proporção da agricultura, a qual, por sua vez, é na maior parte de subsistência e com reduzida adoção de tecnologias. Portanto, há probabilidade de que o efeito da mudança climática sobre a agricultura aumente a pobreza de países em desenvolvimento (TOL *et al.*, 2004). No Gráfico 8, nota-se que os países com maior proporção da agricultura em relação a seu PIB total, classificam como países com menor renda per capita. Nestes países, devem ser maiores os impactos da mudança climática associados à agricultura.

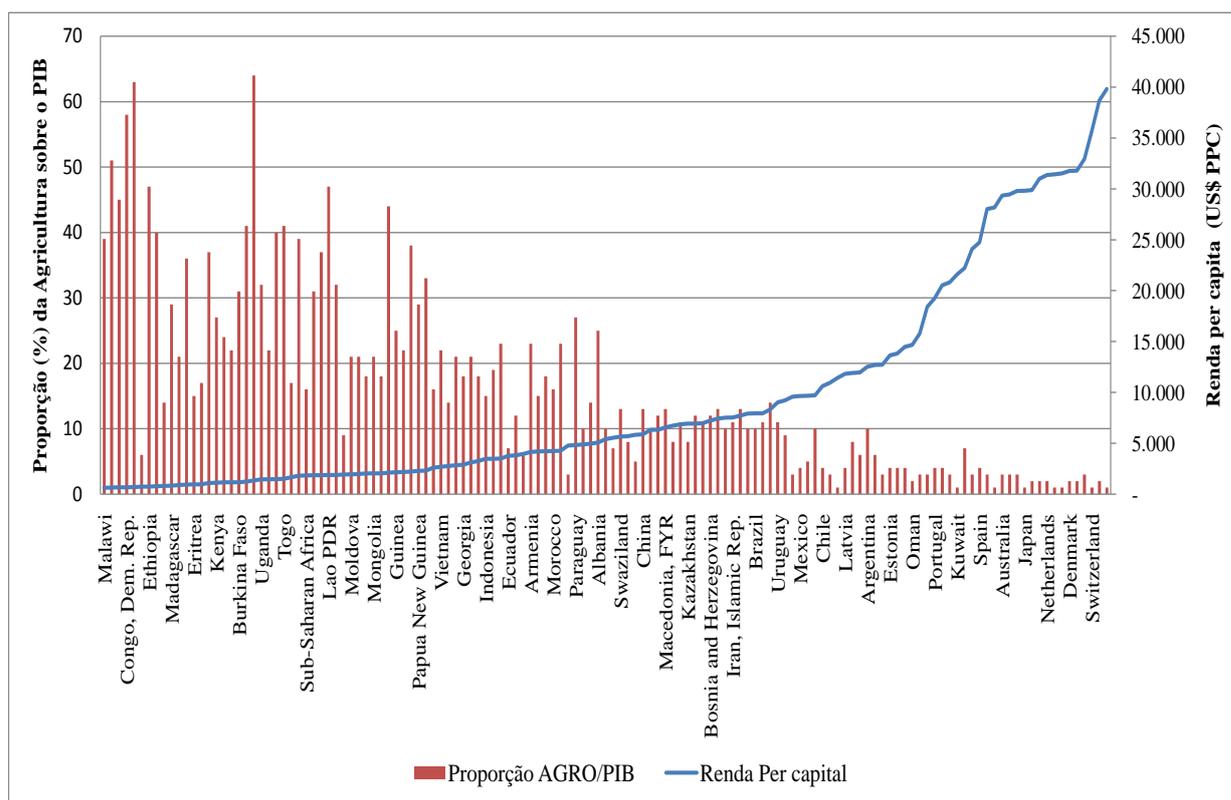


Gráfico 8 - Proporção da agricultura sobre o PIB total versus renda per capita para países do mundo.

Fonte: Adaptado de TOL *et al.*, 2004, p. 266, atualizado pela autora com dados do WORLD BANK, 2006

Nota: Dados para 2004, para todos os países nos quais os dados estavam disponíveis. Países com ranking de acordo à renda per capita.

Como pode ser observado na Tabela 8 abaixo, da extensão de terra da superfície global, 78,1% apresenta restrições severas⁶² para a agricultura. A restrição é diferenciada de acordo com categorias tais como: excesso de frio, seca, alta inclinação e baixas condições do solo. Por excesso de frio, os países desenvolvidos apresentam maior restrição (29,6%) comparada com os países em desenvolvimento (2,7%). Ao invés, esses últimos apresentam maior proporção de terra com excesso de calor, sendo de 34,5% contra 15,8% dos países desenvolvidos. Isto corrobora o enunciado no parágrafo acima, no que diz respeito às diferenças de impactos da mudança climática em relação à agricultura, definidas pela exposição geográfica entre hemisférios Norte-Sul, com impactos negativos nos países em desenvolvimento e benefícios líquidos nos países desenvolvidos.

⁶² Restrição severa da terra para o cultivo constitui solos com características como: a) temperatura: comprimento do período de crescimento com temperatura média diária acima de 5°C entre 0 e 120 dias, o qual compreende áreas super-áridas, áridas e semi-áridas; b) terras com inclinação de mais de 30%; c) pouca profundidade do solo ou solos rasos; d) baixa fertilidade do solo; e) pobre drenagem do solo; f) textura arenosa e g) constrangimento da química do solo como salinidade (Fischer *et al.*, 2002).

Tabela 8 - Severa restrição ambiental para a produção de culturas que dependem de chuvas

Região	Terra com severa restrição para cultivar						Solos em pobres condições (%)
	Extensão de terra total (10 ⁶ ha)	Total de terra com restrição		Excessivo Frio (%)	Excessiva Seca (%)	Excessiva inclinação (%)	
		(10 ⁶ ha)	(%)				
América do Norte	2.138,5	1.774,7	83,0	35,9	13,9	10,4	69,3
Europa do Este	171,0	68,0	39,8	0,0	0,0	5,9	38,7
Europa do Norte	172,5	135,5	78,5	18,0	0,0	9,9	77,8
Europa do Sul	131,6	63,6	48,3	0,7	0,1	31,0	44,3
Europa do Oeste	109,5	56,9	51,9	0,6	0,0	13,5	49,4
Fed. Russa	1.674,1	1.412,5	84,4	44,6	2,5	11,9	82,8
Caribe	23,4	15,7	67,0	0,0	0,0	15,8	65,8
América Central	248,4	184,8	74,4	0,0	31,5	26,3	59,7
América do Sul	1.777,6	1.251,8	70,4	0,5	10,6	7,5	63,6
Oceania	793,5	698,7	88,1	0,0	61,6	1,8	62,4
Polinésia	56,1	32,4	57,8	0,8	0,8	24,9	48,8
África do Este	639,5	404,7	63,3	0,0	18,5	10,2	53,5
África Central	657,1	515,0	78,4	0,0	13,1	3,3	72,6
África do Norte	794,1	728,2	91,7	0,0	77,4	5,2	62,7
África do Sul	266,4	210,6	79,0	0,0	56,9	14,4	43,1
África do Oeste	633,0	469,2	74,1	0,0	50,9	0,8	50,5
Ásia do Oeste	433,0	382,6	88,4	0,0	74,5	16,4	53,3
Ásia do Sudeste	444,5	271,8	61,2	0,0	0,0	21,7	57,4
Ásia do Sul	671,8	475,4	70,8	2,5	33,7	22,8	57,9
Ásia do Este	1.112,3	911,4	81,9	16,6	33,8	26,5	63,0
Ásia Central	414,4	382,0	92,2	2,5	78,4	10,0	78,1
Japão	37,2	21,9	58,8	0,0	0,0	35,9	54,4
Países em Desenvolvimento	8.171,5	6.235,5	76,3	2,7	34,4	12,8	60,9
Países Desenvolvidos	5.228,0	4.231,8	80,9	29,6	15,8	10,2	70,7
Total para o Mundo	13.399,5	10.467,3	78,1	13,2	27,1	11,8	64,7

Fonte: Fischer *et al.*, 2002, p. 66.

Nota: A porcentagem de terra com severa restrição para cultivar não soma 100% porque várias restrições sobrepõem-se em alguns locais. Assim, por exemplo, alguns locais apresentam terras com excessiva seca e mesmo tempo com excessiva inclinação e em pobres condições.

Nota-se, por exemplo, como a Federação Russa e América do Norte podem melhorar as condições para a agricultura a partir do aumento da temperatura, pois atualmente sofrem a maior restrição de terra devido ao excessivo frio (44,6%, 35,9% respectivamente). Pelo contrario, regiões da Ásia central e do oeste, assim como África do Norte e do Sul devem sofrer impactos negativos, por contar com elevada restrição de terra com excesso de calor, 78,4%, 74,5%, 77,4% e 56,9% respectivamente, o que corresponde à proporção de terra em condições restritas para a produção agrícola.

Por outro lado, o estudo de Fischer *et al.* (2002) estima os impactos da mudança climática sobre a extensão atual de terra agrícola e identifica o lugar onde deve acontecer a mudança na produtividade da terra. O referido trabalho estima que a terra dedicada à

produção agrícola em 1994-1995 correspondia a 11,2% da terra em nível global (13.399 x 10⁶ ha) e que a terra com potencial⁶³ de cultivo poderia ser de 26,6%.

Na Tabela 9 são sumarizados os resultados de Fischer *et al.* (2002). Ela apresenta em primeiro momento, as projeções de impactos sobre o potencial⁶⁴ de área de terra para a produção de trigo, arroz e milho no ano de 2080 contemplando só o aumento da temperatura de 1 até 3°C acima do nível atual, e, em segundo momento, combinando aumentos de temperatura com adição das precipitações.

Globalmente, tanto o acréscimo da temperatura quanto a combinação com o aumento das precipitações parece trazer ganhos em termos de extensão de terra para o cultivo dessas *commodities*. Contudo, ao desagregar por regiões e por nível de desenvolvimento, os impactos são muito diferenciados.

Países em desenvolvimento podem perder potencial de terra para a agricultura, na medida em que aumenta a temperatura acompanhada ou não das precipitações, diminuindo em um intervalo de 1,3% a 11,1%. Inclusive, nota-se que a região mais afetada seria América do Sul (-4,4% a -22,7%) seguida de África Central e Ásia do Sudeste.

Nos países desenvolvidos, os benefícios devem ser cada vez maiores com o aumento da temperatura junto com o aumento das precipitações. A extensão de terra com potencial para o sustento das culturas pode aumentar em um intervalo entre 11,1% a 25,3%.

⁶³ A estimativa da extensão de terra com potencial de cultivo para “rain-fed crop” assume os seguintes pressupostos: “the range of crop types considered, the definition of what minimum level of outputs qualifies as acceptable, the social acceptance of land-cover conversions (in particular forests), and the assumptions about what land constraints may be alleviated with level of inputs and investment” Fischer *et al.* (2002, p. 80).

⁶⁴ Potencial de terra para a agricultura corresponde a uma estimativa projetada de terra que atualmente não é usada para a agricultura, mas que poderia ser adaptada e convertida à agricultura com um nível de sustentabilidade. Estima-se que 25% de terra com potencial para a agricultura encontra-se em áreas de floresta e áreas protegidas. Não obstante, a ampliação de terra para as culturas será limitada dada a fragilidade ecológica, a incidência de doença e a restrição financeira e de infra-estrutura (FISCHER; SHAH; VELTHUIZEN, 2002).

Tabela 9 - Impactos da temperatura e precipitações sobre a adequação das culturas, expressa como extensão potencial de terra para o cultivo de trigo, arroz e milho (% mudança relativa ao atual clima)

Região	Incremento da Temperatura			Incremento da Temperatura, mudança de chuva			
	+1°C	+2°C	+3°C	+1°C, +5%	+2°C, +5%	+2°C, +10%	+3°C, +10%
America do Norte	12	16,1	20,3	16,1	20,9	23,8	28,4
Europa do Este	5,7	6	0,6	9,6	9,3	13	10,3
Europa do Norte	10,7	10,8	11,5	11,8	11,9	11,1	12,6
Europa do Sul	6,3	10,2	12,1	10,6	14	18,6	21,3
Europa do Oeste	0,4	-1,6	-2,9	1,1	-1	-1,3	-4,3
Fed. Russa	21,6	31,5	40,3	25,8	36,6	41	49,7
America Central e o Caribe	-0,5	-3,9	-8,5	-3,7	-6,4	-9,2	-13,4
America do Sul	-4,4	-11,4	-19,8	-6,9	-12,9	-13,9	-22,7
Oceania e Polinésia	-4,1	-4,7	-9,3	0,7	-0,2	3,6	-0,2
África do Este	-4,1	-8,2	-12,3	-5,8	-9,2	-10,9	-14,8
África Central	-2,5	-7	-11,2	-7	-11	-13,7	-17,9
África do Norte	-1,2	-3	-5,2	3,3	1,4	6,1	4,7
África do Sul	-17,3	-21,5	-30,9	7,9	-4,1	16,9	3,6
África do Oeste	-2,2	-8,4	-13,5	-3,4	-7,9	-8	-13,4
Ásia do Oeste	28,9	51,7	65,2	47,6	66,4	83,4	106,5
Ásia do Sudeste	-2,7	-4,5	-11,7	-6,5	-9,2	-14	-21,2
Ásia do Sul	-2,6	-6,8	-13,6	-0,8	-5,3	-3	-8,7
Ásia do Este e Japão	15,6	16,5	15,9	14,2	15,7	15,2	16,6
Ásia Central	13	13,9	6,6	31,5	17,3	54,3	51,1
Países em Desenvolvimento	-1,3	-5,5	-11,1	-2,1	-6	-5,9	-11,1
Países Desenvolvidos	11,1	15	17,7	14,8	19,1	22,2	25,3
Total para o Mundo	3,9	3,1	1,1	5	4,6	5,9	4,3

Fonte: Fischer *et al.*, 2002, p. 102

Nota: Potencial de terra para a agricultura corresponde a uma estimativa projetada de terra que atualmente não é usada para a agricultura, mas que poderia ser adaptada e convertida à agricultura com um nível de sustentabilidade. Modelo de projeções ECHAM4. Este modelo assume alto nível de insumos e gerenciamento da terra. Também considera os efeitos de fertilização de CO₂ no aumento da produção.

Por outro lado, o estudo de Darwin (2004) argumenta que os impactos no que refere ao suplemento de alimento de origem agrícola dependem da distribuição das classes de terras existentes nos países e da redistribuição da mesma, induzida pela mudança climática. No Gráfico 9, apresenta-se a atual distribuição de tipo de terras entre países desenvolvido e em desenvolvimento.

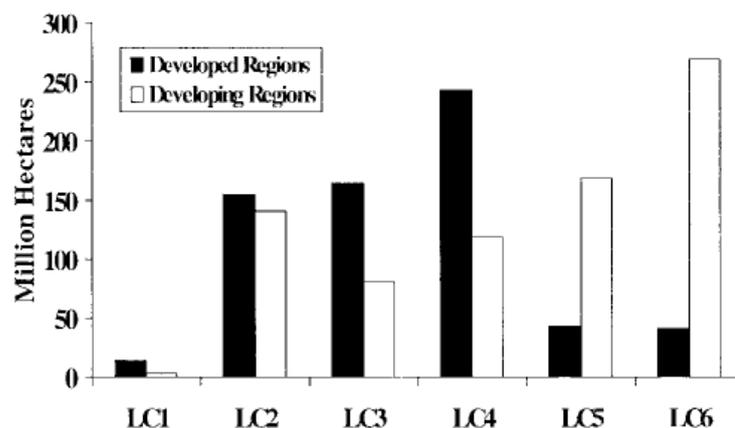


Gráfico 9 - Distribuição de classes de terra entre região desenvolvida e em desenvolvimento

Fonte: Darwin, 2004, p. 204.

Nota: Classes de terra em condições iniciais. LC1: área polar; LC2: desertos e semi-desertos; LC3: latitudes do norte; LC4: zona temperada e áreas tropicais; LC5: latitudes baixas e áreas equatoriais; LC6: áreas tropicais.

Darwin (2004) sugere que a terra para agricultura deve apresentar ajustamentos e uma nova redistribuição. Em países desenvolvidos, por exemplo, a área de terra de tipo LC4 pode diminuir devido ao aumento da temperatura do solo, passando a ser de tipo LC5 e LC6. Em países em desenvolvimento a maior proporção da terra é de tipo LC2, LC5 e LC6, sendo mais difícil o ajustamento devido ao decréscimo da umidade do solo (por contar com climas mais quentes atualmente). Em especial, o tipo LC6 pode sofrer o maior impacto, com uma redução entre 10,1% e 39,2%. Em nível global, 41,2 a 59,7% da terra utilizada para as culturas enfrenta mudanças devido às alterações climáticas. A terra para a agricultura deve reduzir em torno de 0,3 a 3,5% devido à redistribuição de terra, sendo que, para a área dos trópicos, esse percentual pode-se encontrar em um intervalo entre 18,6% e 52% (DARWIN *et al.*, 1995).

De forma geral, os impactos da mudança climática sobre a agricultura, como serviço oferecido pelo solo, podem ser sintetizados na Figura 13.

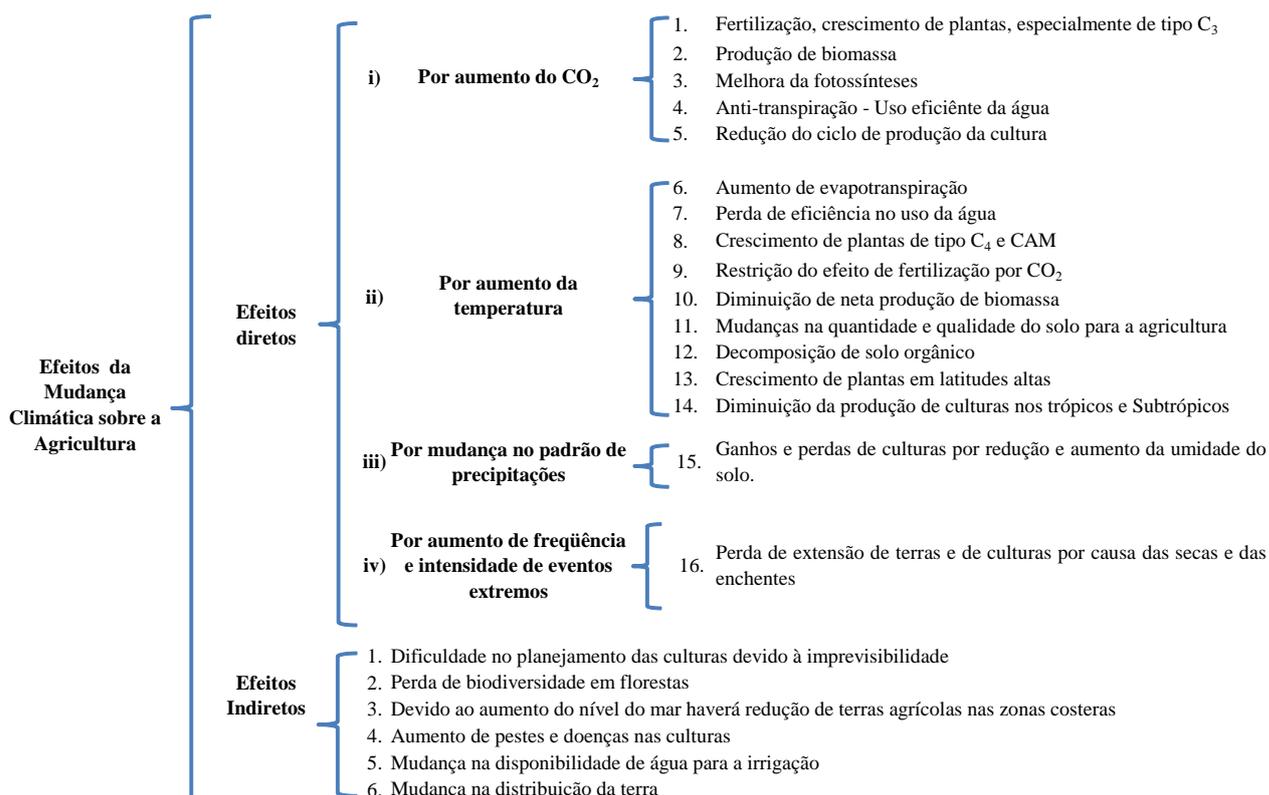


Figura 13 - Impactos da mudança climática sobre a agricultura

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Sombroek e Gommès (1996); Brinkman e Sombroek (1996); Van de Geijn e Goudrian (1996); Reilly *et al.* (2007); Adams *et al.* (1998).

Nota: As plantas são classificadas como tipo C₃, C₄ e CAM de acordo aos produtos formados na fase inicial da fotossíntese. C₃ = algodão, arroz, trigo, cevada, soja, girassol, batata, a maioria de legumes, florestas e horticultura. C₄ = milho, sorgo, açúcar de cana, milho miúdo, halófilos (organismos que florescem em ambientes salgados), grama, pastagem e foragem. CAM = mandioca, abacaxi, cebola.

Em relação ao primeiro grupo de efeitos diretos, o CO₂ é considerado como um dos principais nutrientes das plantas, dessa forma, sua maior concentração na atmosfera deve trazer o efeito de fertilização o que pode melhorar a fisiologia das plantas, a fotossíntese e a produção de biomassa, especialmente as de tipo C₃. Além disso, o CO₂ aumenta a eficiência do uso da água por parte das plantas, já que diminui o processo de transpiração através da redução dos estomas das folhas. Isto, assumindo ótimas condições nos outros elementos indispensáveis para o suporte das plantas, como a adequada luz, a temperatura e a umidade (SOMBROEK; GOMMES, 1996).

Em relação ao segundo grupo (ii) da figura 13, o aumento da temperatura deve restringir parte dos efeitos gerados pelo aumento do CO₂, como o efeito de fertilização, o processo de anti-transpiração e a eficiência no uso da água. Ao contrário do CO₂, o aumento da temperatura incrementa a evapotranspiração, e, por esse motivo, deve aumentar a demanda de água na agricultura, recurso que também deve estar em “stress” diante a mudança climática.

O trabalho de Allen *et al.* (1996) reitera que os efeitos positivos do CO₂ não devem ser suficientes para cobrir os efeitos negativos do aumento da temperatura. O CO₂ acelera o ciclo de desenvolvimento das plantas e das culturas e junto com os aumentos da temperatura podem incrementar a produção de biomassa e vegetação das culturas na forma de pastagem. Contudo, o maior aumento da temperatura reduz o período de germinação da semente ou o processo reprodutivo para a obtenção do rendimento da cultura. Em especial, o aumento de CO₂ eleva a temperatura a um nível superior ao sustentável para a produção de culturas, como, por exemplo, a cultura do arroz.

Segundo Darwin (1995), a nível mundial, diante um incremento de 1 a 5,2°C na temperatura, a produtividade das culturas deve diminuir 0,12 a 1,16%, e, a produção de gado 0,08 a 0,40%. De acordo com Parry *et al.* (1999), considerando um cenário com mudança climática, a produção de cereais no ano 2080 deve ser 2% a 4% menor do que um cenário sem mudança climática. Nesse nível, os preços podem aumentar entre 17% e 45% e o número de pessoas em risco de fome pode elevar-se em 90 e 125 milhões de pessoas.

Como indica a Tabela 10, em diferentes cenários de projeção A1FI, A2, B2 e B1⁶⁵, existem países que ganham e que perdem em termos do potencial de produção de cereais, com base na atual área de terra cultivada. Em condições de mudança climática, projeta-se que sejam entre 42 a 73 os países perdedores, nos quais, estima-se que a população para 2080 seja de 1,6 a 3,8 bilhões de pessoas. Ademais, estima-se que a produção potencial de cereais diminua para esses países em um intervalo de 3% a 7,9% do potencial global de produção (ver tabela 10) (FISCHER; SHAH; VELTHUIZEN, 2002). Portanto, o aumento da população e a redução de cereais podem aumentar a vulnerabilidade dos habitantes desses países à situação de fome e desnutrição. Entretanto, existem 54 a 71 países que podem ganhar em termos de produção potencial de cereais, em um intervalo entre 3,6% e 5,5% da produção potencial.

⁶⁵ Correspondem aos cenários proposto pelo IPCC descritos no capítulo 1.

Tabela 10 - Projeções para 2080 dos impactos sobre a produção potencial de cereais de países ganhadores e perdedores com a mudança climática, com base na atual terra cultivada

Cenário	Número de países		População Projetada a 2080		Mudança da produção potencial de cereais (% do potencial global)	
	G	P	Bilhões de pessoas		G	P
			G	P		
A1F1	54	73	3,0	3,3	5,5	-7,9
A2	61	57	3,3	3,8	4,1	-6,8
B2	71	43	3,8	2,7	4,2	-4,3
B1	67	42	2,3	1,6	3,6	-3

Fonte: Fischer; Shah e Velthuizen, 2002, p. 85.

Nota: G= países que ganham 5% ou mais; P= países que perdem 5% ou mais. Projeção gerada pelo modelo HadCM3 para o ano de 2080.

Tendo em conta que as evidências apontam um aumento da população e uma redução da produção de alimentos, há probabilidade de que seja maior a população em risco de fome. Alguns autores sugerem que o comércio internacional pode amenizar os impactos da mudança climática na provisão de alimentos, especialmente em países pobres (PARRY *et al.*, 1999). Porém, existem outros fatores socioeconômicos e institucionais que interagem com os impactos, que se convertem em limitantes para o comércio e acesso de alimentos. Além disso, deve-se considerar que só 15% da produção mundial de alimentos é destinada ao comércio internacional. Nessas condições, o papel do comércio no abastecimento de alimentos não representa uma solução definitiva (PARRY *et al.*, 1999).

No ano 2003, as pessoas desnutridas nos países em desenvolvimento somavam 820,2 milhões (16,84% da população total) (FAO, 2006b) e projeta-se que para o ano de 2080, em um cenário sem considerar a mudança climática, esse número diminua a 768 milhões de pessoas, representando 6,5% da população total projetada para o mesmo ano. Não obstante, considerando os impactos da mudança climática, o número de pessoas adicionais com risco de fome pode ser de 120 milhões no cenário A2, totalizando em 888 milhões, cerca de 15% acima da projeção estimada. Em um cenário mais otimista, como o B2 e considerando a mudança climática, o aumento de pessoas em risco de fome também deve aumentar 15%. No entanto, em valor absoluto o número seria menor, cerca de 268 milhões de pessoas (ver Tabela 11).

Tabela 11 - Projeções da população total e a população com risco de fome nos cenários A2 e B2 do IPCC, sem considerar e considerando a mudança climática, nos países em desenvolvimento

Cenário	Projeção Sem considerar Mudança Climática								Projeção Considerando Mudança climática	
	1990		2020		2050		2080		Adicional de PCRFB para o 2080	Total PCRFB para 2080
	PT	PCRFB	PT	PCRFB	PT	PCRFB	PT	PCRFB		
A2	3927	824	6550	782	9420	721	11672	768	120	888
B2	3927	824	6183	630	7883	348	8717	233	35	268

Fonte: Dados subtraídos de Fischer; Shah e Velthuizen, 2002.

Nota: PT= População Total; PCRFB: População Com Risco de Fome (“População com renda insuficiente para produzir ou comprar seu requerimento de alimento” (PARRY *et al.*, 1999:57)). Cifras em milhões. Projeções sem mudança climática baseadas no modelo de referencia (base Basic linked System - BLS) do IPCC. Projeções considerando a mudança climática a partir do modelo HadCM3 para o ano de 2080.

Levando em conta os argumentos expostos acima, pode-se dizer que a mudança climática deve afetar as propriedades do solo e deve mudar os serviços dos ecossistemas oferecidos por esse recurso. Os impactos devem ser maiores para agricultura, no que diz respeito à quantidade de terra disponível e com potencial de cultivo, assim como em termos de rendimento produtivo. As mudanças da terra e da produção de culturas representam um mecanismo através do qual a mudança climática pode afetar indiretamente o bem-estar humano em caminhos como mudanças na disponibilidade de alimentos, nos costumes de plantio e em migrações para terras mais aptas. Os impactos podem ser positivos ou negativos de acordo com a localização geográfica, o atual *status* da terra e o grau de dependência na agricultura. Os países em desenvolvimento devem ser os mais afetados, pois eles estão localizados em zonas mais quentes e com maior sensibilidade a aumentos de temperatura, contando com maior proporção de terras secas e em risco de desertificação. Além disso, nesses países existe um número maior de pessoas que dependem da agricultura. Considerando os impactos sobre o bem-estar humano, muitas pessoas dos países em desenvolvimento apresentam elevado risco de sofrer fome e desnutrição.

4.2.3 Impactos da mudança climática sobre a Biodiversidade

Os nexos entre a mudança climática e a biodiversidade são definidos por interações em duas vias. Em primeiro momento, as modificações da biodiversidade, a partir do desmatamento, são responsáveis de boa parte das emissões de GEE que produzem o aquecimento global. Em segundo momento, ao gerar-se as alterações climáticas, estas se convertem em um fator adicional que incide na maior perda da biodiversidade (CBD, 2003).

A UNFCCC (UNITED NATIONS, 1992, art. 2) argumenta que a mudança climática representa uma ameaça para a biodiversidade, desse modo, enfatiza na necessidade de estabilizar as emissões de CO₂, para permitir que os ecossistemas se adaptem naturalmente.

A biodiversidade é definida pela Convenção das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica – CBD (MA, 2003, p. 51) como: “a variabilidade de organismos vivos de qualquer fonte, incluindo, entre outras coisas, os ecossistemas terrestres e marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos que formam parte: compreende a diversidade dentro de cada espécie, entre as espécies e os ecossistemas”⁶⁶. A biodiversidade inclui genes, indivíduos, populações, espécies, ecossistemas, comunidades e habitats. Tendo em conta esta definição, o estado da biodiversidade pode ser caracterizado pela extensão e *status* dos ecossistemas bem como pela *diversidade funcional* de seus componentes dentro de um ecossistema (CBD, 2003).

O caráter *funcional* que se lhe atribui à biodiversidade, permite que os efeitos da mudança climática sejam avaliados, considerando não somente o número de espécies em perigo de extinção, mas também a modificação das funções ou serviços oferecidos pelos diferentes componentes e ecossistemas, que segundo as categorias adotadas pelo MA (2003) são de provisão, suporte, regulação e cultura.

Nesse sentido, a importância dos diferentes habitats, ecossistemas e demais componentes da biodiversidade está relacionada com os serviços que oferecem, tais como: regulação e purificação da água e do ar, polinização e dispersão de sementes, fornecimento de combustível como a madeira, alimento, fibras e plantas medicinais, prevenção da erosão e da desertificação do solo e controle de epidemias e pestes. Assim, por exemplo, cerca de 20.000 espécies são usadas como fonte de medicina por 80% (de 3 bilhões) das pessoas que vivem em países em desenvolvimento. De igual forma, a biodiversidade cumpre com a função de absorver 60% do CO₂ emitido na atmosfera (CBD, 2003). A adequada prestação dos serviços da biodiversidade é importante para assegurar a mesma preservação dos sistemas biológicos, e também, para garantir o bem-estar dos seres humanos (MA, 2005c). No Quadro 12, são sintetizados esses serviços:

⁶⁶ Do texto original em inglês.

Quadro 12 - Serviços da Biodiversidade

Suporte	Conservação Armazenamento de CO ₂ Formação do solo Ciclo de Nutrientes Ciclo da Água	Provisão	Alimentos Fibras Pastagem Combustível Madeira Essências Plantas medicinais
		Regulação	Polinização Dispersão de sementes Controle de desastres: inundações, tormentas e secas Controle de doenças e pestes Controle de erosão Absorção de CO ₂ Regulação da água e do Ar
		Cultura	Valores culturais Inspiração Tradições Turismo Comunidades indígenas

Fonte: MA, 2003.

O aquecimento global pode tornar mais vulnerável os diferentes tipos de habitat, como os oceanos, as florestas e os habitats de água doce. Igualmente, pode interromper o funcionamento interligado que todos os componentes biológicos levam. A mudança climática pode afetar a biodiversidade de forma direta através do aumento da temperatura, CO₂, precipitações e eventos extremos. De forma indireta, os choques climáticos podem afetar a biodiversidade por meio das modificações na mesma funcionalidade dos ecossistemas. Os impactos dependem da interação com fatores relacionados às atividades humanas, dentro das quais se destacam: o desmatamento, a mudanças no uso da terra e o uso intensivo dos recursos. Também dependem da extensão e magnitude das perturbações climáticas, bem como da resistência, a capacidade de adaptação e a vulnerabilidade da biodiversidade. Os efeitos da mudança climática, como pressão adicional da deterioração da biodiversidade, podem contribuir ao aumento de fatores como:

- a) Mudança na distribuição de espécies (MA, 2005c);
- b) Mudança na morfologia, fisiologia e comportamento (CBD, 2003);
- c) Aumento de espécies invasoras (THUILLER; RICHARDSON; MIDGLEY, 2007);
- d) Migração de espécies (Malcolm e Hunter, 2007): a migração das espécies pode ser uma forma de reduzir os impactos do aquecimento global, porém, modelos mostram que espécies tornam-se ainda menos capazes de colonizar novos espaços quando os efeitos da mudança climática são combinados com a perda de habitats (TRAVIS, 2003; MALCOLM *et al.*, 2006). Portanto, a problemática da mudança climática é mais intensa quando se associa a outros eventos causados pelo homem,

como o desmatamento. De ser considerado um caso hipotético de perfeita migração (sem perda de habitat e capacidade das espécies) a taxa de extinção com mudança climática seria menor (MALCOLM *et al.*, 2006);

- e) Fragmentação: redução e modificação de habitats (DOBSON, 2004), como, por exemplo, redução do fluxo de água dos rios derivado do aumento da temperatura. Segundo Travis (2003), a taxa de resistência das espécies à mudança climática diminui quando os habitats são fragmentados. Por outro lado, espécies com menor habilidade de colonização e dispersão, apresentam maior probabilidade de extinção frente às alterações climáticas. Todavia, a probabilidade de extinção é maior quando se combina a mudança climática com a perda de habitat;
- f) Intensificação: incremento da poluição de água, erosão do solo, novas doenças, pestes e parasitas. As evidências mostram que devido às alterações do clima, aumenta a abundância do mosquito que transmite a malária (MARTENS *et al.*, 1995a; MARTENS *et al.*, 1995b; MARTENS; McMICHAEL, 2001);
- g) Exploração: a mudança climática acelera o uso dos recursos no ciclo de realimentação das espécies;
- h) Homogeneização: redução da capacidade reprodutiva das espécies e riscos de extinção. De acordo com Thomas *et al.* (2004), a mudança climática dos últimos 30 anos tem sido responsável das modificações na distribuição e abundância das espécies. Por outro lado, os autores projetam, a partir de uma amostra de 1.103 espécies de animais e plantas de regiões que cobrem 20% da superfície da terra, que o risco de extinção deve ser de 15 a 37% dessas espécies para o ano 2050, considerando um aumento da temperatura de 1.8 a 2.0 C e um aumento de CO₂ de 500 a 550 (ppmv). Os autores confirmam que o risco de extinção deve ser maior devido à mudança climática do que à perda de habitats. Essa conclusão também é confirmada pelo trabalho de Malcolm *et al.* (2006) o qual argumenta que a taxa de extinção de lugares especiais de biodiversidade tropical associada à mudança climática, excede, em alguns casos, a produzida pelo desmatamento. Além disso, este último estudo mostra que em condições de mudança climática, o potencial de perdas seriam em torno de 56.000 e 3.700 espécies de plantas e animais vertebrados endêmicos, respectivamente. Em lugares como os Andes tropicais, pode-se apresentar uma extinção superior a 3.000 espécies de plantas e 2.000 vertebrados.

A integridade da biodiversidade pode estar em risco diante das alterações do clima, devido ao impacto acumulativo e interativo dos processos iniciais de degradação causados pelo homem, como o desmatamento e o uso intensivo dos recursos naturais. De acordo com o Relatório Planeta Vivo (WORLD WIDE FUND FOR NATURE - WWF, 2006), os resíduos produzidos pelo homem, entre eles os GEE, já estão ultrapassando a capacidade de absorção e de regeneração dos recursos da Terra. O PNUD (2007) destaca que para remover naturalmente os GEE sem comprometer os sistemas ecológicos em longo prazo, devem-se manter emissões próximas a 1 e 5 Gt⁶⁷ CO₂ equivalentes (CO₂e)⁶⁸. No entanto, atualmente as emissões encontram-se em torno de 48 Gt CO₂e, o que significa que o homem está sobrecarregando o planeta de 10 a 50 vezes além da sua capacidade.

Através do Índice Planeta Vivo, é possível distinguir o estado e tendência de populações e espécies de animais terrestres, marinhos e de água doce. Como se observa no Gráfico 10, este indicador tem diminuído em 30% desde 1970 a 2003, o qual significa uma deterioração do estado de saúde dos ecossistemas, associado às grandes perdas de espécies em zona tropicais (com uma queda de 55%).

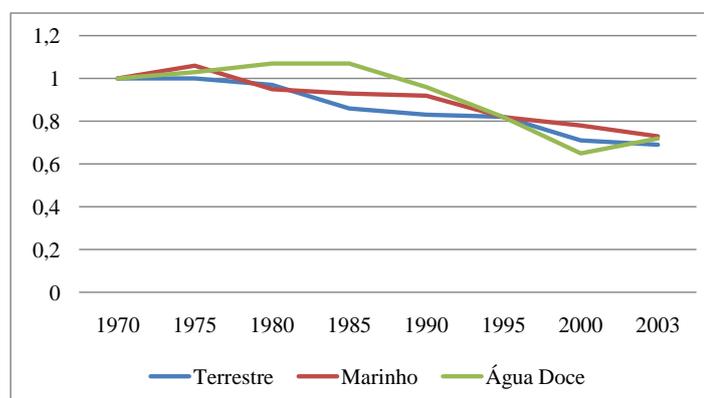


Gráfico 10 - Componentes do Índice Planeta Vivo: espécies terrestres, marinhos e de água doce. 1970-2003.

Fonte: Dados do Relatório Planeta Vivo (WWF, 2006)

Nota: Índice Planeta Vivo em 1970 = 1.0

O Relatório Planeta Vivo (WWF, 2006), não avalia um cenário considerando a mudança climática, contudo, através do Índice Planeta Vivo é possível confirmar que a biodiversidade de espécies está em uma situação de vulnerabilidade e os efeitos das alterações

⁶⁷ Uma gigatonelada (Gt) é igual a um bilhão de toneladas

⁶⁸ O CO₂equivalente ((CO₂e) representa o potencial de efeito de aquecimento global ou “forçamento radioativo” total dos GEE medido em termos de equivalência de Dióxido de Carbono (CO₂). Compreende gases como: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O) e Halocarbonos. Incluem-se todas as fontes (IPCC, 2007b).

climáticas podem exercer uma pressão adicional à deterioração e mau desempenho das espécies.

O planeta Terra está enfrentando uma perda de capacidade para sustentar o atual consumo dos recursos naturais e absorver os resíduos produzidos. Indicadores dessa situação estão representados através da Pegada Ecológica Global e do Índice de Biocapacidade (WWF, 2006). O primeiro indicador representa “a exigência humana sobre a natureza no que diz respeito à área terrestre e aquática, biologicamente produtiva, necessária para a disponibilização de recursos ecológicos e serviços – alimentos, fibras, madeira, terreno para construção e terrenos para a absorção do dióxido de carbono (CO₂) emitido pela combustão de combustíveis fósseis” (WWF, 2006, p. 2). O Índice de Biocapacidade, por outro lado, refere-se à oferta de área biologicamente produtiva e a produtividade dessa área. No Gráfico 11, são visualizados os dois indicadores, mostrando o déficit ecológico do planeta desde 1985, devido à elevada procura de recursos (pegada ecológica) e a reduzida oferta de biocapacidade (a razão do processo lento de regeneração). De acordo com o Relatório Planeta Vivo (WWF, 2006), para o ano 2003, a exigência de recursos superava em 25% a capacidade da biosfera em oferecê-los. Além disso, as projeções do referido relatório indicam que para o ano 2050, a dívida ecológica seria de 34 planetas-ano.

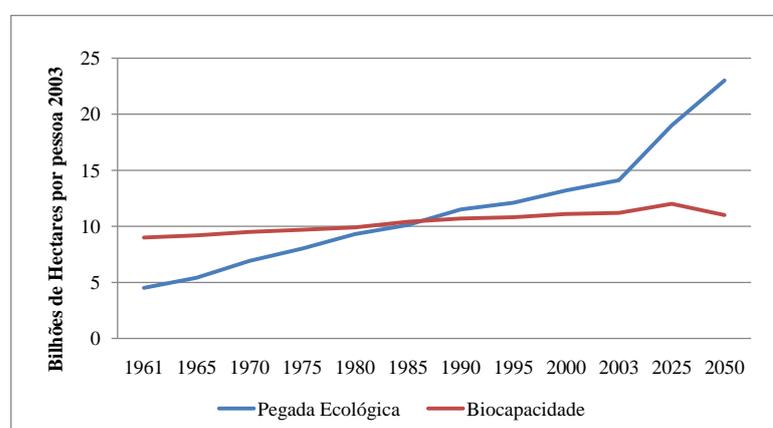


Gráfico 11 - Dívida ecológica global e projeções para 2050

Fonte: Dados do Relatório Planeta Vivo (WWF, 2006)

Por outro lado, a Pegada de CO₂, (ver Gráfico 12) representa a “biocapacidade necessária para absorver e armazenar o CO₂ não isolado pelos humanos, menos a quantidade absorvida pelos oceanos” (WWF, 2006, p. 38). Este indicador corresponde a cerca de 48% da pegada ecológica global, ou seja, quase a metade da pegada vem pelo uso de energia de combustível fóssil, o qual emite o CO₂, principal elemento que causa a mudança climática. Segundo o Relatório Planeta Vivo (WWF, 2006, p. 38-39) o indicador “aponta para a falta de

capacidade da biosfera de enfrentar os atuais níveis das emissões de CO₂. A taxa de absorção de CO₂ aproxima-se do zero à medida que as florestas amadurecem, e elas podem até se tornar emissoras de carbono.”

Como se observa no Gráfico 12, a pegada de CO₂ está exigindo cada vez mais de recursos naturais, e o problema é que a capacidade regeneração natural está diminuindo. Em geral, todos os componentes vivos do planeta estão sofrendo uma crise de extinção 100 vezes superior à taxa média natural (MAILLARD; GONZALEZ, 2006). Somado à transformação dos habitats, a sobre-exploração dos recursos e a intrusão de espécies invasivas, a mudança climática é reconhecida como uma das causas diretas da perda de biodiversidade (MA, 2005c).

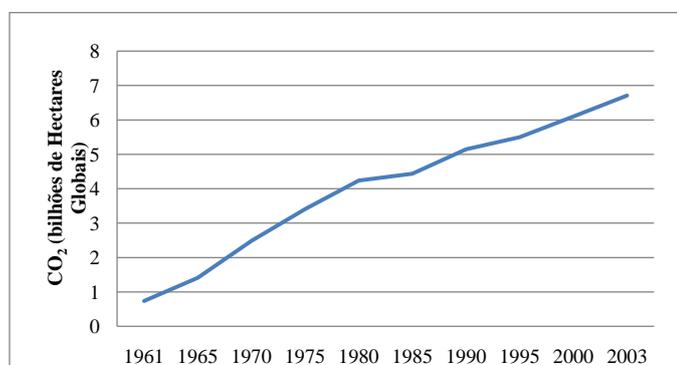


Gráfico 12 - Pegada de CO₂

Fonte: Dados do Relatório Planeta Vivo (WWF, 2006)

De acordo com o IPCC (FISCHLIN *et al.*, 2007), se continuarem aumentando os GEE é muito provável que se exceda a resistência e a habilidade de adaptação natural dos ecossistemas. De igual forma, com temperaturas superiores de 2 a 3°C, com referência da temperatura pré-industrial, há probabilidade que estejam em risco de extinção 20% a 30% de plantas e animais em 2100. As evidências apontam para declínios da extensão de floresta associadas com distúrbios de incêndios e pestes derivados da mudança climática. Com uma concentração de CO₂ duas vezes superior aos níveis atuais, os eventos de incêndio na Califórnia podem aumentar 40 a 50%. Devido ao aquecimento de 1,6°C é possível perder 2 a 47% da extensão dos ecossistemas a nível global, afetando a prestação de seus serviços. Projetam-se mudanças estruturais e de funcionamento dos ecossistemas marinhos ao considerar um aquecimento superior de 2 a 3°C na temperatura média global. Os impactos estão relacionados com aumento da acidificação dos oceanos e branqueamento dos corais.

Se continuar o padrão de derretimento das camadas de gelo do mar Ártico, existe o risco de reduzir em 30% a população de ursos polares nos próximos 50 anos. Os ursos polares apresentam alto risco de extinção com temperaturas superiores a 2,8°C, com

referencia à pré-industrial. Ecossistemas aquáticos do Ártico podem declinar em 50% se a temperatura ultrapassa 2°C (FISCHLIN *et al.*, 2007).

Os extremos do clima têm um papel importante na dinâmica da biodiversidade. As secas, por exemplo, são responsáveis de perdas de vegetação e de florestas. Na Europa, a extrema temperatura experimentada em 2003, deixou 650.000 ha de floresta queimada em todo o continente. Em Lisboa, a proporção de floresta queimada superou 5% (BARBOSA; LIBERTA; SCHMUCK, 2003; DE BONO *et al.*, 2004). Furacões, por outro lado, têm causado mortalidade massiva de espécies de animais e têm causado fragmentação de habitats.

No quadro 13, são apresentadas as evidências de impactos potenciais em diferentes graus de aquecimento global sobre a biodiversidade. É importante salientar que estes impactos não levam em conta as perturbações adicionais associadas ao uso intensivo dos recursos, fragmentação de habitats, espécies invasoras, poluição e também não considera os efeitos positivos sobre as plantas do aumento da concentração de CO₂. No entanto, o desafio para a biodiversidade é que em todos os cenários de estabilização de GEE do IPCC (2007b), o aumento da temperatura deve ultrapassar 2°C. E com uma estabilização em 650 ppm de CO_{2e}, a probabilidade encontra-se entre 65% e 90% de sobrepassar 3°C (PNUD, 2007).

Quadro 13 - Impactos na biodiversidade em diferentes graus de aquecimento global.

Aumento da Temperatura (C°)	Impactos sobre a biodiversidade
0,5°C a 1,5°C	Danos em ecossistemas polares. Aumento do branqueamento dos corais Extinção de anfíbios nas montanhas Perda de 8% da água fresca de habitats de peixes em Norte América
1,5°C a 2,5°C	9 a 31% de espécies em extinção Branqueamento de todos os recifes de corais Perda de 47% da habitat de floresta em Austrália Perda de 41 a 51% de plantas endêmicas em Namíbia, no Sul da África Perda de 13 a 80% da diferente fauna do Sul da África Maiores perdas da floresta tropical da Amazônia e de sua biodiversidade
2,5°C a 3,5°C	16% dos ecossistemas globais transformados Alto risco de extinção dos ursos polares Globalmente existiria 21 a 52% de espécies em perigo de extinção
3,5°C a 4,5°C	Extinção de 15 a 40% das espécies endêmicas na biodiversidade global Poucos ecossistemas podem-se adaptar; 50% das reservas naturais não podem cumprir os seus objectivos Provável extinção de 200 a 300 espécies de plantas alpinas na Nova Zelândia Perda de 62 a 100% dos habitats de pássaros em quatro principais locais costeiros dos Estados Unidos

Fonte: Fischlin *et al.*, 2007, p. 240

Nota: A temperatura representa aumentos relativos aos níveis pré-industriais.

Há elevada probabilidade de se ultrapassar o limite razoável de temperatura tolerada pelos componentes da biodiversidade. Com essa situação, a preocupação está relacionada com a perda irreversível da funcionalidade dos ecossistemas, no que diz respeito à regulação, o suporte, a provisão e a cultura. Assim, por exemplo, deve diminuir a capacidade de seqüestro do carbono por parte da floresta, e pior do que isso, a mesma poderia se tornar emissora. Segundo Fischlin *et al.* (2007), o potencial de seqüestro de carbono da biosfera terrestre deve diminuir após o ano 2030, com o perigo de tornar-se em fonte de carbono em 2070, associando o risco de processos de realimentação positivos que podem ampliar ainda mais a mudança climática.

Segundo Thomas *et al.* (2004) e Malcolm *et al.* (2006), a mudança climática é projetada para ser uma das principais causas da perda de biodiversidade em savanas e florestas tropicais. De acordo com as projeções do IPCC (FISCHLIN *et al.*, 2007), a taxa de desmatamento deve cessar em todos os cenários para 2100 (a exceção do cenário A2), convertendo-se a mudança climática na principal causa de perda de biodiversidade global após do ano 2050.

Os impactos da mudança climática sobre a biodiversidade e os serviços dos ecossistemas mostram uma forte relação com o bem-estar das pessoas. As populações podem ser afetadas por reduzir a função dos ecossistemas na provisão de madeira, peixe, essências, água, alimentos. E ainda, podem estar sendo afetados por desequilíbrios na regulação de doenças, ou por perder paisagens ou espécies apreciadas e valoradas. Tradições e costumes também podem enfraquecer pelas mudanças do clima, por modificar as épocas dos plantios, os hábitos alimentícios, os destinos do turismo, entre outras atividades que são influenciadas por padrões climáticos. É provável que os impactos adicionem maior desigualdade entre regiões, países e dentro dos países, com desproporcionais efeitos sobre as populações pobres.

4.2.3.1 Vulnerabilidade da floresta

Indicadores do *status* e tendência dos diferentes ecossistemas, habitats ou demais componentes da biodiversidade, são importantes para identificar a vulnerabilidade dos recursos dentro de uma análise de impactos da mudança climática. A título de ilustração, aqui é apresentada uma discussão no que concerne ao habitat da floresta. Na Figura 14, apresentam-se os diferentes habitats que fazem parte da diversidade biológica.

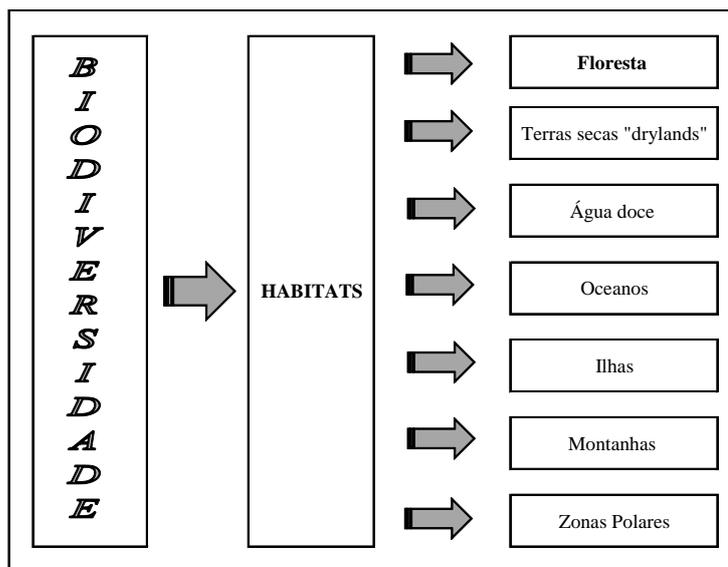


Figura 14 - Habitats que compreende a Biodiversidade

Fonte: Elaborado pela autora com base em MA, 2003

A importância da floresta dentro do contexto da mudança climática se deve, por um lado, a seu papel como maior seqüestrador e depósito de carbono, e por outro, à contribuição de 25% das emissões de CO₂ derivadas da floresta (FISCHLIN *et al.*, 2007). No entanto, mais do que a floresta possa representar em termos do balanço de carbono, ela desempenha uma função decisiva para o sustento e bem-estar de muitas pessoas, para a provisão de comida, trabalho e materiais básicos, e em especial, de países em desenvolvimento.

A floresta representa 30,3% (3,9 mil milhões de ha) da área total de terra do mundo. Da área de floresta, a região de Europa conta com a maior proporção (25%), seguida pela América do Sul (21%) (ver Gráfico 13).

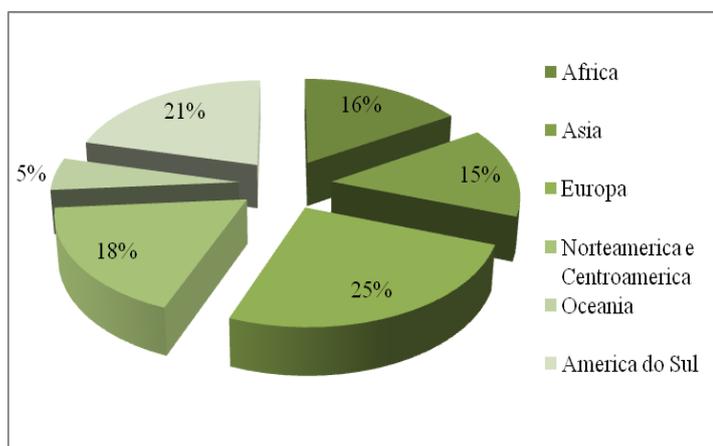


Gráfico 13 - Proporção de Extensão de Floresta por Regiões do Mundo para o ano de 2005.

Fonte: elaborado pela autora, com dados brutos da Avaliação de Recursos Florestais Mundiais (FAO, 2006c).

Os impactos da mudança climática sobre a floresta têm sido pouco comentados dentro da literatura, dada a dificuldade de separar os efeitos derivados das atividades diretas do homem sobre a mesma. Contudo, a literatura existente destaca que a mudança climática representa uma ameaça adicional para a vulnerabilidade da floresta (THOMAS *et al.*, 2004; MALCOLM *et al.*, 2006).

Na análise dos impactos da mudança climática é importante que se considerem os efeitos sobre a florestas, já que sua exposição ao fenômeno pode acelerar padrões de deterioração e modificação das funções que ela oferece, e por sua vez, pode afetar indiretamente os constituintes do bem-estar humano, dada a dependência do homem nos serviços que a floresta oferece.

De acordo com a Avaliação de Recursos Florestais Mundiais (FAO, 2006c), a floresta cumpre com funções tais como: i) Produção de madeira e produtos não madeireiros, como alimentos, sementes, plantas medicinais, essências e animais, sendo 34% da floresta dedicada para essa função a nível global (ver Gráfico 14); ii) proteção da água e do solo, ajudando contra a desertificação, proteção de costas (9%); iii) conservação da biodiversidade (11%); iv) serviços sociais como educação, turismo e recreação (4%); v) usos múltiplos⁶⁹ (FAO, 2006c).

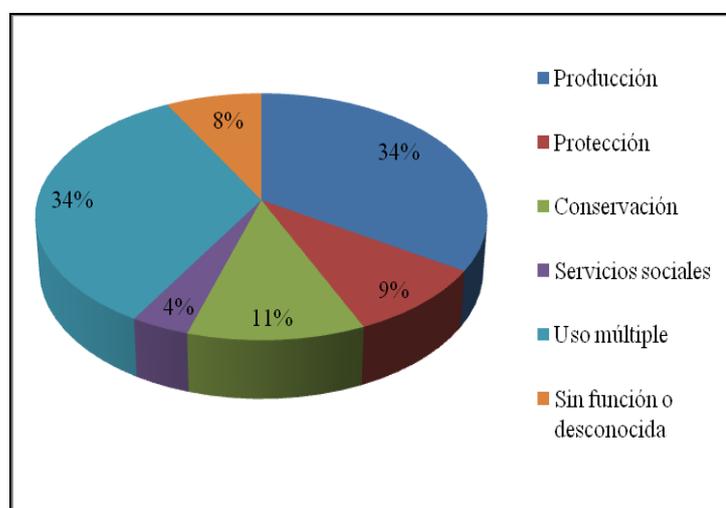


Gráfico 14 - Funções primárias da floresta a nível mundial em 2005.

Fonte: Dados ados brutos da Avaliação de Recursos Florestais Mundiais (FAO, 2006c)

Estas funções podem ser padronizadas de acordo com as categorias dos serviços dos ecossistemas apontadas pelo MA (2003), classificando-se da seguinte forma:

- a) Suporte = Proteção + Conservação (ii e iii)

⁶⁹ Esta categoria é designada para a proporção de floresta de alguns países que não informaram funções específicas, como a de produção. Sabe-se que existe determinada proporção de floresta, mas existem outras funções diversas no país em questão. Esses usos múltiplos, não são detalhados pelo Relatório (FAO, 2006b).

- b) Provisão = Produção (i)
- c) Regulação = Proteção (ii)
- d) Cultura = Serviços sociais (iv)

Tendo em conta a classificação apontada pelo MA (2003) e com base na Avaliação de Recursos Florestais Mundiais (FAO, 2006c), no seguinte quadro categorizam-se os indicadores do status e as tendências das funções oferecidas pela floresta.

Tabela 12 - Funções da Floresta por indicadores de status e de tendências.

Serviço/Função	Indicador	Status para o ano de 2005	Taxa de mudança anual 1990-2000 (%)	Mudança anual 2000-2005	Unidade
Suporte	Área de Floresta	3,952,025	-0.21	-8,351	1000 ha.
	Existência Florestal em formação	434,000	-0.15	-570	milhões de m3
	Existência de carbono por hectárea de biomassa florestal	283	-0.02	0	ton/ha.
	Área de Floresta primaria	1,438,537	-0.52	-5,848	1000 ha.
	Área de Floresta para conservação da biodiversidade como função primaria	442,627	1.87	6,391	1000 ha.
Provisão	Área de floresta para a produção como função primaria	1,347,641	-0.34	-4,552	1000 ha.
	Área de plantações florestais produtivas	118,561	2.38	2,165	1000 ha.
	Total extração de madeira	3,000	-0.11	-3,199	milhões de m3
	Total extração de PFM	7,263,943	2.47	143,460	toneladas
	Valor total de extrações de Madeira	63,800	0.67	377	milhões de \$ EE.UU
	Valor total de extrações de PFM	4,720	0.8	33	milhões de \$ EE.UU
	Emprego Total	10,000	-0.97	-102	1000 pessoas por ano
Regulação	Área de floresta afetada por fogo	32,800	-0.49	-125	1000 ha.
	Área de floresta afetada por insetos, doenças e perturbações climáticas	76,400	1.84	1,101	1000 ha.
	Área de floresta para proteção como função primaria	367,538	1.06	3,375	1000 ha.
	Área de plantações florestais protetoras	31,616	1.41	380	1000 ha.
Cultura	Área de floresta para serviços sociais	158,081	8.63	6,646	1000 ha.

Fonte: Elaborado pela autora com dados da Avaliação de Recursos Florestais Mundiais (FAO, 2006c) e MA (2005).

Nota: PFM: Produtos florestais não madeireiros

Como se observa na Tabela 12, alguns indicadores de *status* e de tendência mostram uma redução nos serviços da floresta. Assim, por exemplo, o serviço de suporte avaliado pela área de floresta, tem diminuído a nível mundial a uma taxa anual de 0,21% no período de 1990 a 2000. No mesmo período, a maior taxa de redução da floresta tem ocorrido na África (0,64%), seguido da América do Sul (0,44%) (ver Gráfico 15).

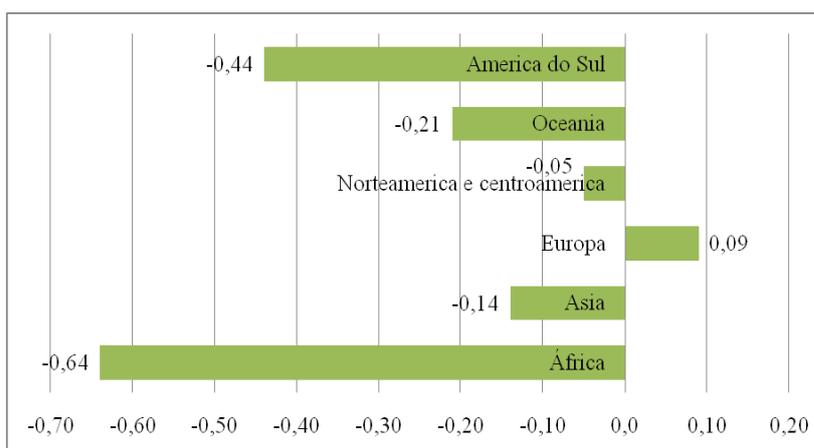


Gráfico 15 - Tendência da taxa de mudança anual de floresta por região, 1990-2000.

Fonte: Elaborado pela autora com dados brutos da Avaliação de Recursos Florestais Mundiais (FAO, 2006c)

Em nível desagregado, nota-se que países como Brasil, Bolívia e Colômbia⁷⁰ têm reduzido a proporção da área florestal correspondente a cada país (ver Gráfico 16). No contexto da mudança climática, isto significa que está diminuindo a extensão de depósito de carbono, função que é exercida pela floresta. As evidências apontam para uma adição de 4 Gt CO₂ anuais por causa da redução da floresta entre 1990 e 2005 (PNUD, 2007). E ainda, no Brasil, o desmatamento contribui com emissões anuais de 730 Mt CO₂.

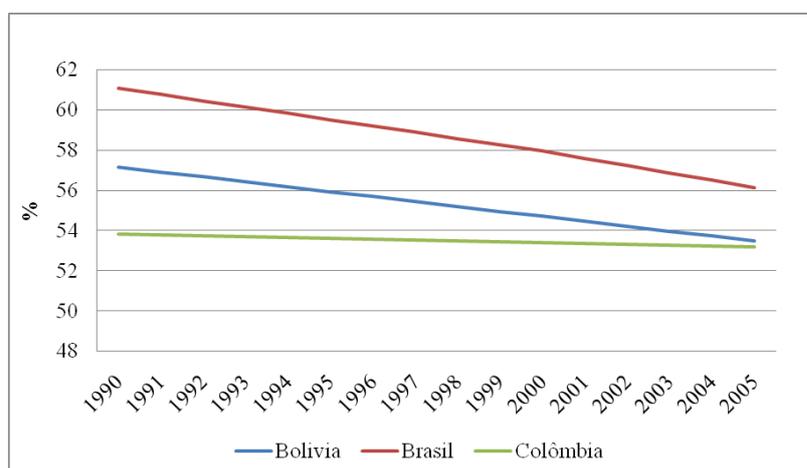


Gráfico 16 - Tendências da proporção da área de floresta sobre o total de terra, para Bolívia, Brasil e Colômbia

Fonte: Dados da Avaliação de Recursos Florestais Mundiais (FAO, 2006c).

⁷⁰ Brasil, Bolívia e Colômbia estão entre os dez países com maior floresta primária ou nativa do mundo (FAO, 2005).

Além disso, a existência de floresta em formação que representa a capacidade de produção de madeira, tem diminuído a uma taxa anual de 0,15% no período de 1990 a 2000. A área de floresta primária também tem decrescido a uma taxa de 0,52% no mesmo período, cerca de 6 milhões de hectares cada ano entre 2000 e 2005. Isso significa que cada ano é menor a área florestal que serve de suporte para a regeneração natural da floresta nativa e de bosques de espécies indígenas. A essa circunstância, soma-se uma taxa de deflorestação de 13 milhões de hectares anuais entre 1990-2005 e os efeitos adicionais da mudança climática, o qual se converte em uma ameaça para a deterioração dos outros serviços oferecidos pela floresta.

O serviço de provisão pode ser afetado, dada a redução da área florestal dedicada à produção de madeira e de outros produtos não madeireiros (PFNM) como alimentos, essências e plantas medicinais, a qual tem-se restringido a uma taxa de 0,34% cada ano entre 1990 e 2000 e com uma redução de 4,5 milhões de hectares anuais entre 2000 e 2005. O total de extração de madeira tem diminuído anualmente em 0,11% no mesmo período, enquanto a extração de PFNM tem aumentado em 2,47%.

Por outro lado, o emprego de pessoas na floresta tem diminuído anualmente em 0,97% entre 1990 e 2000, o qual significa que cada ano, cerca de 100.000 pessoas deixam de trabalhar na floresta. Principalmente, devem ser afetados os países com maior população rural, correspondendo a países da África e de América do Sul, os quais coincidem com reduções na proporção da área de floresta.

Por outro lado, como pode-se observar na Tabela 12, a mudança climática está associada com o aumento da área de floresta afetada por insetos, doenças e perturbações do clima, a qual tem aumentado a uma taxa de 1,84% cada ano entre 1990 – 2000, cerca de um milhão de hectares anuais⁷¹ entre 2000 – 2005. Especificamente, a área de bosque afetada por ventos, neve, inundações e secas foi próxima de 5 milhões e 8 milhões de hectares nos anos de 1999 e 2000 respectivamente. Estes indicadores expressam parte da vulnerabilidade do serviço de regulação exercido pelos ecossistemas florestais o qual demonstra os efeitos relacionados com a variabilidade do clima.

Os efeitos de períodos de seca na floresta devem reduzir a resistência e regeneração natural dos ecossistemas. A mudança climática deve aumentar a probabilidade de maior frequência de incêndios na floresta. Por exemplo, os eventos de El Niño podem alterar a incidência de incêndios na Austrália e na região do mediterrâneo. As simulações indicam que

⁷¹ A FAO (2006b) reitera que os dados sobre a área de bosques afetados por pestes, doenças e perturbações climáticas podem estar subestimados dada a falta de informação por parte de muitos países.

se a temperatura média global permanecer abaixo de 2°C em relação à pré-industrial, a floresta deve experimentar uma mudança superior a 40% do cenário simulado. Entretanto, se a temperatura exceder a 3°C a mudança da floresta deve ser de 90% (SCHOLZE *et al.*, 2006)

Mesmo que não seja estimado em quanto a mudança climática contribui para a perda de biodiversidade, dada a dificuldade de isolar seus efeitos, assim como as incertezas sobre os processos de realimentação, é confirmado pelos estudos citados, que as alterações climáticas exercem uma pressão adicional à atual tendência de deterioração. Por tal motivo, foi importante ressaltar o *status* da biodiversidade, mencionando o desempenho em relação à floresta e o Índice de Planeta Vivo, e, dessa forma, apresentar uma referência de como o fenômeno poderia intensificar esse padrão.

A mudança climática afeta a biodiversidade porque acelera eventos que foram originados anteriormente, assim como: a migração, a mudança na distribuição e abundância das espécies, a fragmentação de habitat, a exploração, intensificação, a homogeneização ou extinção, a modificação da morfologia, fisiologia e comportamento das espécies.

Os impactos sobre a diversidade biológica, e, em geral, para os demais recursos referenciados (água e solo), dependem das características ou atributos tanto do agente gerador do impacto (perturbação ou estressor) quanto do agente receptor ou sistema ameaçado. Como foi mencionado na primeira seção deste capítulo, os impactos são diferenciados ao considerar o tipo, caráter, magnitude e variabilidade do desastre, como, por exemplo, a variabilidade de temperatura e precipitações, assim como, eventos extremos de secas, inundações, tormentas, entre outros. Assim mesmo, os impactos são diferenciados quando se consideram os atributos e o *status* do sistema ameaçado, relacionados à vulnerabilidade, a capacidade de adaptação, a resistência e a sensibilidade. Em relação à vulnerabilidade, por se tratar de impactos em recursos naturais, assume-se uma vulnerabilidade como “resultado” (O’BRIEN *et al.*, 2004), ou seja, após considerar certa capacidade de adaptação autônoma ou natural. Como foi referenciado, os recursos naturais e a biodiversidade apresentam um *status* e uma tendência negativa. Portanto, pode-se dizer que existe alta vulnerabilidade dos recursos naturais à mudança climática, devido por um lado, à insuficiência da capacidade natural de adaptação, e, por outro, à pressão conjunta de outros fatores não climáticos.

5 IMPACTOS POTENCIAIS DA MUDANÇA CLIMÁTICA NOS COMPONENTES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO

Este capítulo analisa os processos através dos quais a mudança climática influencia dimensões importantes do desenvolvimento humano, tais como: saúde, educação, segurança, meios de subsistência, valores culturais e relações sociais.

Esta análise segue a estrutura definida no capítulo dois, na Figura 7, para o qual são apresentadas as evidências de relações diretas e indiretas entre os componentes climáticos e do bem-estar humano. Em especial, são elucidados os processos de impactos indiretos, nos quais intervêm os recursos naturais e os serviços dos ecossistemas, definidos aqui como mecanismos associativos.

Como foi verificado no capítulo anterior, com as prováveis mudanças do clima relacionadas com a maior concentração de GEE, existe a possibilidade de haver uma pressão adicional para a mudança de recursos naturais como a água, o solo e a biodiversidade. Essas modificações do meio ambiente podem aumentar os riscos e a vulnerabilidade do ser humano às alterações do clima. No Quadro 14, apresenta-se uma síntese das principais evidências de impactos para graus diferentes de aquecimento global.

Quadro 14 - Impactos para diferentes graus de aquecimento global

Aumento da temperatura (°C)	Água	Solo - Alimentos	Biodiversidade	Saúde humana
1°C	Pequenos glaciares nos Andes desaparecem completamente, ameaçando o suprimento de água para 50 milhões de pessoas	Aumentos modestos na produção de cereais em regiões de temperatura moderada. Queda global do rendimento da produção de arroz, milho e trigo considerando fertilização de CO ₂	Mínimo 10% de espécies terrestres enfrentam perigo de extinção. 80% do branqueamento de recifes de corais	Cerca de 300.000 pessoas morrem cada ano por doenças relacionadas ao clima (predominantemente diarreia, malária e desnutrição)
2°C	Potencial decréscimo de 20 a 30% na disponibilidade de água em algumas regiões, por exemplo, o sul da África e o Mediterrâneo	Pronunciado declínio da produção das colheitas em regiões tropicais (5 a 10% na África)	15 a 40% de espécies enfrentando perigo de extinção. Alto risco de extinção de espécies do Ártico, incluindo o urso polar	40 a 60 milhões de pessoas adicionais expostas a malária na África
3°C	No sul da Europa, sérias secas ocorrem uma vez cada 10 anos.	600 milhões de pessoas adicionais podem estar vivendo em risco de fome. Queda global do rendimento da produção de milho em 6,3 a 7,7% (considerando fertilização CO ₂)	20 a 50% espécies enfrentando perigo de extinção, incluindo 25 a 60% de mamíferos, 30 a 40% pássaros e 15 a 70% de borboletas no sul da África.	1 a 3 milhões de pessoas adicionais podem morrer de desnutrição (se o efeito de fertilização do carbono enfraquecer)
	1 a 4 bilhões de pessoas adicionais sofrem escassez de água, enquanto 1 a 5 bilhões ganham água, o qual pode aumentar os riscos de inundações	É provável que a produção agrícola de altas latitudes aumente	Começo do colapso da floresta da Amazônia: perdas de mais de 10% das espécies de peixe. Perda de 22% de zonas húmidas nas costas.	Probabilidade de que haja uma população adicional de 200 a 400 milhões de pessoas em risco de malária, a nível global para o ano de 2080
4°C	Potencial decréscimo de 30 a 50% de água disponível no sul da África e Mediterrâneo	Declínio de 15 a 35% da produção agrícola na África	Perda de quase a metade da tundra do Ártico. Acelerada transformação de ecossistemas. Perdas de florestas. 50% das reservas naturais não seriam capazes de se conservarem	Pode haver mais de 80 milhões de pessoas expostas a malária na África
5°C	Possível desaparecimento de grandes glaciares nos Himalayas, afetando um quarto da população da China e centenas de milhões de pessoas na Índia		Aumento continuado da acidez do oceano e destruição de ecossistemas marinhos	
Mais do que 5°C	A ciência da mudança climática sugere que a temperatura média da Terra deve aumentar próximo de 5 a 6°C se continuarmos aumentando as emissões e se positivas realimentações ampliam o efeito de aquecimento dos GEE. O aumento do nível de temperatura global seria equivalente à quantidade de aquecimento ocorrido entre a última era e hoje e é provável a deixar maior destruição e movimentos de populações a maior escala. Eventos contingentes (como por exemplo, migrações e conflitos) poderiam ser catastróficos, mas atualmente são difíceis de capturar com os modelos disponíveis até agora.			

Fonte: adaptado de Stern (2006, p.57), incorporando dados do PNUD (2007), Warren *et al.* (2006) e Van Lieshout *et al.* (2004).

Nota: a temperatura representa aumentos relativos aos níveis pré-industriais (1750 – 1850). Em cada temperatura, os impactos são expressos por um 1°C de intervalo ao redor da central temperatura, por exemplo, 1°C representa o intervalo de 0,5 a 1,5°C. Número de pessoas afetadas em diferentes temperaturas assume a população e os cenários do PIB para 2080 do IPCC.

Do conjunto de impactos para diferentes graus de temperatura, há maior prevalência de efeitos negativos no que se refere à saúde humana. No último século, a temperatura média global aumentou 0,7°C, encontrando-se dentro do intervalo de 0,5 e 1,5°C, no qual, estima-se com alta probabilidade, a ocorrência dos efeitos descritos na primeira linha do Quadro 14. Inclusive, muitos países atualmente já estão experimentando pressões climáticas que têm afetado o estado de saúde da população, com maiores impactos em pessoas frágeis como crianças e idosos. Assim aconteceu na Europa em 2003, onde o extremo calor esteve associado com cerca de 48.000 mortes, com maior impacto sobre pessoas acima de 75 anos.

A preocupação também se deve ao fato de que é muito provável que o aumento da temperatura ultrapasse os limites razoáveis que distinguem entre as mudanças climáticas seguras e as perigosas, critérios definidos no intervalo de 2 a 3°C (relativo ao período pré-industrial) (PNUD, 2007; MEEHL *et al.*, 2007). Além disso, não se descarta a possibilidade de elevações superiores a 4,5°C. Como foi comentado nos capítulos anteriores, em todos os cenários de estabilização de GEE do IPCC (2007b), o associado aumento de temperatura deve ultrapassar 2°C. Nesse caso, é muito provável que aconteçam os impactos apresentados na linha 2 do Quadro 14. Com a estabilização em 650 ppm de CO_{2e}, a probabilidade de ultrapassar 3°C, encontra-se entre 65% e 90% (PNUD, 2007). Pode-se notar que acima dessa fronteira de 2 e 3°C, a imposição sobre os sistemas naturais e humanos traz impactos com potencial catastróficos.

A mudança de um intervalo de temperatura ao outro, pode produzir impactos desproporcionalmente maiores. Pequenas mudanças podem representar grandes impactos, sobre tudo, existe maior sensibilidade nos países em desenvolvimento, por estarem em uma localização geográfica na qual é mais difícil tirar vantagem do aquecimento global, pois em muitos destes países, a temperatura média já ultrapassa o ótimo de temperatura tolerável por parte dos sistemas naturais e humanos. A África subsaariana e a Ásia do Sul são consideradas as regiões mais vulneráveis às mudanças do clima. Elas se distinguem por um padrão histórico marcado pelos desastres climáticos, e ainda, as projeções dos diferentes estudos apontam impactos mais severos em termos de vidas humanas e colapso ecológico para as próximas décadas. Riscos de malária e desnutrição, mortes por diarreia, injúrias físicas e mortes por desastres climáticos ameaçam mais às pessoas pobres as quais apresentam menor responsabilidade de emissão de GEE. As injustiças suscitadas da mudança climática são sem precedentes, visto que, muitas pessoas já têm que viver com o peso das desigualdades e da pobreza, e, não sendo suficiente, elas também devem estar submetidas a viver com a ameaça das alterações do clima de hoje e do futuro.

Na análise deste capítulo são apresentadas evidências de impactos de alterações climáticas experimentadas desde 1970. Estas evidências são importantes para visualizar como os desastres climáticos têm afetado as pessoas em diferentes dimensões de seu bem-estar, e, dessa forma, discernir como, provavelmente, devem afetar nas próximas décadas. As experiências de impactos já vivenciados podem representar parte da vulnerabilidade dos seres humanos às alterações do clima do futuro, pois mostram como têm sido enfrentadas pelas pessoas, quais têm sido as incapacidades humanas e como tem sido a interação com aspectos

pré-existentes de cada país, lidando com elevados níveis de pobreza, fragilizados recursos naturais, deficiência institucional e governamental, entre outros aspectos.

Por outro lado, também são apresentadas as evidências de estudos que usam cenários contrafatuais, mostrando o quanto a mudança climática pode adicionar riscos sobre a vida das pessoas, comparando com um cenário sem mudança climática. Apresentam-se outros estudos que fazem projeções de impactos tendo em conta o padrão histórico e diferentes cenários de emissões de GEE.

É importante salientar que, tendo em conta as maiores evidências de impactos sobre a saúde humana, demonstrando maior sensibilidade frente a pequenas mudanças do clima, a seção de saúde apresenta a análise mais profunda. Também porque é a dimensão que melhor representa as relações de impactos diretos e indiretos da mudança climática sobre um componente do bem-estar humano.

5.1 IMPACTOS SOBRE A SAÚDE

Amartya Sen (1985, p.17) argumenta que “o bem-estar de uma pessoa é melhor visto como um índice dos funcionamentos da pessoa”⁷². Esses funcionamentos compreendem aspectos elementares como “estar adequadamente nutrido, estar em boa saúde, livre de doenças que podem ser evitadas e da morte prematura”. De igual forma, isso tem a ver com realizações mais complexas, como por exemplo: ser feliz, sentir respeito próprio, participar da vida em comunidade, entre outras. Os funcionamentos determinam o que se pode ser e fazer e refletem parte do estado das pessoas.

Desde essa perspectiva, o julgamento de bem-estar está associado a múltiplos estados e ações dos indivíduos, entre os quais, encontra-se o estado de saúde desfrutado pelas pessoas. A saúde representa uma das condições mais importante da vida e um componente das possibilidades humanas que há motivo para valorar (SEN, 2002). Se os indivíduos são bem nutridos ou se são livres da malária, ou livres da morte prematura, deve ser intrinsecamente importante como parte do bem-estar da pessoa.

Todavia, um estado (realizado) de saúde não é o único valorado por uma pessoa, mas também a capacidade e o processo que ela dispõe para continuar desfrutando de uma vida saudável e longa. Uma pessoa pode apresentar um apropriado estado de saúde em um

⁷² Do texto original em inglês.

determinado momento, mas o fato de não dispor de serviços de saúde ou acesso a programas de vacinação, limita sua liberdade de alcançar e desfrutar de boa saúde em todo seu período de vida normal. Nesse sentido, há uma distinção entre o estado de saúde já realizado e a possibilidade de alcançar uma boa saúde pelo resto da vida.

As possibilidades que as pessoas têm em termos de saúde determinam o quanto elas podem exercer suas capacidades e liberdades para atingir outras realizações. Quando uma pessoa está doente é menos produtiva no trabalho ou está limitada para fazer certas atividades. Além disso, mais do que afetar o próprio bem-estar da pessoa, pode prejudicar o bem-estar das pessoas que estão na sua volta. Se uma mãe de família fica doente, ela se vê obrigada a deixar seu emprego e isso pode levá-la, até, a tirar os filhos da escola para que eles comecem a trabalhar para sustentar a família.

O problema é que algumas pessoas não têm oportunidades de atingir adequada saúde devido às múltiplas carências às quais são submetidas e a condições que talvez não foram escolhidas, como por exemplo, o fato de padecer de uma doença associada à contaminação da água. No contexto da mudança climática, dada a interdependência ecológica, a possibilidade de escolher uma vida saudável pode estar sendo limitada por emissões de CO₂ de outras pessoas.

Há vários fatores que determinam o estado e a capacidade de um indivíduo para atingir boa saúde, como as características pessoais de idade, gênero e metabolismo, as condições locais do meio ambiente onde vive e a influência de aspectos socioculturais. Assim, crianças menores de cinco anos e pessoas idosas são consideradas mais sensíveis a certas doenças, dada a qualidade natural do metabolismo com menor capacidade de defesas e anticorpos. Não obstante, a fragilidade desse grupo de pessoas, pode ser minimizada melhorando as outras condições que intervêm em seu padrão de saúde, como os aspectos ambientais e socioculturais.

Condições do meio ambiente e dos ecossistemas podem ser fatores que alteram a habilidade das pessoas de contar com boa saúde, pois se trata de recursos e processos essenciais para a vida humana. Por outro lado, condições sociais e culturais como o acesso a serviços de saúde, programas de prevenção e vacinação, o acesso a alimentos e até mesmo os hábitos de alimentação, podem influenciar a capacidade de uma pessoa de gozar de uma vida saudável.

Em especial, condições ambientais e climáticas representam um forte determinante da saúde de um indivíduo e ainda mais para aqueles que dependem diretamente dos serviços dos ecossistemas para a sobrevivência, como é o caso da população rural. Isso se deve à saúde do

ser humano estar diretamente ligada ao meio ambiente, considerando aspectos básicos como a qualidade da água para beber, regulação do ar que se respira, integridade do solo para a produção de alimentos e regulação ambiental de epidemias. Nesse sentido, a saúde das pessoas deve depender além dos outros fatores, do adequado funcionamento de componentes do meio ambiente.

O sistema climático tem um papel importante no suporte e regulação dos serviços dos ecossistemas, e mais do que isso, constitui o suporte da própria vida humana dentro do planeta. O sistema climático atua dentro de um complexo funcional interligado, onde seus elementos interagem para manter processos indispensáveis. Por exemplo, o efeito estufa é uma característica natural necessária para manter a terra aquecida, se não fosse assim, a terra seria demasiado fria como para existir vida nela (STERN, 2006). No entanto, a questão é que se está pressionando um aquecimento maior àquele gerado naturalmente e parte da preocupação com tal fenômeno é de que ele esteja ultrapassando os limites de resistência dos sistemas naturais, dentro dos quais participa o homem.

Em termos de saúde, a mudança climática já tem sido responsável de mais de 150.000 mortes associadas com malária, diarreia, subnutrição e mortes por enchentes no ano 2000 (McMICHAEL *et al.*, 2004). Como se observa na Tabela 13, a mudança do clima experimentada até o ano 2000 esteve relacionada a mais de cinco milhões de anos de vida perdidos devido à morte prematura e à incapacidade por doenças relacionadas com o clima (CAMPBELL-LENDRUM *et al.*, 2003; PATZ *et al.*, 2005).

Tabela 13 - Impactos atribuídos à mudança climática no ano 2000.

Causa	Mortes	DALYs (000)
Subnutrição	77.000	2.847
Diarreia	47.000	1.460
Malária	27.000	1.018
Enchentes	2.000	192
Total	153.000	5.517

Fonte: Campbell-Lendrum *et al.* (2003) e McMichael *et al.* (2004)

Nota: O indicador DALY – “Disability-Adjusted Life Year” é uma medida que combina mortalidade em termos de anos de vida perdidos devido à morte prematura e morbidade em termos de anos vividos com incapacidades e limitações. Um DALY indica a perda de um ano de vida saudável.

Tendo em conta que as mudanças do clima experimentadas até hoje já são relacionadas às várias deficiências em saúde, as previsões apontam a maiores impactos para as próximas décadas, com maior intensidade para países em desenvolvimento dos trópicos e

subtrópicos. A população pobre, como parte da população rural, deve ser a mais prejudicada, devido a sua maior dependência dos recursos naturais e seu menor acesso a sistema de saúde, condições de menor capacidade de adaptação.

Vários estudos examinam a relação da mudança climática com a saúde humana, realizados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), a Associação Internacional de Epidemiologia, o IPCC, e múltiplos centros de pesquisa adjuntos a universidades.

Em relação aos relatórios do IPCC, estes evoluíram no entendimento dos impactos sobre a saúde desde a primeira publicação no ano de 1990. Desse modo, com base em melhores e novas evidências, o Quarto Relatório de Avaliação (QRA) (CONFALONIERI *et al.*, 2007) afirma que há maior confiança sobre as relações da mudança climática com a saúde humana. Porém, adverte sobre a persistência de “gaps” de informação em relação aos impactos de saúde em populações de países de baixa renda.

Na análise dos impactos as interações entre a mudança climática e a saúde podem ser estabelecidas de forma direta e indireta, conforme é apresentado na Figura 15, na qual são sistematizados os processos de impactos potenciais. Observa-se que os efeitos diretos ocorrem devido à sensibilidade e exposição do homem a ondas de calor, eventos extremos e poluição do ar. Vários estudos projetam aumentos das taxas de mortalidade por *stress* do calor e reduções da mortalidade por *stress* ao frio em regiões de latitudes médias e altas. As extremas temperaturas produzem maior sensibilidade em indivíduos com doenças cardiovasculares, respiratórias e de alergias, devido ao aumento da umidade e maior carga de poluentes no ar. Por outro lado, desastres climáticos também constituem ameaças diretas contra a saúde, causando injúrias físicas e perdas de vidas humanas.

Entretanto, os efeitos indiretos da mudança climática sobre a saúde são gerados através dos impactos sobre os recursos naturais, a partir dos quais, estima-se que haja desnutrição e risco de fome, maior mortalidade por diarreia relacionada à escassez e contaminação da água e outras doenças infecciosas associadas a mudanças ambientais. Distúrbios sociais e econômicos pressionados pelas alterações climáticas podem provocar doenças mentais por deslocamentos de populações ou diminuir a renda disponível para saúde (MCMICHAEL *et al.*, 2003).

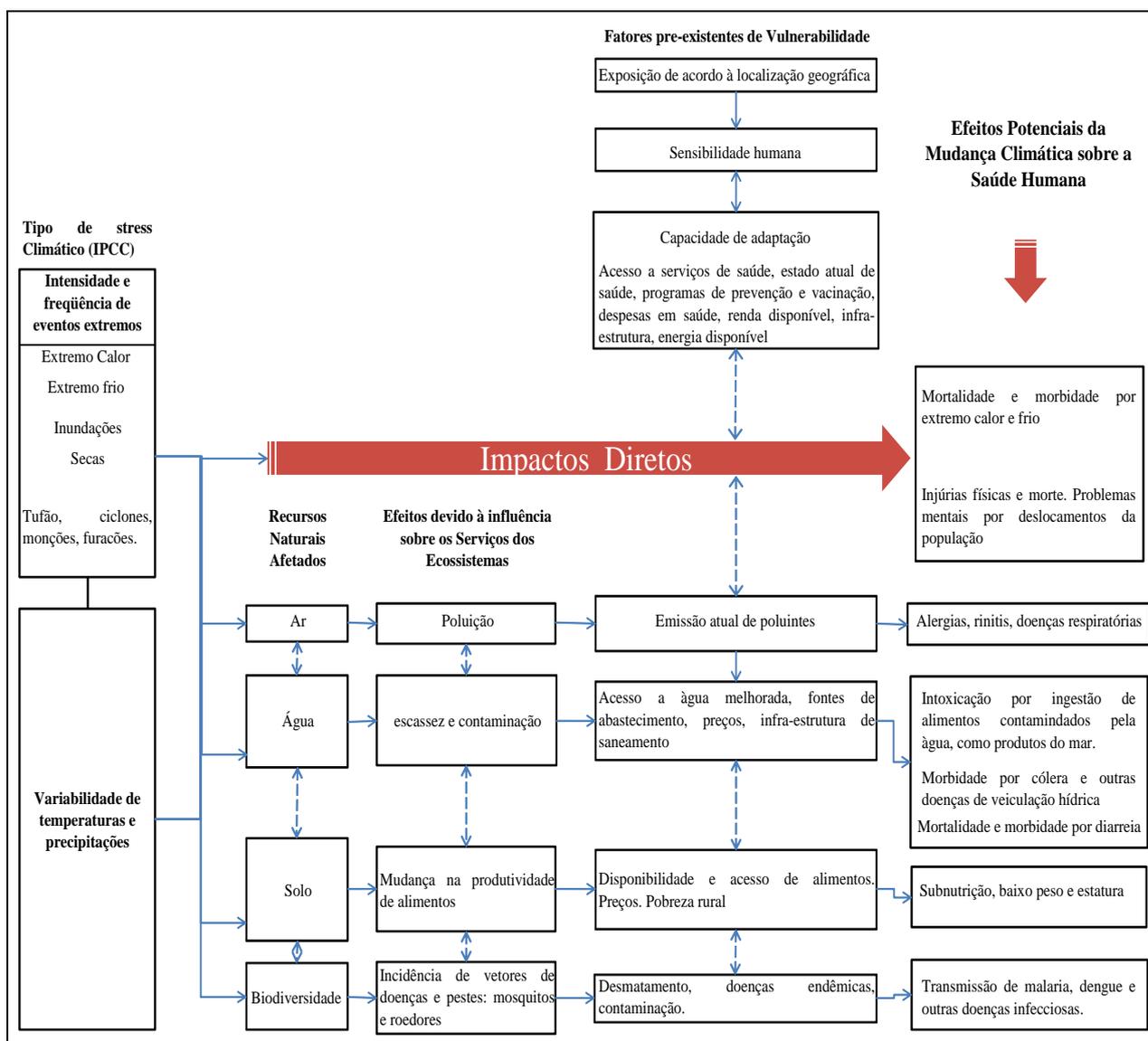


Figura 15 - Processo de efeitos potenciais da mudança climática sobre a saúde humana

Fonte: elaborado pela autora, com base em Patz (2002); Haines *et al* (2000); Confalonieri *et al.*, (2007)

Na figura 15, também é possível notar que os impactos na saúde são definidos, além das condições dos recursos naturais, pela interação com fatores de vulnerabilidade pré-existentes. Assim, por exemplo, o grau de impacto por doenças associadas com a água vai depender das condições de acesso, de tratamento da água, dos preços, bem como de questões institucionais no que diz respeito ao cuidado e sistema público de saúde. Os fatores de vulnerabilidade, definidos por condições sociais, econômicas e institucionais, determinam, no final, a gravidade de impactos da mudança climática. A seguir, discute-se com mais detalhe os impactos diretos e indiretos da mudança climática na saúde humana.

5.1.1 Impactos diretos

5.1.1.1 Extremas temperaturas

A mudança climática pode influenciar diretamente o estado de saúde dada a sensibilidade do homem a extremas temperaturas (frio e calor). De acordo com o IPCC (2007), existe alta confiança de futuros aumentos de mortes por extremo calor e reduções de mortes por extremo frio.

O aumento de temperatura já manifesta estar no limite da tolerância humana. Em Agosto de 2003, a França experimentou uma intensa onda de calor que provocou 14.800 mortes, das quais 60% eram pessoas acima de 75 anos. Nessa época, para toda Europa foram registradas 35.000 mortes, as quais são relacionadas com a mudança climática (HEMON; JOUGLA, 2004). Na Europa, altas temperaturas contribuem entre 0,5 a 2% da mortalidade anual em grupos de idade avançada, especialmente por problemas cardiovasculares e respiratórios (HAJAT *et al.*, 2006).

Mortes por extremo calor têm aumentado consideravelmente desde 1994 a 2003 (GUHA-SAPIR *et al.*, 2004), período no qual, encontram-se os anos mais quentes do século segundo a avaliação do IPCC (2007a). A tendência para os próximos anos é que continue incrementando, devido ao aumento da magnitude e frequência das ondas calor (CONFALONIERI *et al.*, 2007).

No sul da Ásia, as ondas de calor são relacionadas com o aumento da mortalidade de trabalhadores de áreas rurais, e, em Orissa (Índia), a onda de calor de 1998 esteve relacionada com a morte de mais de 2.000 pessoas (CHAUDHURY; GORE; RAY, 2000; CONFALONIERI *et al.*, 2007).

Os riscos climáticos para os próximos anos devem aumentar. Isso é o que indica um estudo para Lisboa, o qual estima que a mortalidade relacionada ao calor aumente de 5,8 para 15,1 pessoas por cada 100.00 habitantes em 2020, e de 7,3 para 35,6 em 2050 (DESSAI, 2003). Por outro lado, na cidade de Nova York, a previsão é de que aumente em 55% a mortalidade por extremo calor para 2020, e, em 102% para 2050 (NEW YORK CLIMATE; HEALTH PROJECT, 2004).

Com respeito à mortalidade relacionada ao frio, esta tem diminuído no Reino Unido desde 1950 e projeta-se que essa tendência continue (CARSON *et al.*, 2006). Em especial, o balanço de mortalidade por extrema temperatura deve ser positivo para Inglaterra, no qual, as

projeções apontam uma diminuição da mortalidade por frio muito maior que o aumento das mortes por calor (DEPARTMENT OF HEALTH/HEALTH PROTECTION AGENCY, 2008).

O limite de temperatura tolerável para as pessoas varia de acordo com as características geográficas e com o clima de cada localidade. Por esse motivo, a mortalidade relacionada ao calor ou ao frio apresenta distinta distribuição entre os países. A relação de mortalidade e temperatura (frio e calor) é mais forte naqueles países com climas moderados (“temperate”), como alguns países europeus, nos quais ocorrem intensas flutuações de temperatura tanto no inverno quanto no verão (BALLESTER; MICHELOZZI; IÑIGUEZ, 2002). Assim, para países com maior variabilidade da temperatura na estação do verão, deve ser mais difícil a habilidade da população de se aclimatar ao tempo. A aclimatização ocorre melhor em áreas que são constantemente quentes ou frias (GOSLING; MCGREGOR; PÁLDY, 2007).

A exposição à extrema temperatura pode variar ao considerar aspectos como a idade, o status de saúde atual e condições socioeconômicas. Estudos mostram que a população de avançada idade é mais vulnerável devido à menor capacidade de regulação térmica e estado de saúde fragilizado (KINNEY *et al.*, 2008; VANDENTORREN *et al.*, 2006). As crianças também são citadas como uma população vulnerável a mudanças de temperatura. Em um estudo para São Paulo, foi estimado que um aumento de 1°C na temperatura média acima de 20°C está associado com o incremento de 2,6% da mortalidade das crianças por todas as causas (GOUVEIA; HAJAT; ARMSTRONG, 2003).

Por outro lado, deficientes condições socioeconômicas impõem-se frente à necessidade de adaptação. Em relação a isso, é interessante questionar-se sobre quais seriam as opções de adaptação a extremas temperaturas. Talvez possam ser consideradas as melhoras em termos de infra-estrutura de habitações, ou o uso de ar condicionado em caso de extremo calor. Porém, com respeito a esta última opção, existe o perigo de aumentar ainda mais as emissões de GEE, e, além disso, essa alternativa estaria sendo privada para algumas pessoas, como, por exemplo, as pessoas pobres.

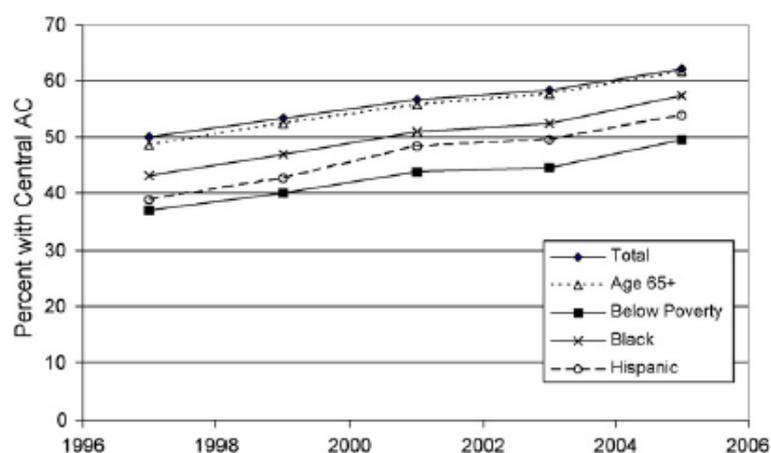


Gráfico 17 - Porcentagem de domicílios com sistema de ar condicionado em Estados Unidos, por grupo de população

Fonte: Kinney *et al.*, 2008, p. 92.

Como se observa no Gráfico 17, mesmo em um país rico como Estado Unidos, o uso de ar condicionado é menor entre a população pobre, circunstância que se pode tornar em um determinante de vulnerabilidade frente ao extremo calor. Todavia, o panorama pode ser mais desalentador quando se pensam nas opções de ajustamento de países pobres, visto que as pessoas nem dispõem de recursos básicos para o sustento diário, como é a disponibilidade de água para suprir a necessidade da sede.

A situação é mais crítica quando se analisam as opções que têm as pessoas para se adaptar. Desde a perspectiva da AC, qual seria o conjunto capacitário para as pessoas escolherem a melhor opção de vida de acordo com o que elas valoram e desejam? Com a mudança climática, o espaço do conjunto capacitário é restringido, porquanto existem limitadas opções de escolha: ou as pessoas se acostumam a viver diante das ameaças climáticas, vivendo de forma deficiente com problemas de saúde, ou em casos mais extremos, morrem. A capacidade de escolha das pessoas é limitada, definida só por sua própria capacidade de resistência frente a extremas temperaturas. O mais grave é que essa resistência é inferior para muitas pessoas, como para as crianças, os idosos e para as pessoas com padrões deficientes de saúde.

Pode-se dizer que o conjunto de alternativas de escolhas sobre funcionamentos e capacitações valoradas pelas pessoas, como a saúde, como parte importante na caracterização do bem-estar de uma pessoa, encontra-se restringido diante das ameaças de eventos extremos do clima. Dessa forma, quanto menos uma pessoa exerce sua capacidade de escolha, menos estará refletindo o bem-estar humano.

5.1.1.2 Impactos por Eventos extremos como Inundações, Secas e Tempestades

O IPCC (2007b) considera que a maior contribuição de impactos da mudança climática é e será relacionada à ocorrência de eventos extremos do clima. Desde 1950, a maior intensidade das ondas de calor junto com a mudança nos padrões das precipitações tem ocasionado aumentos de secas e inundações. Igualmente, desde 1979, têm incrementado a intensidade e a duração de eventos como furacões e tormentas tropicais (IPCC, 2007b). O mesmo organismo também estima com alta confiança que mortes e doenças associadas a eventos extremos devem aumentar devido a que se espera maior intensidade e frequência desses eventos (CONFALONIERI *et al.*, 2007).

Impactos irreversíveis sobre a vida das pessoas podem estar associados à maior ocorrência de secas, inundações e tempestades. Em primeiro lugar, eles podem arrasar vidas humanas e causar problemas de saúde e traumas físicos. Em segundo lugar, eventos extremos podem reduzir a prestação dos serviços dos ecossistemas, intensificar processos de degradação nos recursos naturais e afetar outros ativos que são indispensáveis para a vida.

As cifras de vítimas por desastres climáticos, mesmo que não representem uma relação causal direta com a mudança climática, permitem visualizar a tendência do que se espera em termos de efeitos sobre a vida e a segurança dos seres humanos. Como se observa no gráfico 18, o número de vítimas (mortes e total de pessoas afetadas) aumentou consideravelmente entre cada período, e, de acordo com as projeções avaliadas pelo IPCC (MEEHL *et al.*, 2007) esse quadro deve-se agravar. Assim sendo, estima-se que mortes causadas por enchentes para cada ano após de 2080 sejam 2 a 3 vezes superiores às experimentadas em 1990. Próximo de 18 a 30 milhões de pessoas podem ser afetadas cada ano em 2080 (NICHOLLS, 2004). Os desastres climáticos são fortemente associados com os fenômenos de El Niño-Oscilação Sul (ENOS), com maiores impactos na fase quente produzida por El Niño em regiões como Ásia do Sul e em África Subsaariana. Existe probabilidade de maiores impactos relacionados a esses eventos já que a mudança climática deve aumentar a intensidade e frequência dos fenômenos El Niño e La Niña.

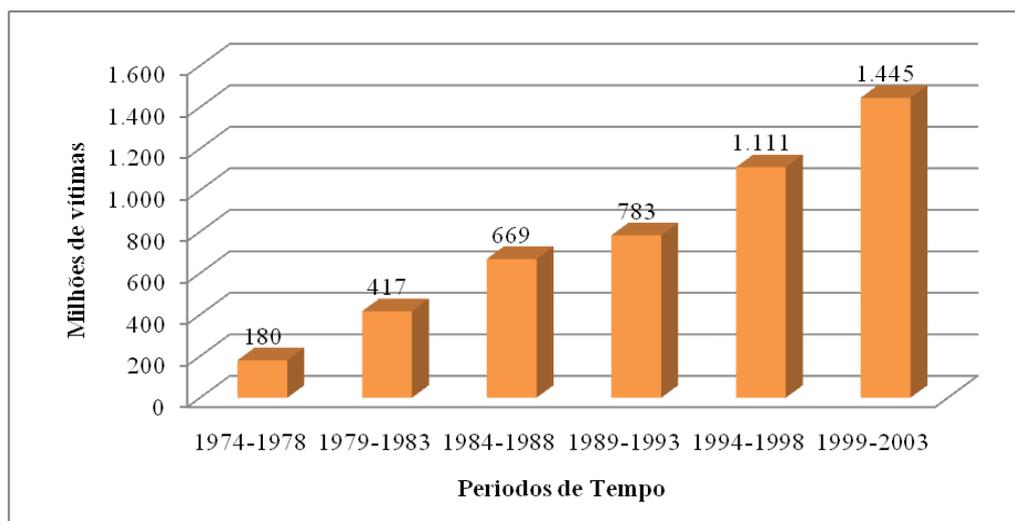


Gráfico 18 - Evolução do Total de pessoas vítimas (mortes e afetados) de desastres relacionados com secas, inundações e tempestades de vento e chuva, em 1974 – 2003.

Fonte: Dados brutos de EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database Université Catholique de Louvain, 2007

Nota: Os desastres climáticos são apresentados de acordo com as categorias apontadas pelo CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Portanto, as secas incluem temperatura extrema e incêndios. As inundações incluem enchentes, deslizamentos de terra e avalanches. Tempestades incluem tufões, ciclones, furacões, tempestades de inverno, tornados e tempestades tropicais (GUHA-SAPIR *et al.*, 2004).

Ao desagregar os impactos por tipo de desastre, como apresentado na tabela 14, nota-se que as enchentes são responsáveis pelo maior número de pessoas afetadas por desastres climáticos. No período de 1974 a 2006, as enchentes causaram prejuízos a mais de 2.700 milhões de pessoas, entre as quais, encontram-se pessoas afetadas por injúrias físicas (1,1 milhões), que necessitaram imediata assistência de habitação (76,7 milhões) e que requereram assistência durante o período de emergência (2.667 milhões).

Tabela 14 - Total de mortes e pessoas afetadas por desastres climáticos no período de 1974 - 2006.

Tipo de Desastre	(1) N° Mortes	(2) N° Feridos	(3) N° Afetados	(4) N° Desalojados	(5) Total Afetados (2+3+4)
Enchentes	227.730	1.157.199	2.667.092.535	76.784.355	2.745.034.089
Secas	558.448	0	1.561.408.618	0	1.561.408.618
Tempestades de Vento	310.087	545.074	662.605.429	41.669.060	704.819.563
Temperatura Extrema	101.660	1.824.090	9.623.857	17.340	11.465.287
Deslizamentos	22.450	9.037	2.174.753	4.019.322	6.203.112
Incêndios	1.486	3.039	3.877.814	124.764	4.005.617
Total	1.221.861	3.538.439	4.906.783.006	122.614.841	5.032.936.286

Fonte: Elaborado pela autora baseado nos dados brutos de EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database Université Catholique de Louvain, 2007

Nota: O número de mortes refere-se só às pessoas que morreram por causa direta da ocorrência do desastre, ou seja, não inclui aquelas pessoas que morreram por causas indiretas depois do desastre, como por exemplo, desnutrição, doenças, limitado acesso a serviços públicos, entre outros. Por outro lado, o número de feridos refere-se a pessoas sofrendo de injúrias físicas, trauma ou uma doença requerendo imediato tratamento médico como um direto resultado de um desastre (GUHA-SAPIR *et al.*, 2004).

O trabalho de Guha-Sapir *et al.* (2004) menciona que as inundações, dadas suas características, devam causar maiores estragos em termos de infra-estrutura e terras com culturas e devem ocasionar menores proporções de mortes comparado ao número de afetados. Os autores afirmam que os danos produzidos pelas inundações são agudos e com seqüelas de longo prazo.

Por outro lado, reconhecendo o valor de “aquilo que é intrinsecamente importante” (PNUD, 2007, p. 64), isto é, o valor da vida das pessoas, associa-se o critério de severidade (de curto prazo, no tempo da emergência) a aqueles desastres que apresentem maior número de mortes e maior número de feridos fisicamente ou de maiores agravos diretos sobre a saúde das pessoas.

Dessa forma, consideram-se os prejuízos relacionados às secas como os mais severos (no momento da emergência), na medida que respondem pelo maior número de mortes dentro do período em questão, correspondendo a mais de 500.000 mortes, um número duas vezes superior às mortes causadas nas enchentes, evento mais freqüente no período em questão. Na tabela 14, também é possível inferir que os efeitos por extrema temperatura são bastante graves, pois, ainda estando no quarto lugar do total de pessoas afetadas (coluna 5 da tabela 14), esse desastre se encontra no primeiro lugar de prejuízos na categoria de número de pessoas com injúrias físicas e de saúde, inclusive acima das inundações (coluna 2).

Por último, as tempestades de vento e chuva (ciclones, tufões, monções, furacões) fazem parte dos desastres mais destrutivos em termos econômicos (GUHA-SAPIR *et al.*, 2004). Não obstante, em termos de vidas humanas, encontram-se elevados efeitos. Assim, no período de 1974 a 2006, as tempestades de vento e chuva classificam no terceiro lugar de desastres com maior número total de pessoas afetadas, e, em segundo lugar, como responsável do maior número de mortes. O ciclone mais letal desde 1974 a 2006 registrou-se em Bangladesh em 1991, o qual deixou 138.866 mortes. Na China um tufão em 1994 afetou a mais de 11 milhões de pessoas⁷³.

Na tabela 15 são apresentados os maiores impactos em termos humanos por desastres climáticos no período de 1974 a 2003. Nota-se que os países que têm sofrido mais com a variabilidade do clima são aqueles de médio e baixo desenvolvimento humano de África e da Ásia.

⁷³ Dados subtraídos da base de dados EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database (UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN, 2007)

Tabela 15 - Países com maior média anual de vítimas (mortes e afetados) por desastres de inundações, secas e tempestades por cada 100.000 habitantes, no período de 1974 - 2003

País	Inundações	IDH 2005	País	secas	IDH 2005	País	Tempestades	IDH 2005
Bangladesh	10.222,40	0,520	Botswana	12.641,50	0,565	Tonga	6,526.9	0,810
Djibouti	6.506,10	0,495	Mauritania	11.730,90	0,477	Samoa	5,534.0	0,776
China	3.884,20	0,755	Malawi	8.084,50	0,404	Moldova,Rep.	4,740.4	0,671
Cambodia	2.624,70	0,571	Zimbabwe	8.041,20	0,505	Vanuatu	4,512.2	0,659
India	2.540,30	0,602	Djibouti	6.430,30	0,495	AntiguaandBarbuda	4,427.9	0,797
LaoPeople'sDem.Rep.	2.135,30	0,545	Eritrea	6.072,40	0,444	Belize	3,855.2	0,753
Azerbaijan	1.849,40	0,729	Mozambique	5.806,70	0,379	Dominica	3,830.7	0,783
Thailand	1.631,10	0,778	Ethiopia	5.184,60	0,367	Montserrat	3,702.6	-
FrenchGuiana	1.545,90	-	India	4.442,20	0,602	Mauritius	3,641.4	0,791
Rwanda	1.531,40	0,450	LaoPeople'sDem.Rep.	4.260,20	0,545	Philippines	3,154.6	0,758

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados de Guha-Sapir *et al.* (2004) e PNUD (2005)

Nota: Foi colocado o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 2005, tendo em conta que é calculado com dados do ano de 2003. Mais próximo de 1 indica maior desenvolvimento humano.

Considerando a maior frequência e intensidade de eventos extremos do clima que pode produzir a mudança climática, projetam-se maiores riscos de morte e alteração da habilidade das pessoas de contar com boa saúde. Os países de baixo desenvolvimento humano têm suportado e devem continuar recebendo as maiores conseqüências, circunstância que os coloca como países mais vulneráveis frente às futuras alterações do clima.

Em um cenário com mudança climática, funcionamentos básicos como a saúde das pessoas e a oportunidade de viver uma vida longa são submetidos às incertezas de acontecimentos inesperados. Nesse contexto, o que será o que as pessoas podem ser e fazer quando se deparam com desastres climáticos inesperados? Elas podem ser muito menos do que elas querem ser e do que elas podem ser sem mudanças climáticas. Com os desastres do clima, constituintes elementares das pessoas, como a saúde, são fragilizados, inclusive, podem causar a mesma morte. Por outro lado, com as mudanças climáticas, as pessoas também podem fazer muito pouco, pois as pessoas que não morrem ficam em estados deficientes, com injúrias e traumas físicos, e dificilmente as pessoas podem retornar ao estado inicial que desfrutavam antes da ocorrência do evento. Pessoas afetadas em sua saúde por desastres climáticos podem ser impedidas de trabalhar e de realizar as atividades que faziam antes do evento. De igual forma, as pessoas afetadas por desastres podem carregar essas conseqüências pelo resto das suas vidas. Assim, por exemplo, as crianças que são vítimas de desastres como as secas são mais propensas a estados de desnutrição, e, por isso, podem ser afetadas em seu desenvolvimento cognitivo, podendo se tornar pessoas menos produtivas em atividades econômicas ou em outras realizações.

5.1.2 Impactos indiretos

A mudança climática pode comprometer indiretamente o estado de saúde das pessoas através dos efeitos sobre os recursos naturais. As evidências apontam que os impactos indiretos devem ser mais intensos do que os impactos diretos (McMICHAEL *et al.*, 2003). Os impactos indiretos da mudança climática, referem-se: a subnutrição associada à perda de produção agrícola, morbidade por diarreia devido à escassez e contaminação da água e doenças infecciosas como a malária e a dengue, relacionadas à mudança na regulação de vetores de transmissão (mosquito).

A classificação dos impactos indiretos, aqui sugerida, aponta como mecanismos associativos entre a mudança climática e o bem-estar humano, os recursos de água, solo, biodiversidade e seus respectivos serviços dos ecossistemas. Dessa forma, a seguir são enunciadas as evidências de efeitos sobre a saúde de cada mecanismo em questão, como resultado da influência da mudança climática.

5.1.2.1 Potencial de impactos através do mecanismo água

O aquecimento global altera o ciclo hidrológico natural, o processo da evaporação da água, os padrões de precipitações, as reservas de água nas calotas de gelo e o nível do mar. Frente a esses eventos, há probabilidade de mudanças na distribuição, disponibilidade e qualidade de água nas diferentes regiões, com maior pressão sobre os recursos hídricos dos países em desenvolvimento.

A escassez, a contaminação e, em geral, a crise mundial da água, acelerada pela mudança climática, pode comprometer o desenvolvimento humano, sob dois aspectos: i) falta de água para a vida; ii) falta de água como meio de subsistência (PNUD, 2006). Sobre o primeiro aspecto, o PNUD (2006) aponta o risco sobre a saúde humana, tendo em conta que 1,8 milhões de mortes infantis anuais são associadas à água.

A crise da água, além de prejudicar a saúde das pessoas, acentua problemas de educação e afeta os outros componentes do bem-estar humano. A evidência disso se mostra com a estimativa de equivalência de evasão escolar de 443 milhões de dias por ano devido a doenças relacionadas com água (PNUD, 2006).

A problemática da água também deve limitar os meios de subsistência através da redução da produção agrícola e industrial e a partir da menor disponibilidade de renda a razão do maior valor pago pela água (PNUD, 2006). Vários mecanismos se conjugam em detrimento da saúde das pessoas, pois, além de reduzir a água para a irrigação, pode diminuir a produtividade de alimentos para uma adequada nutrição. Do mesmo modo, maiores preços pagos pela água, devido à escassez e outros fatores⁷⁴, podem obrigar às famílias pobres a consumir água contaminada dos rios, e, com isso, as pessoas pobres podem estar mais expostas a estados deficientes de saúde.

Tendo em conta a complementaridade de cada componente do bem-estar, efeitos sobre um componente reduz o estado do outro e cada ciclo conjugado de impactos negativos retrocede o bem-estar humano como um todo.

A água afeta a vida das pessoas porque é considerada como um dos mecanismos de propagação de doenças (Ver Quadro 15). Segundo Mendonça e Seroa da Motta (2005), dentro das doenças por veiculação hídrica, destacam-se a febre tifóide, a cólera, infecções intestinais, poliomielite e amebíase. Além disso, a água é considerada um meio de incubação de vetores de doenças infecciosas, que cria, por exemplo, o mosquito que transmite a malária e a dengue (Ver Quadro 15).

⁷⁴ O RDH (PNUD, 2006) menciona que a crises da água também é influenciada por fatores institucionais e de gerenciamento dos recursos hídricos.

Quadro 15 - Principais doenças associadas com a água

Vetor de Contágio	Doença	Sintomas	Número de pessoas atualmente afetadas ou casos por ano
Ingestão de Água Contaminada	Disenteria bacilar	Forte diarreia	236.896 casos em 2006
	Cólera	Diarreia extremamente forte, desidratação, alta taxa de mortalidade	
	Leptospirose	Icterícia, febre	17 milhões por ano
	Salmonelose	Febre, náusea, diarreia	
	Febre tifóide	Febre elevada, diarreia, ulceração do intestino delgado	
	Disenteria amebiana	Diarreia prolongada, com sangramento, abscessos no fígado e intestino fino	
	Giardíase	Diarreia leve a forte, náusea, indigestão, flatulência	
	Hepatite infecciosa	Icterícia, febre	
Contato com Água Contaminada	Gastroenterite	Diarreia leva a forte	84 milhões
	Paralisia infantil	Paralisia	
Verminoses, tendo a Água como um Estágio no Ciclo	Escabiose	Úlceras na pele	200 milhões
	Tracoma	Inflamação dos olhos, cegueira completa ou parcial	
Transmissão através de Insetos, tendo a Água como Meio de Procriação	Esquistossomose	Diarreia, aumento do baço e do fígado, hemorragias	500 milhões
	Malária	Febre, suor, calafrios, gravidade variável com o tipo de plasmodium	
	Febre amarela	Febre, dor de cabeça, prostração, náusea, vômitos	50 milhões por ano
	Dengue	Febre, forte dor de cabeça, dores nas juntas e músculos, erupções	
	Filariose	Obstrução de vasos, deformação de tecidos	120 milhões

Fontes: Tabela simplificada de Von Sperling 1995, p.38 incorporando dados disponíveis da World Health Organization – WHO, 2008 do número de pessoas afetadas ou casos por ano.

O aquecimento global afeta a temperatura dos recursos de água, criando melhores condições para habitats de procriação de bactérias. Ao mesmo tempo, o aquecimento altera a transmissão de doenças devido à mudança do comportamento humano em períodos de calor. As pessoas utilizam menos roupas e dessa forma aumentam a exposição para picadura de mosquito, aumenta também os requerimentos de água e as pessoas realizam mais atividades nas águas, como nadar (RODÓ *et al.*, 2002; HUNTER, 2003)

Os efeitos gerados através da crise da água configuram-se pela combinação de outros fatores, como a carência de infra-estrutura, desigualdade no acesso a água e saneamento básico, crescimento populacional, pobreza, entre outros. O panorama de escassez e contaminação da água já é presenciado em alguns países em desenvolvimento (países do Sahel – África), que somado aos impactos dos choques climáticos, deve acentuar ainda mais os índices de pobreza e de desigualdade para os próximos anos. Os pobres podem ficar cada vez mais pobres, pois são eles que têm limitado acesso ao recurso, estão submetidos a consumir água contaminada, enfrentam maiores ameaças de doenças e são quem pagam

preços mais elevados para seu uso⁷⁵. Como menciona o RDH (PNUD, 2006, p.1), a problemática da água “é uma crise silenciosa suportada pelos pobres”.

Doenças associadas com água são maiores em países em desenvolvimento, onde 1,1 mil milhões de pessoas têm acesso inadequado e 2,6 mil milhões não dispõem de saneamento básico (PNUD, 2006). Nessas circunstâncias, são países com maior risco de fragilizar o estado de saúde quando se deparam com eventos climáticos extremos. Inundações, por exemplo, podem causar contaminação aos reservatórios subterrâneos de água e às águas superficiais dos rios e lagoas, situação que ao ser conjugada com a deficiência no sistema de tratamento, ou mesmo com a falta de infra-estrutura para o suplemento, pode aumentar a incidência de doenças por veiculação hídrica.

Em alguns países, os casos por doenças de veiculação hídrica aumentaram depois da ocorrência de eventos extremos do clima. Após a enchente de 1998 em Bangladesh, as crianças e as pessoas acima de 50 anos foram mais suscetíveis a diarreia associada à mudança na qualidade da água para beber (KUNII *et al.*, 2002). Ainda, estima-se que para o ano de 2030 o risco de diarreia seja 10% maior do que em condições sem mudança climática (CAMPBELL-LENDRUM *et al.*, 2003).

Em outros estudos, a incidência de doenças por água foi associada com El Niño-Oscilação Sul (ENOS) (CHECKLEY *et al.*, 2000; RODÓ *et al.*, 2002). Como foi mencionado no capítulo 1, o ENOS é um processo natural do sistema climático, no entanto, devido ao aquecimento e aumento do nível do mar, modifica-se a frequência e a magnitude com que ocorre esse fenômeno, levando à instabilidade do clima regional. Os efeitos extremos produzidos pelo ENOS são consistentes com os cenários propostos pelo IPCC (MEEHL *et al.*, 2007), dessa forma, evidências desses eventos são consideradas nesta análise de impactos.

No Peru, o evento de El Niño de 1997/1998 foi responsável pelo maior número de casos de crianças com diarreia. Nesse período, a temperatura aumentou 5°C acima da média normal, e as admissões por diarreia aumentaram em 200% das esperadas. 6225 admissões adicionais por diarreia foram atribuídas ao El Niño e o custo monetário associado por esse aumento foi de US\$ 277.000 (CHECKLEY *et al.*, 2000).

As evidências constataam que o aquecimento global esta forçando o ENOS a eventos cada vez mais fortes, intensificando e ampliando as doenças transportadas pela água. Rodó *et al.* (2002) encontram que o ENOS e a incidência de cólera pode ser associada à mudança

⁷⁵ Por exemplo, indivíduos em países pobres como Quênia e Filipinas pagam 5 a 10 vezes mais pelo custo da água, que indivíduos em países ricos como Inglaterra (PNUD, 2006).

climática. No estudo, os autores utilizaram uma série de tempo da mortalidade por cólera de Bangladesh entre 1893 e 2001, sendo um período longo o suficiente para ser relevante na análise da mudança climática. Uma forte consistência de ENOS e cólera são aparentes no período de 1980 a 2001 e com fraca relação no período anterior. O estudo comprova que o ENOS teve uma intensificação desde 1976, contribuindo com 70% do total de variabilidade da série de cólera durante o período de forte correlação (1980-2001). O referido trabalho mostra o aumento de doenças por cólera depois da fase quente do ENOS e decréscimos depois da fase fria. O período em questão coincide com o “record” de maior temperatura média global apontado pelo IPCC (2007a).

Outro estudo encontra que a prevalência de cólera e intoxicação por consumo de peixe contaminado está correlacionada com o aumento da temperatura em águas superficiais do mar (HUNTER, 2003). Essa relação é importante que se considere, tendo em conta que 41% (2,5 bilhões de pessoas em 2002) da população do mundo vivem em zonas costeiras⁷⁶ e essa proporção deve aumentar rapidamente nas próximas décadas (PNUD, 2005; MARTÍNEZ *et al.*, 2007), a qual pode representar maior população com risco de contrair esse tipo de doenças.

Segundo Hunter (2003), epidemias por água são mais difíceis de aparecer em países desenvolvidos, pois eles contam com melhor sistema de tratamento de águas. No entanto, doenças e mortes por diarreia foram relacionadas com a contaminação da água devido ao furacão Katrina de 2005 em Estados Unidos (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION - CDC, 2006).

Os impactos na saúde das pessoas através do mecanismo da água devem ser presenciados em nível global, no entanto, conjugado com a vulnerabilidade pré-existente de cada país, em termos de infra-estrutura para o suplemento e saneamento básico, deve-se esperar efeitos mais severos para países em desenvolvimento, com maior prejuízo sobre a população pobre, as crianças e pessoas que vivem em zonas costeiras.

O acesso à água segura de forma universal é uma importante medida a ser considerada para que as pessoas possam enfrentar os riscos climáticos, do contrário, a problemática da água acelerada pela mudança climática promete ampliar a pobreza e limitar as oportunidades das pessoas de melhorar seu estado de bem-estar humano.

⁷⁶ Área dentro dos 100 km da linha costeira (MARTÍNEZ *et al.*, 2007)

5.1.2.2 Potencial de impactos através do mecanismo solo

A mudança climática representa um fator adicional que acelera o processo de erosão e desertificação do solo (capítulo 3). De igual forma, a maior frequência e magnitude de eventos extremos devem estar associadas com maiores perdas de produção agrícola e, por conseguinte, devem aumentar a probabilidade de problemas de subnutrição da população local.

A associação entre eventos climáticos e deficiência nutricional não é facilmente estabelecida, devido em parte à interferência de aspectos sociais, políticos e institucionais. Amartya Sen (2000) menciona que a subnutrição é influenciada pelo funcionamento de toda uma economia e não apenas da produção de alimentos e atividades agrícolas. Fatores como a distribuição e capacidade de compra de alimentos podem estar relacionados.

No contexto da mudança climática, questões socioeconômicas, culturais e institucionais definem-se como determinantes do grau de vulnerabilidade de uma população às alterações do clima. Dessa forma, quanto maior desigualdade, pobreza e baixo desenvolvimento humano, menores devem ser as opções para enfrentar os choques climáticos, e, portanto, maior a vulnerabilidade a estados deficientes do bem-estar.

A mudança climática sobrepõe-se a uma realidade de deficiência nutricional. A subnutrição em países em desenvolvimento é responsável por 3,5 milhões de mortes cada ano (BLACK *et al.*, 2008). Atualmente há 854 milhões de pessoas subnutridas e estima-se que para 2080, o número ascenda para 600 milhões de pessoas adicionais com subnutrição devido à redução da produção agrícola projetada com as alterações do clima (PNUD, 2007). A desnutrição infantil deve aumentar mesmo sem a mudança climática, porém, com as alterações climáticas das próximas décadas, o risco de fome nas crianças deve aumentar muito mais (CONFALONIERI *et al.*, 2007). Eventos como as secas modificam a dieta das pessoas, diminuem o consumo de proteínas e micronutrientes e aumentam o risco de padecer outras doenças. As crianças são mais vulneráveis tendo em conta que atualmente existem 36% das crianças do mundo em estado moderado e severo de baixo peso (FAO, 2006b).

A associação entre os choques climáticos e a desnutrição pode ser observada através da experiência da Coreia do Norte, onde as inusitadas inundações de 1995 trouxeram grandes danos imediatos, arrasando plantações e deixando 500.000 pessoas sem lar. Todavia, após o evento, os impactos foram mais profundos devido à escassez de alimentos. Em 1993, a quantidade de comida recebida por adulto por dia era de 450 gramas de arroz, mas nos anos

seguintes da enchente, a escassez de alimentos piorou e a porção de comida foi passando de 200 g em 1996 a 100 g (350 calorias) em 1997. As perdas de animais por causa das inundações foram responsáveis pela carência de proteínas, a qual, por sua vez, esteve relacionada com a severa subnutrição (TOMLINSON, 1997). Além do mais, Coreia do Norte conta com um sistema de armazenamento de alimentos altamente centralizado e sua distribuição foi dificultada pela destruição de rodovias nas enchentes (WOODWARD *et al.*, 1998). No período de 1995 e 1998 muitas pessoas morreram de doenças relacionadas com a fome (LAMAR, 2001).

Eventos extremos do clima podem danificar terras agrícolas de uma localidade e trazer grandes prejuízos em termos de alimentos para o consumo e comercialização. Nessas circunstâncias, se a população afetada não conta com meios diversificados de sustento, com comércio internacional de alimentos bem desenvolvido ou não dispõe de ajuda social por parte do Estado, ela deve aumentar sua vulnerabilidade frente a estados de fome. Durante os desastres climáticos, as pessoas acabam perdendo parte do seu patrimônio para a subsistência (animais e terras), e, pior do que isso, as pessoas perdem sua habilidade de adquirir alimentos, com maiores impactos sobre as mulheres e crianças.

Varias são as causas da desnutrição⁷⁷, mas as alterações climáticas podem representar uma ameaça para ampliação do risco de fome. Em um cenário com mudança climática, a tendência de subnutrição é de progredir, em parte porque se estima que haja redução da produção de cereais, desfavoráveis condições da terra para a agricultura e aumentos dos preços dos alimentos em países em desenvolvimento. Além disso, com a maior frequência e intensidade de eventos extremos, os problemas associados à fome devem persistir, em especial, em países da África subsaariana e na Índia, onde atualmente existem 206 e 212 milhões de pessoas subnutridas, respectivamente.

Para realizar uma análise dos impactos da mudança climática é importante considerar o estado pré-existente de deficiência nutricional, já que isso permite vislumbrar o panorama no qual se inserem as alterações climáticas e permite distinguir o grau de impactos que podem trazer em termos de bem-estar humano. Dessa forma, apresentam-se algumas evidências a nível regional e local, de acordo com o relatório da FAO (2006b) e outras referências:

⁷⁷ A desnutrição pode estar associada a múltiplos fatores, tais como: inadequado consumo de alimento, pobreza, deficiente saneamento básico, doenças infecciosas, cuidado deficiente de saúde, menor higiene. Processos de comunicação e distribuição enfraquecidos que impedem o acesso de alimentos a populações.

- *Ásia e o Pacífico*: essa região conta com 64% da população subnutrida em 2000-2003, ocupando o segundo lugar no ranking de maior prevalência depois da África. Entre o período de 1990-92 e 2001-03 o número de subnutridos diminuiu de 570 para 524 milhões de pessoas. Essa redução foi derivada do declínio da desnutrição na China, de 194 para 150 milhões de pessoas no mesmo período. Não obstante, tirando a China, a situação não melhora muito. Para alguns países a situação nutricional se agravou, como é o caso da Coreia do Norte, onde o número de subnutridos aumentou mais que duas vezes, passando de 3,6 para 7,9 milhões de pessoas, e a produção de alimentos em termos per capita diminuiu em 2,2% por ano nesse período. Como foi mencionado em parágrafos anteriores, esse país foi afetado por extremas enchentes desde 1995, o que levou à obstrução do setor agrícola, situação que esteve associada ao aumento do estado de desnutrição.
- *América Latina e o Caribe*: nessa região há 11% da população desnutrida. Mas, em nível desagregado, uma evidência da sensibilidade a eventos climáticos pode ser representada pela experiência da Guatemala, onde a população desnutrida dobrou entre o período de 1990-92 e 2000-03, chegando a ser de 2,8 milhões e sua prevalência passando de 16% para 23% da população. A situação nutricional é mais preocupante quando se tem em conta que 80% da população em extrema pobreza está localizada na zona rural e é formada, em sua maioria, por indígenas dependentes da agricultura de subsistência. O setor agrícola tem sido afetado, assim como a insegurança de alimentos tem sido agravada devido a desastres climáticos derivados de El Niño, seguido pelo furacão Mitch em 1998, a seca em 2001 e o furacão Stan em 2005.
- *Oeste e Norte da África*: No Iêmen, um país que pertence a essa região, o suplemento de energia diário baixou de 2.040 quilocalorias por dia por pessoa em 1990-92 para 2020 calorias em 2000-03, sendo que o mínimo para o sustento de uma pessoa deve ser de 2.100 quilocalorias por dia por pessoa. A fragilidade de Iêmen deve-se em parte ao rápido descendo da disponibilidade da água para a agricultura, a qual por sua vez, é de baixa produtividade. A escassez da água no cenário da mudança climática pode representar um risco para a produção agrícola desse país, onde 42% das culturas são irrigadas. A escassez de água eventualmente pode intensificar a insegurança alimentar da população mais frágil, os pobres, dos quais, 80% vivem em zonas rurais.

- *África Subsaariana*: um terço da população sofre de crônica fome, sendo que, no período de 1990-92 a 2000-03 o número de desnutridos aumentou de 169 a 206 milhões de pessoas. Os esforços para reduzir a fome têm sido insuficientes devido à alta frequência de desastres climáticos e humanos (como guerras). Em alguns países, as crianças que nasceram em períodos de secas apresentam maior probabilidade de desnutrição (PNUD, 2007). No Congo vive-se dramática insegurança de alimento, pois o número de desnutridos triplicou de 12 para 36 milhões e a prevalência passou de 31 para 72% da população. Por outro lado, em Ruanda, por causa da seca de 2004, a refeição foi reduzida a 1.600 quilocalorias por dia. A Ruanda é um país afetado por múltiplas secas, situação que pode estar associada com a pobre disponibilidade de alimentos, onde 78,7% das famílias em 2005 contavam com duas refeições por dia, e no setor rural, somente tinham uma refeição. A desnutrição nesse país é atribuída também à falta de proteínas nas refeições, sendo que, 86% das famílias consomem proteínas menos que duas vezes em um período de 15 dias e na zona rural, 88,2% das famílias não consomem proteína no mesmo intervalo de tempo (REPÚBLICA DE RUANDA, 2002).

Tendo em conta as anteriores experiências, há indícios para dizer que as alterações climáticas podem aumentar a probabilidade de subnutrição, com maiores impactos sobre a população pobre, localizada em maior parte nas áreas rurais e que dependem em maior proporção da agricultura de subsistência como meio de aquisição de alimentos.

A preocupação com respeito ao estado de nutrição de uma pessoa deve-se à falta de um mínimo de nutrientes, que reduz a capacidade de ter uma vida saudável e pode criar ciclos de desvantagens em retrocesso do bem-estar humano. A desnutrição materna, por exemplo, pode repassar os impactos para as crianças, as quais, por sua vez, são menos resistentes a doenças e sofrem de maior prevalência de baixo peso. As crianças desnutridas crescem com um sistema imunológico deficiente, com debilitada capacidade cognitiva e dificuldades de aprendizado. As mulheres podem apresentar maior risco de subnutrição, devido ao papel da mãe na distribuição de alimentos dentro da família. As mães podem reduzir sua refeição para que seus filhos tenham o que comer.

Nos adultos, o acumulado processo de subnutrição reduz a capacidade produtiva, o qual pode estar associado à redução do potencial de ganhos monetários. No final, comunidades subnutridas podem apresentar reduzida produtividade econômica (JENNY; EGAL, 2002).

O estado nutricional é uma questão importante quando se pensa no desenvolvimento humano. Se as pessoas não desfrutam de uma adequada nutrição, dificilmente podem desenvolver outros funcionamentos e capacitações. As pessoas desnutridas podem sofrer de outras doenças, e, além disso, a desnutrição é uma deficiência que pode ser transferida da mãe para o filho. Uma pessoa desnutrida é privada de realizar labores produtivos, pode se tornar menos capacitada para certas atividades. Igualmente, uma pessoa que passa fome pode ser muito infeliz. A ação de comer pode significar um momento prazeroso e de muito valor para uma pessoa, e a incapacidade de viver esse momento priva a pessoa de uma vida feliz.

5.1.2.3 Impactos potenciais através da mudança na biodiversidade.

A biodiversidade compreende vários níveis de organismos biológicos, desde genes a populações, espécies, comunidades e ecossistemas. A interação desse conjunto de elementos é relevante para o controle de doenças e pestes em animais e seres humanos. Não obstante, a intervenção de várias perturbações, entre elas a mudança climática, pode modificar a função de regulação epidemiológica exercida pelos ecossistemas e alterar os habitats de vetores biológicos de transmissão, tornando-os mais ou menos sustentáveis para sua procriação e desenvolvimento.

Quando se modificam os habitats, os organismos alteram sua distribuição espacial, as espécies podem migrar a outros lugares, há mudanças na morfologia, fisiologia e comportamento. Dessa forma, há probabilidade de que os organismos de transmissão de doenças comecem a habitar em lugares onde antes não sobreviviam, ou, ao contrario, desapareçam de locais que antes permaneciam (PATZ; OLSON, 2006).

Os componentes de transmissão incluem organismos patogênicos (vírus, bactérias), vetores⁷⁸ biológicos (mosquitos, caracóis, etc), veículo físico não biológico (água, solo), reservatórios não humanos (ratos, veados) e hospedeiro humano (PATZ *et al.*, 2003).

As doenças infecciosas relevantes para a relação clima-saúde são classificadas dependendo seu reservatório em seres humanos (*Anthroponoses*) e animais (*Zoonoses*) e de acordo com modo de transmissão em diretas e indiretas (PATZ *et al.*, 2003).

A transmissão direta ocorre quando o vírus ou a bactéria entra em contato direto com o ser humano ou com outro animal. Entretanto, a transmissão indireta sucede quando o

⁷⁸ Os vetores biológicos em sua maioria precisam se alimentar de sangue de vertebrados para garantir sua vida e reprodução (PATZ *et al.*, 2003)

patogênico é repassado de uma pessoa a outra por meio de um veículo físico como a água ou por vetores biológicos como o mosquito. A transmissão indireta requer três componentes para completar a transmissão: o patogênico, o veículo físico ou vetor biológico e o ser humano.

A transmissão indireta de infecções é altamente suscetível a fatores climáticos como a temperatura, as precipitações, umidade, a temperatura do mar e os ventos. Isso se deve aos organismos patogênicos permanecerem no ambiente durante um período do seu ciclo de vida e, é por essa razão, que muitas das doenças infecciosas apresentam padrões estacionais conforme a variabilidade do clima (PATZ *et al.*, 2003).

A incidência da cólera, por exemplo, aumenta quando a temperatura superficial dos oceanos incrementa. A transmissão ocorre indiretamente entre as pessoas através do veículo de água, onde subsiste a bactéria *Vibrio cholerae*, comumente em ecossistemas marinhos. A malária e a dengue também apresentam padrão estacional, com maior transmissão em meses após chuva e umidade (PATZ *et al.*, 2003).

Segundo McMICHAEL *et al.* (2003), na propagação de doenças infecciosas, também intervêm aspectos sócio-demográficos e ambientais, como o aumento do comércio, a inadequada migração, a mudança no uso da terra e a urbanização. Não obstante, o referido trabalho adverte que a mudança climática já representa um, de vários fatores que influenciam a propagação de doenças infecciosas na população. Tendo em conta isso, na tabela 16, é apresentada a probabilidade da mudança climática de alterar a distribuição das principais doenças infecciosas que usam vetores biológicos de transmissão.

Tabela 16 - Principais doenças que usam vetores de transmissão e probabilidade de alteração com a mudança climática, classificados por população em risco

Doença	Vetor	População em Risco (milhões)	Número de pessoas "Disability-Adjusted Life Year" - DALY, 2002 (milhões)		Atual Distribuição	Probabilidade de alteração da distribuição com a mudança climática
			População em Risco (milhões)	Atualmente infectadas ou Casos por ano		
Malária	Mosquito	3.200	500 milhões	46.486	Trópicos/Subtrópicos	Altamente provável
Dengue	Mosquito	2.500	50 milhões de casos por ano	616	Todos os países dos trópicos	Muito provável
Filariose linfática	Mosquito	1.300	120 milhões	5.777	Trópicos/Subtrópicos	Provável
Esquistossomose	Caracóis de água doce "water snail"	650	200 milhões	1.702	Trópicos/Subtrópicos	Muito provável
Leishmaniose	Mosquito pólvora	350	12 milhões de casos por ano	2.090	Ásia/África/Europa do Sul/America	Provável
Oncocercose ("River blindness")	Mosca Preta	120	37 milhões	484	África/America Latina/Yemen	Muito provável
Tripanossomíase Americana "doença de chagas"	Inseto triatomíneos	100	16 - 18 milhões	667	America Central e do Sul	-
Tripanossomíase Africana "Doença do sono"	Mosca tsé-tsé	55	70.000 casos por ano	1.525	África tropical	Provável

Fonte: Adaptado do IPCC (MCMICHAEL *et al.*, 2001, p. 463), Chan *et al.* (1999, p. 330). Dados atualizados da WHO (2007).

Nota: O indicador DALY – Disability-Adjusted Life Year é uma medida que combina mortalidade em termos de anos de vida perdidos devido à morte prematura e morbidade em termos de anos vividos com incapacidades e limitações. População em risco define-se como a população vivendo em áreas onde as condições do clima são sustentáveis para a transmissão da doença (VAN LIESHOUT *et al.*, 2004)

Nota-se que as doenças como a malária e a dengue constituem a maior ameaça em um cenário com mudança climática, porquanto existe maior população em risco de sofrer essas doenças e devido a serem fortemente associadas com padrões climáticos.

De acordo com o estudo de Tol & Dowlatabadi (2000), o qual considera um cenário de mudança climática, combinando projeções de crescimento da população e risco de transmissão de doenças, estima-se que a mortalidade adicional por doenças infecciosas (malária, dengue e esquistossomose) seja de 700.000 pessoas por ano.

5.1.2.3.1 Malária

De acordo com o IPCC (CONFALONIERI *et al.*, 2007), o aumento do número de pessoas infectadas por malária constitui um potencial impacto da mudança climática.

Atualmente, a malária⁷⁹ é responsável da morte de mais de um milhão de pessoas cada ano, das quais, 75% são crianças africanas menores de cinco anos⁸⁰. Além disso, em todo o mundo, existem 3.200 milhões de pessoas em risco de contrair a doença, cerca de 60% da população atual (ver tabela 14) (VAN LIESHOUT *et al.*, 2004).

A variabilidade do clima é o principal determinante da distribuição geográfica, da abundância e do ciclo de vida tanto da parasita (*plasmodium*) que causa a infecção quanto do inseto *Anopheles* que transmite a doença (MARTENS *et al.*, 1995a; MARTENS *et al.*, 1995b). Assim, enquanto os padrões de chuva influenciam a transmissão, a temperatura atua como uma força reguladora. Por um lado, a chuva é importante para o estágio aquático do ciclo da parasita e do mosquito, porém, excessiva chuva também pode transportar as larvas de um lugar para outro. Por outro lado, a longevidade do mosquito diminui em maiores temperaturas e aumentam em maior umidade. Considera-se que a temperatura ótima para a sobrevivência do mosquito seja entre 20 a 25 °C (MARTENS *et al.*, 1995a).

Evidências mostram que nos períodos do El Niño, a Colômbia apresenta maior incidência de malária, com maiores impactos em regiões endêmicas rurais. Isso se deve ao aumento da temperatura, redução de chuvas e menores descargas dos rios associadas com a ocorrência do fenômeno. Com menores chuvas, criam-se estanques de água que se convertem em reservatórios das larvas (POVEDA *et al.*, 2001). Dessa forma, considerando a maior frequência e intensidade do El Niño projetada no cenário da mudança climática, deve-se esperar maior incidência de malária em países onde o fenômeno tem influência.

De acordo com Kovats *et al.* (2001), há probabilidade de que a mudança climática tenha os seguintes efeitos sobre a incidência da malária:

- i) Aumento da distribuição em lugares onde atualmente é limitada devido à baixa temperatura. Portanto, epidemias de malária podem aparecer em novas zonas (TOL; DOWLATABADI, 2000);
- ii) Menor distribuição em lugares que são demasiadamente secos para a sobrevivência do mosquito;

⁷⁹ A malária é transmitida através do mosquito *Anopheles gambiae* infectado do parasita *plasmodium*. O parasita *plasmodium* apresenta quatro espécies: a *falciparum*, a *vivax*, a *malariae* e a *ovale*. A primeira destas é a que causa a doença de malária mais severa, sendo responsável por 90% das mortes (WHO, 2005)

⁸⁰ Informação subtraída da Roll Back Malaria entidade adstrita à OMS
http://www.rbm.who.int/cmc_upload/0/000/015/367/RBMInfosheet_6.htm

- iii) Variabilidade do número de meses de transmissão em áreas com estável transmissão. Algumas regiões podem se converter em zonas sustentáveis para a transmissão, enquanto outras podem se tornar menos sustentáveis;
- iv) Aumento do risco em áreas nas quais a doença foi erradicada, mas que ainda permanece o mosquito, como Europa e Estados Unidos (MARTENS *et al.*, 1999).

A previsão é que haja no ano 2080 uma população adicional em risco de malária de 220 a 400 milhões de pessoas. Entre as regiões com maior risco se encontra África subsaariana (38 a 67 milhões de pessoas para 2080) e Ásia Ocidental e Oriental (incluindo China) (VAN LIESHOUT *et al.*, 2004). Existe a preocupação de que em terras altas do Oeste da África como da Quênia, mesmo tendo limitada transmissão atualmente, possa se converter em zona de risco com os futuros aumentos da temperatura (MARTENS *et al.*, 1995a).

Com a mudança da temperatura e dos padrões de precipitações, o potencial de transmissão da malária deve aumentar entre 12% e 27% nas regiões dos trópicos e subtropicos (MARTENS *et al.*, 1999). Na África, estima-se que haja 56.000 mortes adicionais por cada grau (°C) de aumento da temperatura média global (TOL; DOWLATABADI, 2000).

A maior incidência de malária deve se apresentar naquelas regiões não-endêmicas e de altas latitudes, assim como, em terras elevadas da África e dos Andes na América do Sul (PATZ; OLSON, 2006). O aumento do risco de infecções não se restringe a países em desenvolvimento, pois há risco de reintrodução da doença em lugares onde atualmente não há malária, como partes da Austrália, Estados Unidos e Sul da Europa. Para 2100, nesses países pode aumentar o potencial de transmissão mesmo com uma pequena densidade do mosquito vetor (MARTENS *et al.*, 1999).

Por outro lado, há probabilidade de uma redução líquida da população em risco de malária na região da Amazônia na América do Sul, América Central e as regiões de desertos. Essa redução deve ser influenciada pelas menores precipitações projetadas nas próximas décadas (VAN LIESHOUT *et al.*, 2004).

A vulnerabilidade das pessoas a epidemias como a malária se dá em função da exposição e das medidas que se adotem para atenuar o perigo de transmissão. Países com deficientes programas de controle de epidemias e limitada estrutura de saúde são mais vulneráveis e podem aumentar a incidência com a mudança climática.

As zonas tropicais estão mais expostas à malária devido a apresentarem condições ecológicas e climatológicas mais propício para a reprodução do mosquito. Além disso, nessas

áreas localizam-se países pobres com deficiente sistema de saúde e reduzidos programas de prevenção. Como menciona a OMS (2008), a pobreza e condições climáticas favoráveis para a transmissão, representam “uma combinação nefasta” em retrocesso do desenvolvimento humano.

Atualmente, a malária representa um dos problemas mais sérios e complexos de saúde pública de zonas tropicais e de países pobres como da África (VAN LIESHOUT *et al.*, 2004). Nesses países, há um número elevado de pessoas infectadas e, ao mesmo tempo, há uma carência de assistência médica e de prevenção dessa doença. Na África, 66% da população está em risco de sofrer a doença, devido também às condições do clima que beneficiam o parasita mais nocivo da malária, o “*plasmodium falciparum*”, responsável de 75% dos casos clínicos e de maior mortalidade nessa região (WHO, 2005). Somado às condições de extrema pobreza, a África converte-se na zona mais vulnerável frente aos impactos da mudança climática.

As crianças menores de cinco anos são muito mais sensíveis à malária, devido ao fato delas não conseguirem suportar a infecção, algumas podem morrer no outro dia, após a picada do mosquito. Entretanto, aquelas crianças que sobrevivem aos casos graves de malária cerebral podem sofrer de paralisias parciais, padecerem de convulsões, problemas de elocução, constantes febres e problemas de aprendizado (WHO, 2005).

As mulheres grávidas também são altamente sensíveis à doença, devido ao impedimento temporário da vacinação no período da gravidez. Mulheres grávidas infectadas de malária desenvolvem anemia, a qual, por sua vez, pode causar parto prematuro, morte pré-natal e morte da mulher. Quando a mulher apresenta anemia associada à malária, impede que a criança, após de nascer, sobreviva a mais de um ano (WHO, 2005).

As pessoas que padecem de malária sofrem de constantes dores de cabeça e esgotamento, razão esta que as torna menos produtivas. Um estudo confirma que devido à malária, os países com intensa transmissão, apresentam uma perda de 1,3% por ano no crescimento econômico. Por outro lado, se esses países apresentassem uma redução de 10% no índice de malária, poderiam aumentar o crescimento econômico em 0,3% por ano (GALLUP; SACHS, 2001).

A maior vulnerabilidade à malária, além de estar associada à exposição geográfica, ela está determinada por aspectos socioeconômicos, tais como: a pobreza, a desigualdade no acesso de saúde, educação, prevenção e tratamento. Assim, os riscos são maiores para as crianças que não estão vacinadas, para pessoas pobres e do setor rural e às mulheres grávidas. Na África, onde ocorre o maior número de casos, só 3% das crianças menores de cinco anos

são protegidas com mosquiteiros tratados com inseticida (MTI) e a situação é mais grave para as pessoas das áreas rurais, pois elas usam menos essa medida de prevenção (WHO, 2005). A deficiência nos controles de transmissão reproduz impactos mais severos para a população e mostra parte da reduzida capacidade de adaptação à mudança climática.

5.1.2.3.2 *Outras doenças infecciosas: a dengue*

Alguns estudos apontam que a mudança climática deve alterar a distribuição de outras doenças infecciosas como a dengue (HALES *et al.*, 2002). Não obstante, essa associação ainda apresenta elevada incerteza, mostrando complexidade sobre os efeitos de transmissão influenciados pelo clima (CONFALONIERI *et al.*, 2007). Apesar dessa controvérsia, outro estudo encontra que a densidade do mosquito transmissor da dengue pode estar associada a padrões climáticos, com aparente consistência para países como a Colômbia, Haiti e Honduras (HOPP; FOLEY, 2003).

5.1.3 Algumas considerações finais sobre saúde

Tendo em conta as evidências anteriores, pode-se dizer que a saúde humana, em nível global, enfrenta elevado risco de ser fragilizada diante das alterações climáticas. A probabilidade é de que haja um balanço líquido negativo, pois os efeitos positivos que devem apresentar alguns países, em termos de redução de mortalidade por extremo frio, não devem compensar a magnitude dos impactos negativos em todo o mundo, com maior proporção em países em desenvolvimento. Nestes países, os efeitos na saúde são mais intensos já que estão ligados ao aumento de múltiplas doenças e deficiências, incluindo: malária, dengue, cólera, diarreia, subnutrição, injúrias e traumas físicos e mortalidade por desastres climáticos.

Nota-se que os riscos climáticos capazes de influenciar na saúde, não estão distribuídos uniformemente entre os países e regiões do mundo. No entanto, quando vários países se enfrentam a um mesmo risco, como, por exemplo, as inundações, os impactos podem ser diferenciados devido a cada país apresentar distinta vulnerabilidade a esse risco. Cada país difere com respeito a sua exposição, sensibilidade e capacidade de lidar com esses riscos. Como fora argumentado, os países diferem em seus níveis de pobreza, qualidade de

infra-estruturas físicas, acesso a serviços básicos e cuidados de saúde. Desse modo, em países em desenvolvimento como da África e da Ásia do Sul, os impactos climáticos sobre a saúde devem ser mais severos. Nestes países, há uma combinação de três aspectos que intensificam os impactos, sendo: maior exposição por localização geográfica, com maior ocorrência de eventos extremos do clima; maior sensibilidade devido à dependência nos recursos naturais, os quais, também são mais fragilizados; e, por último, países em desenvolvimento, contam com restritas opções para enfrentar os impactos da mudança climática.

Como foi comentado, com as condições atuais do clima, já existe uma fragilidade do estado de saúde associado com a má qualidade da água, limitado acesso a alimentos, limitado tratamento e prevenção de doenças infecciosas. E, nesse quadro de vulnerabilidade, as alterações do clima aparecem para reforçar o padrão de privações experimentado pelas pessoas. Muitas pessoas vivem com deficiente estado de saúde, e não sendo suficiente, a mudança climática diminui as opções para sair dessa privação. Nesse contexto, e considerando o desenvolvimento humano, vale a pena se questionar sobre o que deve estar sendo promovido e transferido? As liberdades substantivas de uma pessoa para levar uma vida boa, longa e saudável? Ou a expansão e transferência de privações humanas e deficiente estado de saúde? No que diz respeito a isso, foi confirmado que as condições climáticas merecem ser consideradas quando se avalia o bem-estar humano, pois elas são capazes de influenciar tanto a expansão como a restrição de dimensões humanas importantes, como é a saúde de uma pessoa. A mudança climática, através de seus impactos na saúde está reforçando ciclos de retrocesso do bem-estar humano das pessoas, com maior intensidade em pessoas pobres e frágeis também como nas crianças as quais são menos responsáveis das emissões de GEE.

5.2 IMPACTOS SOBRE A EDUCAÇÃO

Os impactos da mudança climática relacionados à educação são pouco comentados na literatura, talvez pela falta de geração de informação e a dificuldade de separar outros componentes que podem interferir na possibilidade de uma pessoa obter adequada educação. No entanto, a educação deve ser afetada de forma indireta através de mecanismos como a água, o solo e a alteração da biodiversidade, assim como a partir dos efeitos sobre outros componentes do bem-estar. Os desastres naturais também podem afetar a educação,

destruindo a infra-estrutura das escolas, como aconteceu em Honduras durante o furacão Mitch em 1998, que devastou 25% das escolas desse país (STERN, 2006). Na figura 16, sintetizam-se os processos pelos quais a capacitação de ser adequadamente educado pode ser afetada pelas alterações do clima. Observam-se relações só de tipo indireto, as quais se dão em função do grau de dependência das pessoas dos recursos naturais e da combinação com fatores de vulnerabilidade pré-existentes de cada localidade, bem como, do grau de impacto dos choques do clima sobre outros componentes do bem-estar humano, especialmente sobre a saúde.

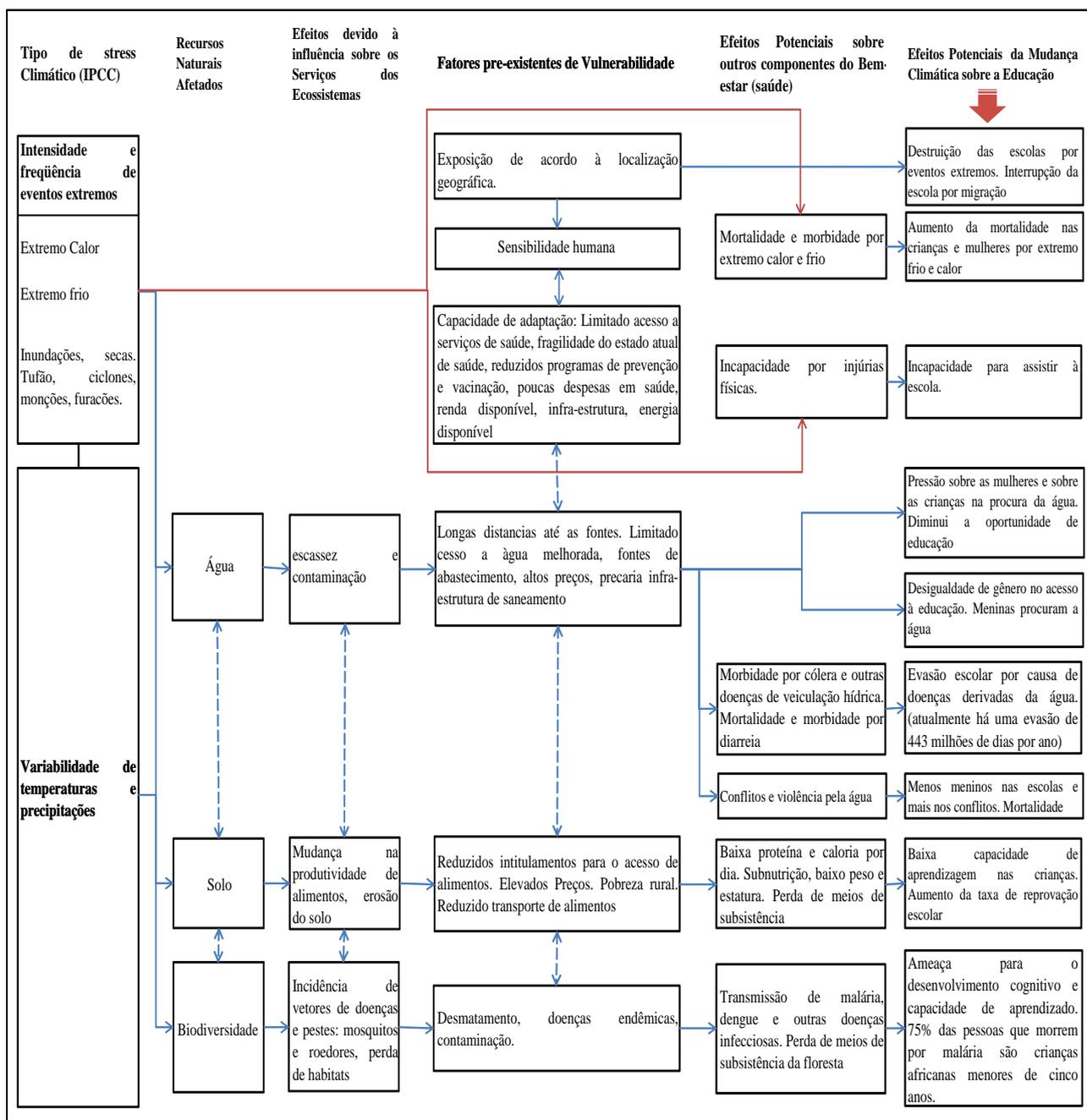


Figura 16 - Processo de efeitos potenciais da mudança climática sobre a educação.

Fonte: Elaborado pela autora

Como se observa na figura 16, os impactos sobre a educação podem estar associados aos efeitos das alterações do clima sobre os recursos hídricos. Com a maior escassez e contaminação da água, existe maior probabilidade de impactos sobre as crianças, considerando que 1,8 milhões de mortes infantis anuais são relacionadas à água (PNUD, 2006)

Quando se analisam os efeitos que os choques climáticos podem gerar em termos de educação, trata-se de um assunto que se refere, principalmente, às crianças e às mulheres. As crianças podem ser restringidas de irem às escolas por apresentarem doenças de veiculação hídrica, como a diarreia, a qual mata diariamente em torno de 4.800 crianças (PNUD, 2006). Com as mudanças do clima, há elevada probabilidade de que aumente a mortalidade por diarreia nas crianças.

De igual forma, devido à crise da água que pode exacerbar a mudança climática, as mulheres e as crianças de países em desenvolvimento são as mais prejudicadas, pois elas são responsáveis da procura da água, tendo que caminhar longas distâncias até as fontes de abastecimento. Em Ruanda, por exemplo, as mulheres e as crianças devem caminhar em média 700 metros até a fonte de abastecimento de água. Em especial, as meninas são as delegadas para esse trabalho, e também são elas as que menos assistem à escola em comparação com os meninos. Entre as famílias mais pobres de Ruanda, são as mulheres, em comparação aos homens, as que mais abandonam a escola por causa de doenças e por causa de trabalhos domésticos, entre os quais está a procura da água (REPUBLIC OF RWANDA, 2002). No sul da Madhya Pradesh, na Índia, as meninas gastam mais tempo na procura da água (em torno de três horas por dia) do que no aprendizado. Como consequência, elas apresentam menores resultados nas provas do que os meninos (UNICEF UK, 2008). A preocupação aumenta quando se considera a evasão escolar por causa de doenças relacionadas com a água a qual corresponde a 443 milhões de dias por ano (PNUD, 2006).

A mudança climática ameaça o cumprimento do ODM número 2, no que se refere a atingir o ensino básico fundamental. Com a mudança climática se torna mais difícil as crianças irem à escola, pois há maior probabilidade de que os pais as retirem da escola. Sobre as meninas, normalmente é delegada a função de colaborarem com as mães na procura e coleta da água e da madeira.

Atualmente, para cada 100 meninos sem acesso ao ensino fundamental, há 115 meninas (UNICEF, 2006). A questão que se levanta é a desigualdade de gênero que se pode ampliar em razão das alterações do clima. Os impactos podem ser mais profundos nas capacitações das mulheres e mais para aquelas com maior exposição a eventos extremos do

clima. As mulheres da Índia, por exemplo, que nasceram em períodos de secas ou enchentes, têm 19% de probabilidade de não contarem com ensino fundamental comparado com aquelas mulheres da mesma idade e que não nasceram em períodos de desastres climáticos (PNUD, 2007).

É relevante considerar o grau de instrução da mulher, pois estudos comprovam que quanto mais instruídas são as mães maior a possibilidade delas manterem crianças mais saudáveis. De igual forma, há maior probabilidade das crianças permanecerem na escola quando a mãe possui educação (UNICEF, 2005). No entanto, as alterações do clima ameaçam afetar mais severamente as mulheres e, em consequência, as crianças são ainda mais prejudicadas devido à dependência principal das mães.

Existem também influências da mudança climática sobre a educação através dos impactos sobre o recurso natural do solo. Tendo em conta esse mecanismo, há probabilidade de reduzir a produtividade de alimentos em países em desenvolvimento e, com isso, as evidências indicam que deve haver um acréscimo da população em risco de fome. Na Etiópia, as crianças que nasceram em um ano de seca, têm 36% de probabilidade de serem desnutridas. No Quênia essa probabilidade é de 50%. Os eventos extremos do clima deixam seqüelas que as pessoas se obrigam a carregar pelo resto da vida (PNUD, 2007).

A nutrição é uma questão importante, pois com um nível nutricional deficiente, muitas pessoas podem experimentar baixa função cognitiva e, portanto, baixo nível de produtividade no trabalho. Além disso, impactos nutricionais podem ser repassados da mãe ao filho e, dessa forma, também os efeitos da mudança climática são repassados de geração em geração.

Doenças como a malária, representam uma ameaça latente para o futuro desenvolvimento cognitivo e capacidade de aprendizado. A malária é responsável pela morte de mais de um milhão de pessoas cada ano, das quais, 75% são crianças africanas menores de cinco anos (WHO, 2005). A mudança climática pode aumentar a incidência de malária, isso significa que sem um processo de ajustamento, existe o risco de ser maior o número de crianças afetadas por essa doença e, conseqüentemente, maior número de crianças incapacitadas para irem à escola. Como fora mencionado na seção anterior, as crianças que sobrevivem aos casos graves de malária cerebral podem sofrer de paralisias parciais, padecerem de convulsões, problemas de elocução, constantes febres e problemas de aprendizado⁸¹.

⁸¹ Informação subtraída da Roll Back Malária entidade adstrita à OMS
http://www.rbm.who.int/cmc_upload/0/000/015/367/RBMInfosheet_6.htm

Por outro lado, os desastres climáticos são capazes de mudar o trajeto de vida das crianças. Há evidências que indicam que as crianças podem ficar com problemas psicológicos, tornando-as mais agressivas e depressivas após um desastre (DURKIN *et al.*, 1993). Em Bangladesh, devido aos efeitos de pobreza associados aos desastres naturais, as meninas têm sido forçadas à prostituição (UNICEF UK, 2008). Outras crianças desistem de estudar ou são submetidas a estudar e trabalhar simultaneamente para sobrelevar os prejuízos causados nos desastres. Assim, por exemplo, na Nicarágua, após o furacão Mitch em 1998, a proporção de crianças que estudam e trabalham conjuntamente aumentou mais de duas vezes, passando de 8,2% para 18,9% (BAEZ; SANTOS, 2007).

Deslocamentos de populações decorrente dos desastres climáticos interrompem a educação das crianças nas escolas. Isso é constatado quando se considera que mais de 75% das pessoas deslocadas após algum tipo de desastres natural, são mulheres e crianças (CHEW; RAMDAS, 2005).

As pessoas pobres são mais vulneráveis a desastres do clima, porém, as crianças são mais ainda. Em Julho de 2007, Bangladesh experimentou fortes monções de chuvas que afetou 4,2 milhões de crianças, das quais 300.000 foram crianças menores de cinco anos. Ainda, o ciclone ocorrido em novembro do mesmo ano, afetou 7 milhões de pessoas, sendo que 600.000 eram crianças menores de cinco anos. Em toda a Ásia do Sul, esses desastres destruíram em torno de 3.000 escolas de ensino fundamental. Na África, no mesmo ano de 2007, houve quase 200 escolas destruídas, o que afetou a 45.000 crianças. Na Coreia do Norte muitas escolas ficaram destruídas por causa das enchentes de agosto de 2007. Na Jamaica, o furacão Dean deixou 32.000 desalojados, incluindo mais de 10.000 crianças. Em 2007, o Golfo de México teve a mais forte enchente desde os últimos 50 anos, afetando a mais de um milhão de pessoas. Em Belize, as escolas danificadas e fechadas pelas enchentes afetaram a 17.000 crianças (UNICEF UK, 2008).

Tendo em conta estas evidências, pode-se constatar que a mudança climática é capaz de influir na privação de capacitações importantes de uma pessoa, como é a educação. Além disso, as alterações do clima contribuem para a transferência de privações através do tempo, pois meninas menos instruídas hoje em dia, devem ser mães menos educadas no futuro próximo, o que deve implicar, provavelmente, em uma menor educação para os filhos e crianças do futuro. De igual forma, pode existir maior probabilidade de mortalidade infantil quando as mulheres contam com menor grau de escolaridade. Desta forma, criam-se ciclos de desvantagens que submetem às pessoas a estados não desejados.

Toda mulher e criança deveriam ter a oportunidade de receber educação livremente, sem as restrições impostas pela pobreza ou pelas mudanças do clima. Uma criança com a oportunidade e a capacitação de estudar tem mais probabilidade de desenvolver seu potencial como pessoa, com respeito a seus talentos e habilidades. De igual forma, essa oportunidade pode representar uma garantia para viver uma vida boa, não só pela possibilidade de acessar a melhores ganhos monetários, mas pela satisfação pessoal e auto-estima. A capacidade de ser instruído permite a uma pessoa expandir outras dimensões importantes de seu bem-estar.

5.3 IMPACTOS POTENCIAIS SOBRE VALORES CULTURAIS E RELAÇÕES SOCIAIS

A mudança climática pode alterar tradições, atividades de recreação, lazer e turismo (TODD, 2003). Igualmente, há probabilidade de que os choques do clima influenciem relações sociais de comunidades e países e motive conflitos sobre os recursos naturais (BARNETT; ADGER, 2007). A seguir, serão apresentadas as principais evidências.

5.3.1 Impactos sobre o turismo e atividades de recreação

A escolha de muitos destinos de turismo e lazer depende do grau de conforto das pessoas com respeito a fatores climáticos como umidade, temperatura e precipitações. No entanto, com as projeções do clima das próximas décadas, esse conforto deve ser cada vez mais difícil de se manter. Outros fatores como o aumento do risco de doenças infecciosas, maior ocorrência de eventos extremos e pressão sobre os recursos naturais associados com as alterações climáticas devem também influenciar a escolha das pessoas em relação a destinos de turismo e de atividades recreativas (TODD, 2003).

A mudança climática pode afetar diferentes formas de recreação e lazer das pessoas através dos impactos em zonas de montanhas, nevados, lagoas, ilhas e praias (WILBANKS *et al.*, 2007). Entre os impactos negativos, incluem-se: danos de infra-estrutura, danos em sistemas ecológicos terrestres e marinhos e recursos naturais, ameaças de doenças por vetores biológicos e veículos físicos como a água (PERCH-NIELSEN *et al.*, 2008). A seguir, apresentam-se dois exemplos da relação entre mudança climática e turismo:

- i) *Impactos sobre costas e praias*: as costas representam um dos locais mais favoráveis para lazer e recreação. Ao mesmo tempo, elas constituem a maior ameaça de impactos da mudança climática sobre o turismo (TODD, 2003). Por um lado, o aumento do nível do mar deve causar erosão de praias, inundações de planícies, destruição de ecossistemas costeiros, salinização de aquíferos e submersão de ilhas (DASGUPTA *et al.*, 2007; MILLER; YATES, 2005). Por outro lado, o aumento de tempestades deve exercer maior pressão sobre as praias e perdas de infra-estrutura hoteleira (PERCH-NIELSEN *et al.*, 2008). O aumento de 1 a 2°C da temperatura deve induzir ao branqueamento de corais o qual, por sua vez, deve diminuir atividades de mergulho. Na ilha de Bandos na República de Maldivas, devido ao branqueamento dos corais associado ao El Niño em 1998, houve uma queda de 30% na renda anual do turismo (TODD, 2003). Impactos negativos devem ser experimentados nas Bahamas, onde o turismo atualmente representa 39% do PIB e onde 12% do seu território pode ficar submerso pelo aumento de um metro no nível do mar (DASGUPTA *et al.*, 2007).
- ii) *Impactos sobre Montanhas*: devido ao aumento da temperatura, a estação do inverno deve ser mais curta e as camadas de neve devem diminuir, o qual deve prejudicar as atividades de esqui e esportes dessa estação (ELSASSER; BÜRKI, 2002). Por cada aumento de 1°C na temperatura, o limite das neves perpétuas reduzir-se-ia em 150 metros. Devem ser mais afetadas as montanhas dos Estados Unidos e os Alpes da Suíça. A estação de esqui no ocidente da América do Norte deve diminuir de 3 a 6 semanas em 2050 (FIELD *et al.*, 2007). Na região dos Alpes na Suíça, um aumento de 2°C na temperatura sem mudança nas precipitações, reduziria a estação de neve em 50 dias por ano (BENISTON; KELLER; GOYETTE, 2003). Por outro lado, estima-se que os nevados da Colômbia desapareçam em 2100. Nesse país, ainda que os nevados não sejam locais muito usados para esportes, eles são importantes para a população como distintivo da paisagem do país. A previsão é de que haja impactos positivos e negativos, mudanças nos fluxos e destinos do turismo. No Canadá, projeta-se aumento de 9 a 25% no fluxo de visitantes a parques nacionais devido ao aquecimento global em 2050 (MAGRIN *et al.*, 2007).

Há evidências sobre a relação entre mudança climática e seus impactos sobre o turismo, recreação e lazer, porém, o que significa isso em termos do bem-estar humano? Por um lado, as pessoas valoram alguns lugares e atividades simplesmente pelo fato de existirem, também como uma forma de enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, reflexão,

inspiração e experiências de conhecimento cultural (MA, 2003). Dessa forma, o bem-estar do indivíduo deve depender da capacidade e oportunidade de desfrutar e apreciar da existência de lugares e atividades que são valiosos para ele. Com a mudança climática muitas das paisagens apreciadas pelas pessoas podem se tornar áridos e sem diversidade. Por outro lado, o turismo e as atividades de recreação, formam parte dos meios de subsistência de muitas pessoas em todo o mundo, representando cerca de 10% do PIB global (BERRITTELLA *et al.*, 2006). No entanto, esses meios de vida devem ser influenciados pelas mudanças do clima através dos impactos sobre locais como praias, montanhas e recursos naturais. Em consequência disso, o estado de bem-estar das pessoas e o futuro desenvolvimento humano deve ser modificado, porquanto seus meios de subsistência derivados do turismo são alterados.

5.3.2 Impactos nas relações sociais: conflitos e violência

Segundo Barnett e Adger (2007), há dois eventos através dos quais a mudança climática pode estar associada a conflitos. O primeiro evento refere-se à alteração da economia política de recursos de energia devido à ação de mitigação para redução de emissões. O segundo evento, e no qual os autores prestam maior atenção, tem a ver com os efeitos diretos sobre os meios de subsistência, e, os efeitos indiretos nas funções e capacidade de resposta por parte do Estado. De acordo com os autores, a mudança climática não causa a violência, todavia afeta os parâmetros que podem gerar os conflitos. No Quadro 16, são apresentados os fatores associados a conflitos e os processos que podem ser influenciados pela mudança climática.

Quadro 16 - Relação entre insegurança humana, conflitos violentos e mudança climática.

Fatores que afetam conflitos violentos	Processos pelos quais a mudança climática poderia influenciar conflitos
Meios vulneráveis de subsistência	É provável que a mudança climática cause impactos sobre a disponibilidade de água, zonas costeiras, agricultura e doenças transmissíveis. Os impactos sobre os meios de subsistência devem ser mais significativos para populações com maior dependência de recursos naturais e que vivem em áreas ambiental e socialmente marginalizadas. Alguns destes resultados são de longa duração e de maneira crônicas (como o declínio da produtividade das terras agrícolas), enquanto outros são eventuais (como inundações). Os impactos nos meios de subsistência devem ser tanto para países em desenvolvimento como para países desenvolvidos.
Pobreza (relativa/crônica/transitória)	A pobreza deve ser afetada de acordo com a exposição espacial aos impactos da mudança climática e à sensibilidade de cada lugar. A mudança climática deve incrementar diretamente a pobreza relativa, absoluta e transitória na medida em que afeta o acesso aos recursos naturais. Indiretamente deve aumentar a pobreza através dos efeitos sobre os setores econômicos e sobre a habilidade dos governos em prover segurança social. O stress da mudança climática deve ser diferenciado dependendo a vulnerabilidade de processos políticos e econômicos e mercados de commodities.
Fragilidade do Estado	Os impactos da mudança climática são prováveis a aumentar os custos para prover infra-estrutura pública, como suplemento de água e educação, o qual deve diminuir as receitas do governo. A mudança climática deve diminuir a habilidade do estado para criar oportunidades e garantir liberdade aos cidadãos. Também deve diminuir a capacidade das agencias do governo para se adaptar e responder por si mesmas às mudanças do clima.
Migração	A migração deve ser uma resposta das pessoas ante o prejuízo dos meios de vida derivado da mudança climática. No entanto, é pouco provável que o clima que seja o único fator, nem mesmo o mais importante fator que influencia as decisões de migração. No caso de houver movimentos de pessoas em larga escala, pode-se aumentar o risco de conflitos em comunidades de acolhimento.

Fonte: Barnett e Adger, 2007, p. 643.

Como se observa no Quadro 16, um primeiro fator que pode determinar a relação clima-conflito tem a ver com a contração dos meios de subsistência derivado dos efeitos da mudança climática. De acordo com Barnett e Adger (2007), tanto a atual limitação dos meios de subsistência quanto à percepção futura de insegurança e incertezas na provisão desses meios, podem aumentar o risco de conflitos. Como será descrito na próxima seção, a mudança climática representa uma pressão adicional sobre os meios de vida de origem natural, como terras e recursos hídricos, dos quais, as populações pobres dependem em maior proporção. Dessa forma, os processos de conflitos podem surgir pela disputa dos recursos naturais que atravessam fronteiras de comunidades, dentro do país e entre países.

Em relação ao segundo fator apresentado no Quadro 16, Barnett e Adger (2007) afirmam que não é a pobreza que induz a conflitos violentos, mas sim a falta de oportunidades dos indivíduos para atuarem em favor de suas próprias vidas. Sobre isso, as pessoas precisam exercer sua autonomia trabalhando a terra e desempenhando seu papel na construção de seu bem-estar. No entanto, com a mudança climática as pessoas podem ser privadas de capacitações para realizar atividades produtivas.

Outro fator que pode aumentar a probabilidade do surgimento de conflitos e violência é quando o Estado não garante a segurança humana. O Estado deve prover oportunidades de trabalho e educação, assim como, deve procurar manter condições estáveis do meio ambiente. Desta forma, as pessoas podem possuir os meios de subsistência com mínima incerteza do futuro (BARNETT, 2003). O Estado pode criar condições para que as pessoas possam construir suas vidas de acordo com o que elas valorizam. Por outro lado, se o Estado tem pouca habilidade para lidar com os efeitos climáticos e garantir segurança para as pessoas, é possível que apareçam conflitos associado à restrição dos meios de subsistências. A probabilidade de ocorrência de conflitos vai depender da capacidade das instituições (entre elas o Estado) em gerenciar os impactos adversos da mudança climática, resolvendo questões, tais como: a maior demanda de assistência médica, aumento de morbidade e mortalidade, migração (incluindo rural-urbano), disputas pelos recursos e meios de vida, entre outros fatos. De acordo com a análise de Barnett e Adger, (2007), os países nos quais a mudança climática apresenta maior probabilidade de propiciar insegurança humana, e, em consequência, conflitos e violência, são: o Chade, Costa do Marfim, Republica Democrática do Congo, Haiti, Serra Leoa e Iêmen.

Devido ao fato de que a mudança climática pode modificar a distribuição e o estado dos recursos naturais, bem como os padrões de migração, ela é considerada como um risco para a desestabilização política e social e para a ocorrência de conflitos em nível nacional e internacional. Este argumento é considerado tendo em conta o padrão histórico de violência sobre os recursos do meio ambiente, sendo que, desde 1989 a 2005, houve em torno de 73 casos em que a disputa pelos recursos de água, solo e biodiversidade foram responsáveis de situações de conflitos entre populações.

Há probabilidade de que a mudança climática intensifique períodos de secas, escassez de água e degradação dos recursos o qual pode contribuir à continuação e alteração do padrão de conflitos ambientais existentes. Na figura 17, é apresentado o mapeamento desses conflitos ambientais.

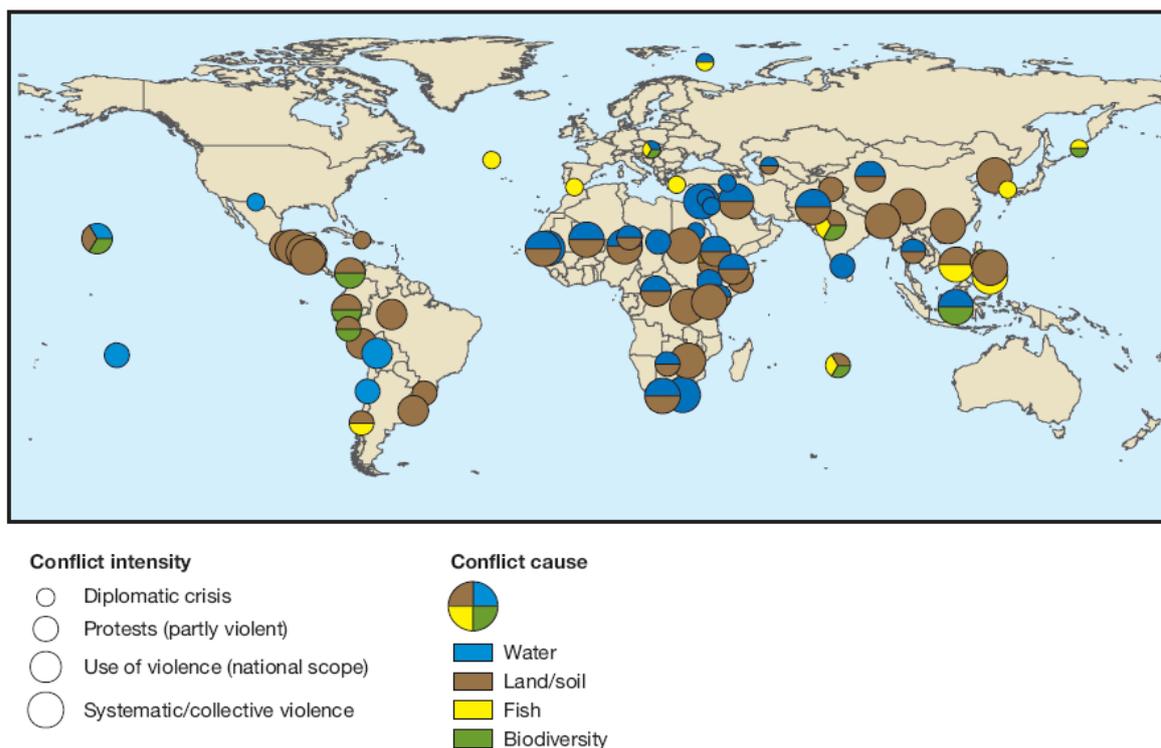


Figura 17 - Intensidade e causas de conflitos ambientais no período de 1980 a 2005

Fonte: Schubert *et al.*, 2008, p. 32.

Na figura anterior, são classificados os conflitos ambientais em quatro níveis de intensidade: 1) crise diplomática; 2) protestos, com alguns elementos de violência; 3) conflitos violentos afetando a uma nação; 4) conflito sistemático pelo uso coletivo de violência (SCHUBERT *et al.*, 2008). Nessa figura, observa-se a predominância de conflitos violentos relacionados com o uso e degradação da terra, os quais, em alguns casos, foram conectados com a perda de biodiversidade (América do Sul) e, em outros, associados com a escassez de água (África). No trabalho de Schubert *et al.* (2008) foram identificados 12 casos, em que desastres por inundações e tempestades intensificaram conflitos e violência já existente, sendo o tufão de 1970 no Leste do Paquistão, hoje em dia Bangladesh, um dos mais importantes. Nesse desastre, devido à falta de governança e insuficiência de medidas de ajuda por parte do Estado, surgiram grupos de reforço de oposição separatistas, o qual provocou uma reação do governo respondendo com repressão e violência. Conseqüentemente, teve lugar uma guerra civil que envolveu 3 milhões de pessoas.

Na figura 18, apresenta-se o mapeamento realizado por Schubert *et al.* (2008) em relação aos futuros riscos de conflitos associados á mudança climática. A partir de cenários climáticos e considerando o contexto histórico de conflitos ambientais, o referido trabalho define quatro mecanismos através dos quais as alterações climáticas podem influenciar conflitos e violência, sendo estes: 1) conflitos induzidos pela degradação da água associada

aos choques do clima; 2) conflitos induzidos pelo declínio da produção agrícola; 3) conflitos induzidos pelo aumento de desastres climáticos (tempestades e inundações); 4) conflitos induzidos pela migração associada às mudanças do clima.

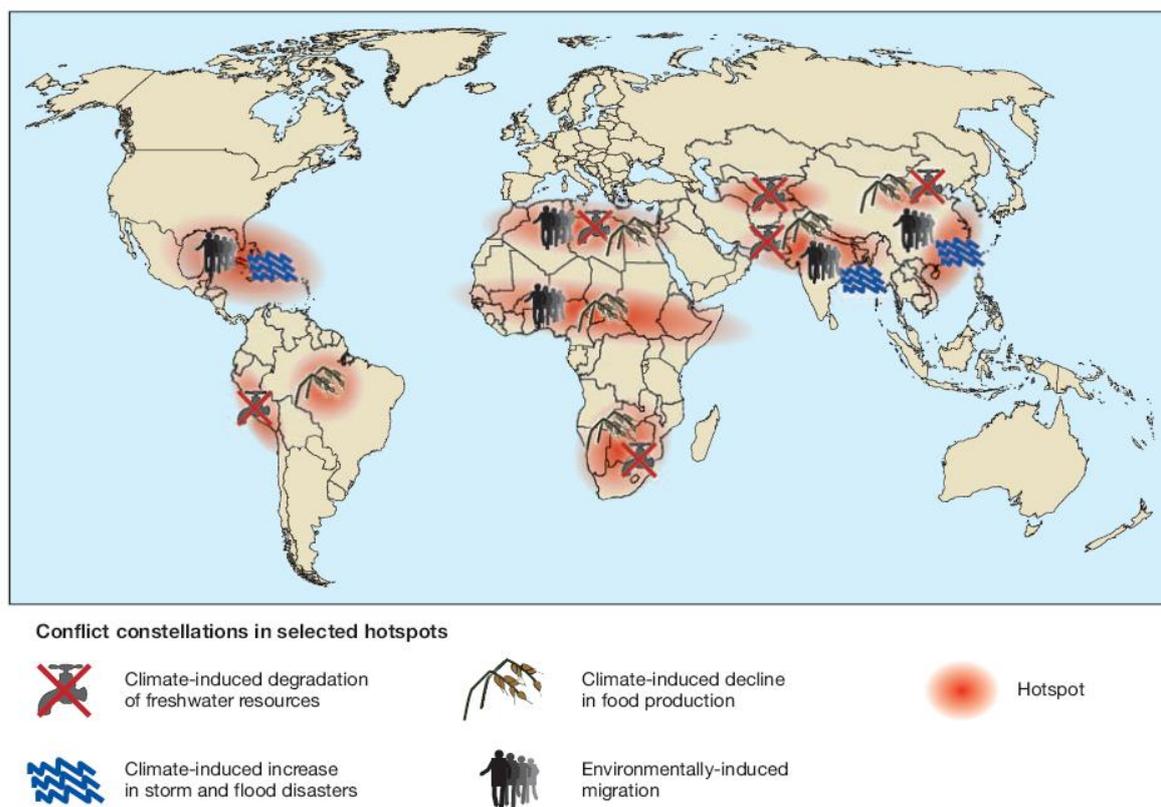


Figura 18 - Riscos de conflitos associados à mudança climática em selecionados lugares

Fonte: Schubert *et al.* (2007, p. 4)

Nota: O mapa mostra apenas as regiões onde há probabilidade de evoluir situações de crises com a mudança climática.

Como é possível observar na Figura acima, os impactos da mudança climática em termos de conflitos devem variar entre regiões. Na África do Norte, por exemplo, as crises políticas podem aparecer por processos migratórios associados a aumentos de secas e escassez de água. Igualmente, populações do Delta do Nilo podem estar em risco diante aumentos do nível do mar e salinização de áreas agrícolas. Na zona da África subsaariana, caracterizada por um histórico de conflitos e fragilidade do Estado, a mudança climática pode exacerbar os atuais problemas de escassez de água e intensificar a violência. Na Ásia, os maiores impactos são projetados em países como Índia, Paquistão e Bangladesh, nos quais se espera a contração do glacial do Himalaia, prejudicando a muitas pessoas no suplemento de água. Nesses países também deve aumentar a ocorrência de ciclones e devem ser afetados pelo aumento no nível do mar. Essas tensões exercidas pelo clima podem influenciar conflitos nesses países.

Na Figura 19 abaixo, apresenta-se de maneira sistemática os processos através dos quais a mudança climática influencia os eventos de conflito, identificando os fatores de

vulnerabilidade que podem estar definindo essa relação. A relação entre clima e conflitos é derivada da combinação de múltiplos fatores pré-existentes em cada país. Nessa relação, interfere a capacidade de resposta ou fragilidade do Estado, a atuação das instituições, a densidade populacional, os níveis de pobreza, a estrutura de demanda pelos recursos naturais, o padrão histórico de conflitos, entre outros fatores.

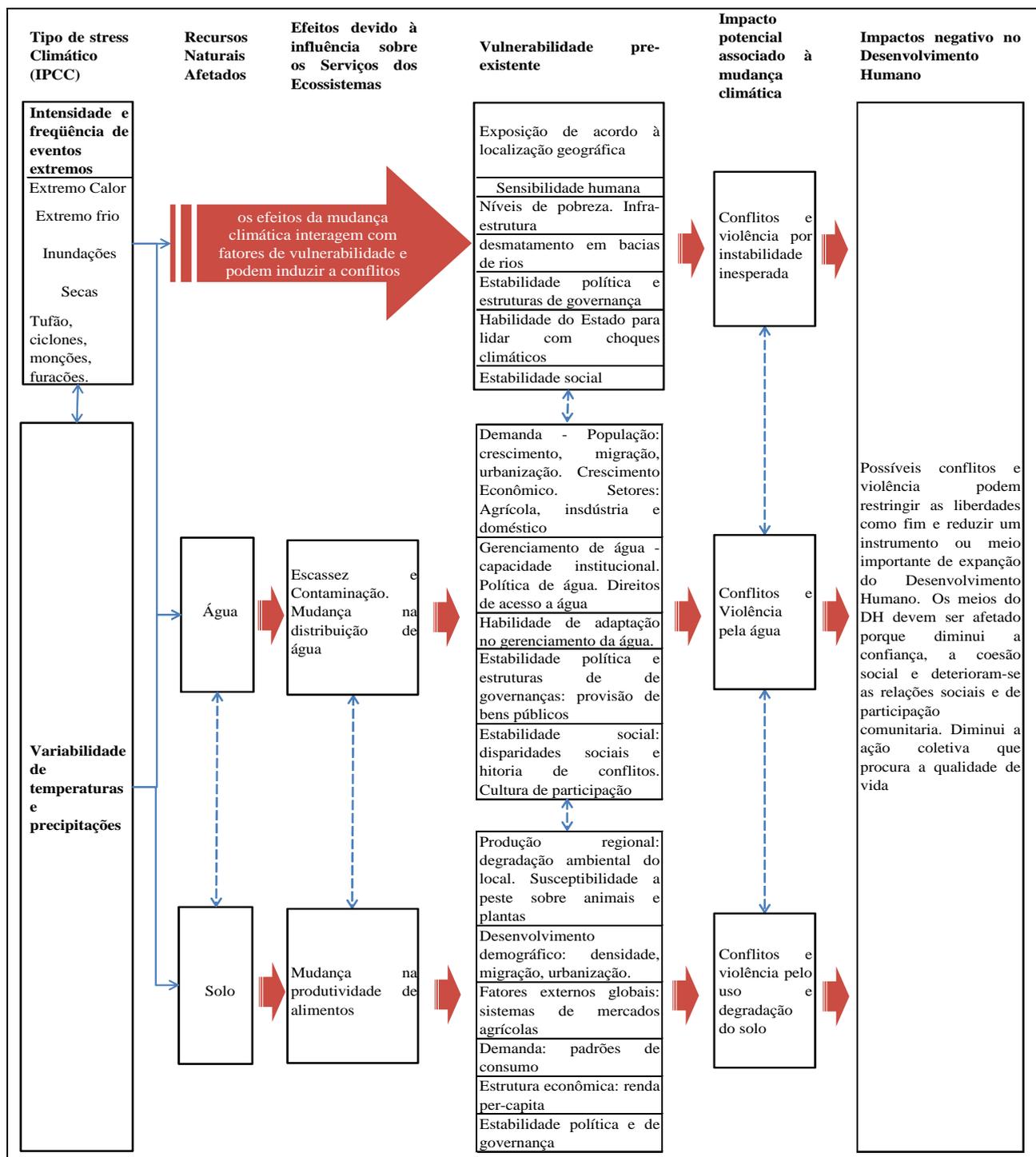


Figura 19 - Processos pelos quais a mudança climática influencia conflitos e seus efeitos no desenvolvimento humano

Fonte: Elaborado pela autora

As evidências indicam que há probabilidade de ocorrência de conflitos associados com a mudança climática, e isso, poderia prejudicar o bem-estar humano. A oportunidade para poder confiar e oferecer confiança representa um dos meios para a promoção do bem-estar humano. Não obstante, diante as alterações do clima, essa garantia pode ser diminuída, devido à disputa que se pode gerar pelos meios de vida derivados dos recursos naturais de água e solo. De igual forma, por causa da exposição e impactos de eventos extremos do clima, as pessoas podem entrar em conflito diante a necessidade de sobrevivência e a inadequada resposta do Estado para suprir demandas em serviços médicos, suplemento de alimentos e reconstrução de habitações. As incertezas associadas com o clima reduzem a confiança das pessoas entre os membros da comunidade e em relação ao Estado. E quando essa confiança é violada, as vidas das pessoas podem ser afetadas negativamente (SEN, 2000).

Quando são deterioradas as relações sociais, existe divisão em meio das comunidades, isso significa que cada grupo vai à procura de seu próprio bem-estar e, dependendo o grau de poder exercido, uns podem ganhar na disputa pelos bens enquanto outros podem perder o acesso a eles. Ao contrario, em comunidades e populações unidas, onde coexiste confiança e cooperação, as pessoas podem obter melhores resultados em termos de bem-estar humano. Em uma comunidade, onde são compartilhados recursos, a qualidade e o tipo de interações existentes entre os agentes determinam o seu grau de progresso (MAGALHÃES, 2000; ALBUQUERQUE, 1996). Está demonstrado que regiões onde há menor cooperação e menor confiança entre os agentes, há menor desenvolvimento (PUTNAM, 1996). Portanto, a coesão social e a garantia de transparência representam fatores determinantes para a geração do processo de desenvolvimento humano. Este processo leva em conta a valoração da cultura, das tradições, das relações sociais, dos recursos naturais, do trabalho coletivo, da solidariedade, da democracia, da cooperação e do bem-estar coletivo. No entanto, a mudança climática constitui-se como uma ameaça das relações sociais e, portanto, para o processo de desenvolvimento humano.

5.3.3 Migração associada à mudança climática

Existe a probabilidade de que a decisão de migrar de uma pessoa seja influenciada indiretamente pelos impactos da mudança climática nos meios de vida das pessoas, como, por exemplo, degradação dos recursos naturais, escassez e contaminação da água e perda da

produção agrícola devido às secas. Segundo Meze-Hausken (2000), a relação entre migração e mudança climática não se dá automaticamente, pois depende da combinação com fatores tais como:

- i) Severidade da mudança climática: na qual se distinguem eventos climáticos de curta e longa duração, como, por exemplo, os furacões, ou, em contrapartida, as secas. Assim, por exemplo, o primeiro evento pode estar associado com a denominação de “refugiados”, que são pessoas que saem de seu local de origem diante uma situação de emergência por causa da exposição a desastres climáticos inesperados e de rápida permanência (furacões, ciclones, tufões). Neste caso, a migração resulta por uma questão de sobrevivência imediata, para assim, evitar a morte ou as injúrias. No caso de eventos como as secas, a decisão de migrar pode ser uma escolha de última instância, que depende das condições de vida do local e a disponibilidade de recursos como alimentos e água, bem como da percepção e as incertezas do futuro climático. Aqui, a decisão pode estar relacionada com uma análise de custo-benefício do deslocamento a um novo local comparado ao local de origem.
- ii) Vulnerabilidade: a decisão de migrar para outros lugares pode ser determinada pela incapacidade de enfrentar possíveis conseqüências de perturbações climáticas no local de origem. A vulnerabilidade difere entre as pessoas, portanto, só algumas são submetidas a migrar porque não tem outra escolha.
- iii) Estratégias de sobrevivência disponíveis para reverter impactos negativos da mudança climática: entre as estratégias para minimizar os efeitos climáticos, encontra-se a mudança no padrão de consumo, venda de animais e outros ativos, reservas de alimentos, trabalhos não agrícolas, entre outras. Portanto, as famílias com diversificadas estratégias de sobrevivência tendem a resistir ou evitar a migração por maior tempo que aquelas com limitados meios. Porém, a migração pode significar uma resposta à perda de meios de sobrevivência no local de origem.

A relação entre migração e mudança climática não tem sido definida somente como resultado de uma elevada exposição a eventos do clima e restritas opções de ajustamento. Essa relação também tem sido definida como uma estratégia de adaptação às condições ambientais adversas (MCLEMAN; SMIT, 2006). A discussão que se levanta é até que ponto a migração é melhor representada como um impacto potencial, ou como uma medida de adaptação da mudança climática? Fazendo referência ao desenvolvimento humano, a questão

é que as pessoas deveriam ser livres para escolher viver onde elas preferem, ou migrar quando e para onde elas desejam. No entanto, as alterações do clima podem estar forçando as pessoas a se deslocarem a outros lugares por não contarem com outra opção. Nesse caso, o exercício da autonomia, como apontado por Amartya Sen, pode estar sendo restringido. Em qualquer das duas representações da migração influenciada pela mudança climática, seja por impacto negativo, ou por estratégia de sobrevivência, ela submete as pessoas a vender as propriedades, a alterar seus costumes e tradições e a trocarem de atividades produtivas. E mesmo assim, essas mudanças nem sempre garantem um melhor bem-estar humano. Além disso, as pessoas que migram forçadas pelo clima, encontram-se frente às incertezas em relação ao novo local. Questões de injustiça e desigualdade estão em discussão, pois as pessoas não deveriam ser obrigadas a migrar em razão das alterações climáticas causadas por emissões de GEE de outras pessoas, que são atribuídas, em especial, às pessoas ricas.

Com as futuras mudanças do clima, o nível do mar deve continuar se elevando e, diante desse fato, o que deve acontecer com as pessoas que vivem em pequenas ilhas do pacífico e com milhares de pessoas que vivem em zonas costeiras? Após o ano de 2080, há probabilidade de que 10 a 50 milhões de pessoas adicionais por ano sejam afetadas pelas inundações associadas ao aumento do nível do mar (NICHOLLS, 2004). Essas pessoas podem representar uma população com potencial de migração em 2080. Se não forem adotadas medidas nos presentes dias, uma responsabilidade que cabe a todos em nível global, em relação aos padrões de emissão de GEE, essas pessoas devem terminar aceitando a opção de migrar a outros lugares. E aí surge outra questão, a de para onde devem migrar? Segundo Perch-Nielsen *et al.* (2008), três aspectos devem envolver a escolha do destino, sendo estes: as qualidades do destino potencial, a distância e as políticas de migração. Porém, outra preocupação se refere a que as pessoas imigrantes, provavelmente, poderão se defrontar com conflitos gerados pela disputa por recursos no local de destino. Assim como argumenta Barnett e Adger (2007), a migração pode ser um resultado da mudança climática, que por sua vez, pode estar incitando conflitos sociais com as comunidades de acolhimento.

5.4 IMPACTOS POTENCIAIS SOBRE OS MEIOS DE SUBSISTÊNCIA

A mudança climática ameaça os diferentes meios de subsistências que dispõem as pessoas, especialmente das comunidades pobres que vivem em áreas rurais. Esses meios se

referem ao conjunto de atividades, ativos e capacitações humanas que utilizam as pessoas para obter a renda e, em geral, todo o necessário para o sustento (CHAMBERS; CONWAY, 1991).

As capacitações das pessoas incluindo o conhecimento e o que elas conseguem ser e fazer, formam parte das categorias dos meios de subsistência, assim como as fontes de sustento definidas dentro de uma base de ativos como o capital natural, capital social, capital físico e capital financeiro (ELLIS, 2000). Estes ativos junto com as capacitações humanas são necessárias para realizar atividades como à produção agrícola, à criação de gado, à aquicultura, à piscicultura, entre outras.

De acordo com Chambers e Conway (1991), para garantir parte do bem-estar das pessoas é importante que os meios de vida sejam sustentáveis ao longo do tempo. Os autores se referem ao termo de sustentabilidade quando os meios de subsistência conseguem enfrentar e se recuperar de tensões e choques, quando proporcionam oportunidades de subsistência às próximas gerações e quando contribui com benefícios líquidos a outros meios em nível local e global em curto e longo prazo. Não obstante, perante as incertezas de alterações climáticas, existe a preocupação de que esses meios de subsistência não consigam ser sustentáveis, nem que sejam garantidos ao longo do tempo. Tendo em conta isso, no Quadro 17, apresenta-se uma síntese dos impactos potenciais da mudança climática sobre os meios de subsistência, de acordo com as categorias apontadas por Chambers e Conway (1991) e Ellis (2000).

Quadro 17 - Impactos potenciais da mudança climática sobre os meios de subsistência

Categoria	Meios de subsistência	Impactos Potenciais da Mudança Climática sobre os Meios de Subsistência
Pessoas	Capacitações como meios	Pode reduzir as oportunidades das pessoas serem instruídas e receber educação. Exemplos: crianças não assistem às escolas porque ficam doentes por causa da diarreia derivada do consumo de água contaminada e pela responsabilidade na procura da água. Projetam-se maiores riscos de fome, o qual deve influenciar a menor capacidade cognitiva e de aprendizado. Prováveis aumentos de problemas mentais associados com a maior ocorrência de eventos extremos do clima (RDH, 2007/2008; RDH, 2006; MINECOFIN DE RUANDA, 2002; ARNELL, 1999; ARNELL, 2004; PARRY et al., 1999; MCMICHAEL et al., 2003).
Atividades	O que as pessoas fazem	A mudança climática deve modificar positiva ou negativamente a forma de fazer algumas atividades produtivas, como a agricultura, a piscicultura, a pecuária, a aqüicultura, entre outras (RDH, 2007/2008; IPCC, 2007b).
Ativos	Portfólio de ativos: social, financeiro, natura, humano, físico	Com a mudança climática, esperam-se perdas de terra para agricultura, perda de animais, mudança nos recursos de água, do solo e da biodiversidade. A variabilidade climática pode exercer pressão para possíveis conflitos sobre os recursos naturais. As alterações climáticas podem representar um fator para a limitação no acesso ao crédito devido à volatilidade e as incertezas de setores sensíveis ao clima. Perdas de infra-estrutura devido a que se esperam mais intensos e freqüentes eventos extremos do clima (RALEIGH e URDAL, 2007; FISCHER et al., 2002; DARWIN, 2004; RDH, 2006; RDH 2007/2008; HANSEN et al., 2004; GUHA-SAPIR et al., 2004; BARNETT e ADGER, 2007; SCHUBERT et al., 2007).
Ganhos ou Resultados	O que as pessoas ganham através de suas atividades	Espera-se redução da produtividade agrícola, opções de ajustamento vão requerer mudança de culturas mesmo com menores rendimentos. Perdas econômicas em termos do PIB para países em desenvolvimento e redução de salários dos trabalhadores (MENDELSONNET et al., 2006; RDH, 2007/2008; REID et al., 2007).

Fonte: elaborado pela autora com base nas categorias dos meios de subsistência de Chambers e Conway (1991) e Ellis (2000).

Como se observa no Quadro acima, os meios de vida podem ser afetados na medida em que se modifica a dinâmica das atividades realizadas pelas pessoas, como é o caso de atividades agrícolas. De igual forma, os ativos como os recursos naturais e de infra-estrutura física podem ser afetados pelas mudanças do clima.

A mudança climática afeta diretamente os meios de subsistência quando ocorrem enchentes, secas, ciclones, tufões, entre outros. Esses eventos causam injúrias físicas, destroem infra-estruturas, arrasam plantações e animais e degradam recursos naturais como a água e o solo. Por outro lado, os choques climáticos ameaçam indiretamente os meios de vida, na medida que os impactos sobre os recursos naturais e seus ecossistemas afetam outros meios de sustento ou impedem a permanência destes ao longo do tempo. Assim, por exemplo, a possível evaporação ou escassez da água relacionada com as elevadas temperaturas, poderia diminuir a quantidade de água disponível para a irrigação, e conseqüentemente, reduziria a produtividade agrícola. De igual forma, devido aos traumas físicos sobre as pessoas durante os eventos extremos do clima, pode-se limitar a capacidade dos indivíduos de realizar algumas atividades produtivas.

Por outro lado, as alterações climáticas ameaçam reduzir a renda de países em desenvolvimento através das perdas da produção agrícola e outras atividades produtivas (MENDELSON *et al.*, 2006). Além disso, com as secas e outros desastres climáticos, as pessoas podem ser obrigadas a vender suas terras e recursos e serem forçadas a deslocamentos (MEZE-HAUSKEN, 2000; PERCH-NIELSEN *et al.*, 2008). Os ativos e as estratégias de sobrevivência são limitados nesses países, podendo afetar até seu capital social devido ao aumento de conflitos pelos recursos (BARNETT; ADGER, 2007; SCHUBERT *et al.*, 2007). Além do mais, países em desenvolvimento não dispõem de tecnologia para implementar, com sucesso, um possível processo de adaptação.

Em nível macro, o estudo de Mendelsohn *et al.* (2006) estima que a mudança climática possa afetar os mercados de setores econômicos que são sensíveis ao clima, como a agricultura, a água, a energia, a madeira e as atividades das costas. Com a mudança climática no ano de 2100, há probabilidade de benefícios econômicos de 0,10% do PIB global por ano, no entanto, também podem existir perdas de 0,13% do PIB global cada ano. Nesse processo, a maior preocupação tem a ver com a distribuição desses impactos (positivos e negativos), com desproporcionais prejuízos para países pobres.

Como se pode observar na tabela 16, em um cenário de mudança climática para 2100, o quartil de países mais pobres pode sofrer uma perda entre 11,8% a 23,8% do PIB por ano. Em contraste, o quartil de países mais ricos pode ter uma perda de 0,1% do PIB, mas pode apresentar ganhos de 0,9% do PIB por ano. Entre as regiões com maiores prejuízos encontram-se a África e o Sudeste da Ásia e entre os países com maiores benefícios estão a Rússia e os países da Europa oriental.

Tabela 17 - Intervalos de impactos da mudança climática sobre mercados econômicos em 2100, países classificados por quartis de renda

Grupos de países por renda	Impactos (Bilhões USD por ano)	% PIB
Quartil mais pobre	-1,2 a -140,7	-0,2 a -23,8
Segundo quartil	+19,7 a -92,0	+1,6 a -7,4
Terceiro quartil	+56,6 a -64,1	+2,1 a -2,4
Quartil mais rico	+148,7 a -11,7	+0,9 a -0,1
Global	+217,1 a -273,3	+0,10 a -0,13

Fonte: Mendelsohn *et al.*, 2006, p. 166 – 167

Nota: Intervalo de estimações realizadas em três modelagens de impactos de Gases Efeito Estufa, o “Parallel Climate Model” (PCM), o “Center Research Studies” (CCSR) e o “Canadian General Circulation Model” (CGCM1). A sensibilidade de setores econômicos ao clima foi determinada sob duas abordagens empíricas, abordagem experimental e “cross-sectional”. As estimações sugerem que no ano de 2100 o quartil de países mais ricos deve controlar o 78% do PIB e o quartil de países mais pobres só o 2,5% do PIB.

De acordo com Mendelsohn *et al.* (2006), os países pobres são mais vulneráveis devido ao fato de que eles estão localizados em baixas latitudes, onde, atualmente, apresenta maior temperatura observada. As condições iniciais do clima desses países fazem com que as projeções de impactos da mudança climática sejam mais severas. Sobre isso, os autores comentam que a temperatura dos países pobres, já supera o ótimo para setores sensíveis ao clima, os quais, por sua vez, têm maior proporção do PIB.

Outro estudo de Mendelsohn *et al.* (2007) sugere que a variabilidade do clima constitui um determinante da renda rural. No Brasil, um aumento de temperatura de 10% poderia diminuir 5,5% a renda rural. Em países desenvolvidos como Estados Unidos, essa relação é menor, sendo que, um aumento da temperatura na mesma proporção, reduziria em 0,16% a renda rural. O referido trabalho também comenta que o clima explica parte da pobreza rural daquelas regiões onde, atualmente, há menor produtividade. Em países desenvolvidos, mesmo que apresentem perdas relacionadas ao clima, a proporção deve ser inferior, devido ao fato de que eles já contam com maior acesso ao crédito e à tecnologia. O trabalho sugere que a mudança climática deverá aumentar a pobreza rural.

Na África, com o aumento da temperatura de 2,5°C pode haver perdas de 32% do lucro líquido esperado na criação de animais e com o aumento de 5°C pode-se levar a uma perda de 70%. Por outro lado, o aumento de 15% nas precipitações de algumas regiões pode resultar em uma perda de 1% do rendimento líquido na criação de animais. De forma agregada, nos cenários da mudança climática, projeta-se uma perda média de 22% do lucro líquido da pecuária para 2020, de 31% para 2060 e de 54% para 2100. O aquecimento global deve trazer prejuízos para grandes proprietários de animais, especialmente, para aqueles que têm bovinos. Em contrapartida, as pequenas fazendas pecuárias são mais capazes de se adaptar ao aquecimento ou precipitação, isto se dá por eles apresentarem maior diversidade de animais (SEO; MENDELSON, 2006).

A mudança climática pode afetar os ativos naturais que são necessários para a subsistência das pessoas. Para o ano 2050, a Namíbia pode experimentar perdas de 1 a 6% do seu PIB devido aos efeitos da mudança climática sobre recursos agrícolas, água e pesca. Os impactos da mudança climática podem ser severos para esse país, tendo em conta que os setores ambientais representam mais de 30% do PIB. Projeta-se que a produção de cereais e de culturas diminua 10 a 20%, a produção animal decresça 20 a 50% e a agricultura de subsistência caia em 40 a 80%. As pessoas mais afetadas devem ser os pobres, com o declínio de 12 a 24% nos salários de trabalhadores não qualificados para 2050 (REID *et al.*, 2007).

Eventos climáticos como as inundações podem afetar os meios de vida, através da influência sobre os preços e a comercialização de animais e de *commodities*. Assim, por exemplo, devido à peste da Febre do Vale do Rift⁸² (“Rift Valley Fever”) associada à enchente que trouxe o fenômeno El Niño entre 1997-98, o Meio Oriente bloqueou a entrada de carne de países do Grande Corno da África⁸³. Este evento causou perdas de milhões de dólares a pecuaristas dos países exportadores (HANSEN *et al.*, 2004).

A variabilidade do clima pode modificar a forma de obter alimento para atividades primárias. Conseqüentemente, as perdas dos meios de subsistência podem aprofundar o estado de desnutrição. Segundo Duarte (2000), na região Nordeste do Brasil, a seca de 1998-99 associada com El Niño, causou a redução dos principais produtos da área do semi-árido, como: feijão (-77%), milho (-77%), arroz (-42%), algodão (-92%) e castanha de caju (-83%). Além disso, a pecuária também foi afetada: bovinos (-42%), caprinos (-37%), suínos (-46%), ovinos (-41%) e aves (-52%). O estudo não aponta uma associação com o nível de desnutrição da população, no entanto, essa região apresentou o maior número de internações por desnutrição em 1998 a nível nacional (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008). Além disso, dos nove estados que formam a região Nordeste, sete apresentaram mais de 50% dos domicílios com insegurança alimentar (IBGE, 2004). Tendo em conta que o aquecimento global deve aumentar a intensidade e frequência de El Niño, essa circunstância pode representar um fator adicional aos níveis de pobreza pré-existentes que ameaçam a sustentabilidade dos meios de subsistência dessa região.

Junto aos maiores períodos de seca que se esperam nas próximas décadas, projetam-se grandes prejuízos pela redução de *commodities* para a comercialização e arrefecimento das opções de sustento da população. Limitações dos meios de sobrevivência podem aumentar a vulnerabilidade frente a choques climáticos.

5.4.1 Atividades pesqueiras

O aquecimento global representa uma ameaça para o branqueamento e morte dos corais, o qual, por sua vez, é responsável da perda de zonas pesqueira. Em 1998, os

⁸² Rift Valley Fever é uma doença viral que afeta animais como bovinos, ovinos, caprinos, entre outros. Essa doença também pode afetar os seres humanos. Essa doença é transmitida usualmente por mosquitos em épocas de muitas chuvas e enchentes.

⁸³ Grande Corno da África inclui os seguintes países: Sudão, Quênia, Somália, Etiópia, Uganda, Djibuti e Eritreia.

fenômenos do ENOS causaram a morte de 16% dos corais do mundo, principalmente os do Caribe. A combinação de várias perturbações, entre elas o aumento da temperatura, pode causar a perda de 60% dos corais em 2030 (ALLISON *et al.*, 2004).

Os maiores prejuízos podem ser para 10 milhões de pessoas que dependem dos recifes de corais como meio de subsistência, a maior proporção vivendo em países em desenvolvimento e em condições de pobreza. Ainda, a perda de corais associada à mudança climática, pode derivar uma redução do consumo per capita de peixe em até 0,3% para 2015, em relação ao consumo de 2000 (ALLISON *et al.*, 2004).

Sendo a pesca altamente vulnerável à mudança climática, as projeções indicam que com o aumento de eventos extremos do clima elevarão a probabilidade de perda de dias adequados para realizar atividades de pesca. As previsões também apontam para uma modificação das espécies de peixes e a interrupção de padrões reprodutivos e rotas de migração. Como consequência, projeta-se impactos sobre as pessoas em termos de rentabilidade, impactos indiretos pela perda desse meio de sustento, risco de cólera pela intoxicação do peixe e de desnutrição pela falta dessa proteína (ALLISON *et al.*, 2004; HUNTER, 2003).

O estudo de Allison *et al.* (2004) apresenta um panorama da situação do setor pesqueiro em um cenário com mudança climática. Para isso, o estudo estima um índice de vulnerabilidade no qual se combinam variáveis de risco, sensibilidade e capacidade de adaptação, utilizando variáveis como a dependência econômica em termos de produção e comércio, a dependência nutricional e o número de pescadores vivendo em condições de pobreza.

Em nível global, há cerca de 36 milhões de pescadores e 200 milhões de pessoas dependentes da pesca e que vivem em áreas vulneráveis à mudança climática. A análise do índice aponta que as pessoas mais dependentes da pesca e que vivem em situação de pobreza são de regiões do Sudeste da Ásia (80%), países da África e de América Latina (como Colômbia, Goiana, Bolívia e Honduras). A vulnerabilidade é maior para as populações que mais precisam do peixe como fonte de proteína, países como: Gana, Indonésia e Bangladesh. Os países mais sensíveis, no que se refere ao setor pesqueiro, devem ser a China, a Indonésia, Mauritânia e Peru. De forma agregada, conjugando os anteriores aspectos, o índice mostra que as pessoas que realizam atividades pesqueiras e que são mais vulneráveis à mudança climática são as dos países da África (ALLISON *et al.*, 2004).

A mudança climática obriga à maioria das pessoas pobres a mudarem de atividades, assim como ocorre com os pescadores ou com as pessoas que se deparam com secas e inundações, e obriga a trocarem seus meios de subsistência, mesmo que essa mudança implique maiores prejuízos para seu bem-estar. As pessoas pobres de países em desenvolvimento são mais vulneráveis às alterações climáticas dadas as dificuldades que possuem para ampliar e diversificar seus ativos e meios de vida. E ainda, um dos recursos mais valiosos das pessoas, como é a sua força laboral e seu capital humano, podem ser limitados devido às injúrias causadas nos desastres climáticos e também por doenças como a malária.

Os impactos mais severos da mudança climática devem ser para países com maior exposição geográfica a eventos extremos e que, ao mesmo tempo, vivem com restritos meios de vida e com fragilidade das instituições na garantia de educação, saúde, acesso ao crédito e distribuição de recursos.

5.5 IMPACTOS POTENCIAIS SOBRE A SEGURANÇA HUMANA

A segurança humana se refere à garantia para a pessoa exercer suas capacitações e liberdades sem o temor de perdê-las ao longo do tempo. Isso implica a garantia de não serem prejudicados por desastres naturais e não naturais. Tem a ver com a garantia no acesso de ativos, da confiança de viver em um ambiente controlado e previsível e garantia para desfrutar de sustentabilidade ambiental (MA, 2003).

No âmbito da mudança climática, a segurança humana é determinada pela interação entre riscos e vulnerabilidade a choques do clima. Por um lado, risco se refere à variabilidade, incerteza e probabilidade de experimentar adversos resultados (HANSEN *et al.*, 2004). Os riscos compreendem eventos externos de controle limitado como as tempestades, enchentes, extrema temperatura, entre outros. Por outro lado, a vulnerabilidade significa a exposição, fragilidade e a incapacidade de lidar com os riscos, comprometendo o bem-estar humano ao longo do tempo. A vulnerabilidade aumenta quando há maior probabilidade de que ameaças externas produzam impactos mais severos (PNUD, 2007).

A segurança dos indivíduos diminui quando existem ameaças e incertezas climáticas latentes que interagem com incapacidades humanas pré-existentes, que obrigam às pessoas a tomarem decisões que muitas vezes reduzem ainda mais seu bem-estar, e inclusive, a maioria

das vezes não tem outra escolha além de se submeterem a viver com o medo e a incerteza. Por exemplo, frente ao risco de fome, as pessoas decidem diminuir suas dietas de modo a garantir pelo menos uma porção de comida cada dia, ou pior do que isso, submetem-se à incerteza de que um dia comem e outro dia não comem. Igualmente, diante o risco de inundações em zonas costeiras, as pessoas se vêm obrigadas a migrar a outros lugares deixando seus patrimônios e seus ativos de vida.

Segundo o RDH (PNUD, 2007), muitos países podem se deparar com o mesmo risco climático como secas ou inundação, porém, todos os países apresentam diferente vulnerabilidade a esses riscos, já que ela por sua vez, está determinada pelas condições pré-existentes de cada país, como o nível de pobreza. Sobre isso, o relatório classifica três fatores através dos quais os riscos climáticos convertem-se em vulnerabilidade:

- a) Pobreza e baixo desenvolvimento humano: existe maior vulnerabilidade quando há concentração de pobreza em zonas mais expostas a riscos climáticos. Os pobres são mais vulneráveis porque vivem em zonas costeiras, no setor rural e nas regiões dos trópicos.
- b) Disparidades no desenvolvimento humano: Maior desigualdade em termos de saúde, nutrição, educação, renda ou de gênero, acentua a vulnerabilidade de pessoas a choques climáticos.
- c) Falta de infra-estrutura de proteção de impactos: pessoas com deficientes condições de habitação, estruturas hídricas e de drenagem são mais vulneráveis a riscos climáticos.
- d) Limitado acesso ao seguro: pessoas de países ricos dispõem de seguros de proteção contra eventos do clima e essa condição aumenta a capacidade de enfrentar riscos climáticos sem diminuir seu bem-estar em longo prazo. Portanto, pessoas que não contam com seguro de proteção são mais vulneráveis.

Na análise de segurança do bem-estar humano frente à mudança climática, sugerem-se três mecanismos através dos quais os riscos climáticos diminuem a segurança das pessoas.

Riscos diretos:

1. Insegurança pelo risco associado com o aumento do nível do mar e eventos extremos: estas ameaças podem causar deslocamentos das populações, riscos de morte e morbidade, perda de ativos, habitações e infra-estruturas.

Riscos Indiretos:

2. Insegurança pelo risco de escassez de água derivada da mudança climática: ameaça de viver em áreas que não dispõem do mínimo de água para atividades humanas e dos ecossistemas, (para o consumo, agricultura e indústria);
3. Insegurança pelo risco de fome associados com as perdas de produtividade em países em desenvolvimento devido à mudança climática, incertezas enquanto à disponibilidade de alimentos para manter uma adequada nutrição.

5.5.1 Insegurança pelo risco associado com o aumento do nível do mar e eventos extremos

O IPCC (2001b) sugere que os impactos climáticos devem surgir por eventos como: i) variabilidade de temperaturas e precipitações; e ii) maior frequência de eventos extremos como ciclones, tornados, furações e incêndios.

Como resultado da variabilidade de temperatura se encontra os efeitos do aumento do nível do mar. Como foi mencionado no capítulo 1, o nível do mar esta aumentando devido à expansão térmica pelo aquecimento das água e também pelo derretimento das camadas de gelo e componentes da criosfera. Se continuar com o padrão de emissão dos GEE, a subida do mar pode ser de 1 a 3 metros e, se continuasse o derretimento do glacial “Greenland” e do ocidente da Antártida, o nível do mar deve ascender 5 metros ao final deste século (DASGUPTA *et al.*, 2007).

O aumento de um metro no nível do mar pode afetar a 56 milhões de pessoas (1,28% da população) em países em desenvolvimento. Esse cenário pode ser pior considerando um aumento de 5 metros o qual afetaria em torno de 245 milhões de pessoas (5,57%) (ver Tabela 18). Essas cifras representam a população com potencial de deslocamento por causa do aumento no nível do mar (DASGUPTA *et al.*, 2007).

Tabela 18 - Impactos do aumento do nível do mar em países em desenvolvimento

Aumento do nível da água do mar (m)	Impacto (% do total global)					
	Área de terra	População	PIB	Área urbana	Zona agrícola	Zona de húmida
1	0,31	1,28	1,3	1,02	0,39	1,86
2	0,48	2,03	2,12	1,64	0,69	2,96
3	0,71	3,01	3,21	2,49	1,09	4,34
4	0,96	4,16	4,67	3,54	1,59	5,97
5	1,21	5,57	6,05	4,68	2,1	7,32

Fonte: tabela simplificada de Dasgupta *et al.*, 2007, p. 10.

Com um metro acima do atual nível do mar, poderia ficar submerso 12% do território das Bahamas e cerca de 10% do território do Vietnã. De igual forma, poderia ser inundada 13% da área agrícola do baixo Egito, assim como o 28% das áreas úmidas do Vietnã e da Jamaica (DASGUPTA *et al.*, 2007). Para 2100, o número de pessoas expostas a eventos extremos associados com o aumento do nível do mar deve ser de 600 milhões, 3 vezes mais do que o estimado em 1990 (NICHOLLS, 2004).

Os riscos do aumento do nível do mar devem ser enfrentados por 21 mega-cidades localizadas em zonas costeiras (de 33 que existem com mais de oito milhões de habitantes) as quais, por sua vez, têm aumentado significativamente seu tamanho nas últimas três décadas (exceto Tóquio). Os maiores riscos devem ser naquelas cidades em que se projeta maior crescimento da população, como Dhaka em Bangladesh e Jacarta na Indonésia. As áreas costeiras só representam 20% da superfície da terra do mundo e, mesmo assim, elas concentram 41% da população global (MARTÍNEZ, *et al.*, 2007). Isso significa que o aumento do nível do mar e associados desastres como inundações, salinação de reservatórios de água e tempestades esperadas para as próximas décadas, devem colocar em risco o bem-estar de milhares de pessoas.

Por outro lado, o segundo tipo de perturbação climática que ameaça a segurança das pessoas tem a ver com os efeitos de eventos extremos do clima⁸⁴. O IPCC (2007b) assegura que há maior confiança, comparada com publicações anteriores, que eventos extremos sejam mais intensos⁸⁵ e freqüentes no século XXI.

Os eventos extremos podem se converter em desastre quando a sociedade e os ecossistemas não são capazes de enfrentá-los efetivamente (TRENBERTH *et al.*, 2007, p. 299). De acordo com o Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) (GUHA-SAPIR *et al.*, 2004, p. 16) um desastre constitui “uma situação ou evento na qual a capacidade local é subjugada, necessitando um requerimento em nível nacional ou internacional para assistência externa”⁸⁶. Por outro lado, a extensão do desastre depende da intensidade e do grau de vulnerabilidade da população.

⁸⁴ Os eventos extremos do clima estão associados com comportamentos que excedem os valores da média de variabilidade nos elementos climáticos e são caracterizados pela magnitude, freqüência, intensidade e duração do evento. Eventos extremos contemplam além dos episódios que acontecem em um reduzido período de tempo como monções, furacões, ciclones entre outros, a aqueles que se apresentam de forma acumulativa, como é o caso das secas.

⁸⁵ Intensidade pode estar associada à mudança nas características físicas do evento, enquanto a freqüência refere-se à maior ocorrência do episódio em curtos períodos de tempo.

⁸⁶ Do texto original em inglês.

A ocorrência de desastres, além de afetarem diretamente a vida das pessoas aumentando o risco de morte e morbidade, reduz indiretamente as oportunidades e os ativos que os indivíduos dispõem para ampliar seu bem-estar. Desastres como as inundações e as secas destroem os meios de subsistência das pessoas, suas habitações e seus recursos e reduz a habilidade das pessoas de continuarem adiante após a ocorrência do desastre.

Entre os efeitos indiretos dos desastres climáticos, destaca-se: a redução de alimentos devido a perdas de produção agrícola, redução de ativos econômicos, a interrupção de serviços básicos como a provisão de água potável, perdas de infra-estruturas de escolas e hospitais que diminuem as possibilidades de educação e a prestação de serviços de saúde. Entre os exemplos de desastres climáticos está o furacão Mitch em 1998, que foi responsável pela destruição de 25% das escolas de Honduras (STERN, 2006); na Índia, onde no ano de 1999, um ciclone causou a contaminação da água para o consumo; no Vietnã, onde em um ano normal, as enchentes destroem em média 300.000 toneladas de alimentos e ainda, Moçambique que devido às enchentes no ano 2000, teve custos de reconstrução a um valor de 165,3 milhões de dólares (PNUD, 2004).

Entre os desastres climáticos também se destacam aqueles gerados pela intensificação e maior frequência dos fenômenos El Niño, e seu processo contrário, La Niña, os quais provocam a conversão irreversível de lugares úmidos em lugares secos. O relatório Stern (2006) comenta como períodos de seca podem ocorrer na Amazônia, lugar onde se localiza a maior diversidade e floresta do mundo. Especialmente, existe grande vulnerabilidade frente a esses fenômenos nas regiões situadas nos trópicos, como na América Latina e em países do Oriente da África. Desse modo, o fenômeno pode afetar zonas como o altiplano Peruano-Boliviano e a Costa do pacífico na América Central. Pode, também, ser considerado como a causa de intensos períodos de secas no Nordeste do Brasil e de fortes precipitações e cheias na Colômbia (IPCC, 2001b). No Quênia, o El Niño de 1997/1998 provocou desastres de inundações, sendo que só os prejuízos pela destruição de estradas foram de US\$17 bilhões (BLAIR, 2005). Estima-se que para a metade do século, 150 a 200 milhões de pessoas no mundo sejam deslocadas por causa de intensos períodos de seca e inundações (MYERS & KENT, 1995). Igualmente o ENOS está relacionado com o aumento de epidemias e pestes nessas regiões (PATZ *et al.*, 2005).

Os impactos das alterações climáticas na segurança e bem-estar das pessoas não são distribuídos uniformemente entre os países, inclusive nem dentro dos mesmos países. Isso se dá em razão da diferença de exposição a eventos extremos, definida pela localização

geográfica e o risco de desastres, assim como à diferença de condições locais e o status de vulnerabilidade atual.

Dessa forma, países ricos e países pobres apresentam diferentes riscos e vulnerabilidade a desastres climáticos. Isso também se deve às conseqüências da mudança climática que se sobrepõem num mundo caracterizado por déficits no desenvolvimento humano e por “disparidades entre os que “têm” e os que “não têm”” (PNUD, 2007, p. 25). Uma idéia clara percebe-se ao comparar o número de afetados por desastre entre cada grupo de países. Para os países em desenvolvimento, 1 em cada 19 habitantes foi afetado por desastres climáticos no período de 2000 a 2004, sendo essa relação para países desenvolvidos de 1 em cada 1.500 habitantes, no mesmo período (PNUD, 2007).

A vulnerabilidade à mudança climática é desproporcionalmente maior em países que já sofrem o peso da pobreza, onde os impactos se referem a questões que não são concertáveis, assim como, é a vida das pessoas. A tabela 19 traz uma intuição das disparidades que surgem com os desastres naturais. No transcurso de 30 anos, os 10 países do mundo com maiores custos em termos de insegurança na vida dos indivíduos, foram aqueles de médio e baixo desenvolvimento humano. Entretanto, os 10 países que registraram maiores perdas monetárias foram aqueles de médio a alto desenvolvimento humano.

Tabela 19 - Impactos humanos e econômicos dos desastres naturais em 1974 a 2003.

Ranking	País	Países com mais vítimas por desastres naturais 1974-2003	IDH 2005	País	Países com mais danos econômicos reportados por desastres naturais (milhões) 1974-2003	IDH 2005	
1	Botswana	13.528,60	0,565	M-IDH	UnitedStates	285.923	0,944 A-IDH
2	Djibouti	12.942,70	0,495	B-IDH	Japan	187.928	0,943 A-IDH
3	Bangladesh	12.338,50	0,520	M-IDH	China	180.279	0,755 M-IDH
4	Mauritania	11.853,50	0,477	B-IDH	Italy	74.276	0,934 A-IDH
5	Malawi	8.747,60	0,404	B-IDH	India	43.378	0,602 M-IDH
6	AntiguaandBarbuda	8.248,60	0,797	M-IDH	Australia	37.601	0,995 A-IDH
7	Zimbabwe	8.192,10	0,505	M-IDH	Armenia	32.108	0,759 M-IDH
8	Mozambique	7.665,50	0,379	B-IDH	Iran,IslamicRep.of	30.879	0,736 M-IDH
9	Montserrat	7.648,50	-	-	Spain	29.593	0,928 A-IDH
10	India	7.413,50	0,602	M-IDH	RussianFederation	28.051	0,795 M-IDH

Fonte: Elaborado pela autora com dados de Guha-Sapir *et al* (2004) e RDH (PNUD, 2005)

Nota: Média anual de vítimas (pessoas mortas + afetadas) por cada 100.000 habitantes, Dólares US de 2003. Os desastres naturais compreendem desastres hidrológicos como inundações, secas e tempestades de vento assim como desastres geográficos relacionados a terremotos e vulcões. A-IDH: Desenvolvimento humano alto, M-IDH: Desenvolvimento humano médio e B-IDH: Desenvolvimento humano baixo.

Os altos custos econômicos derivados dos desastres climáticos nos países desenvolvidos estão associados com as perdas de infra-estruturas. Contudo, esses países contam com maior habilidade para enfrentar esses eventos, ou seja, apresentam maior capacidade de adaptação. Países ricos desfrutam de maior acesso à informação o qual ajuda na

prevenção de desastres, dispõem de melhores e mais resistentes estruturas físicas e contam com seguros de proteção contra desastres do clima (PNUD, 2007).

Em termos econômicos, podem parecer irrisórios os impactos dos países pobres comparados com os impactos dos países ricos. Mas, uma análise de impactos sobre o bem-estar humano levanta questões que não são facilmente mensuráveis e coloca em discussão a vulnerabilidade da vida das pessoas.

Além disso, das diferenças no *status* de vulnerabilidade a eventos extremos, os países devem ampliar suas desigualdades ao considerar a capacidade de adaptação. Cada país, dependendo o evento climático a que tenham maior risco, bem como o *status* de vulnerabilidade que apresente, deve precisar de diferentes medidas de ajustamento. Porém, países pobres devem se adaptar em condições mais restritas.

As desigualdades se tornam mais amplas quando são considerados os recursos financeiros como parte do leque de ativos que definem a resistência e a habilidade para enfrentar os desastres naturais. Assim, países com maiores impactos humanos dispõem de limitadas opções de ajustamento aos desastres, pois eles não podem, por exemplo, comprar um ar condicionado para diminuir os impactos por extrema temperatura, ou não contam com os meios para tornar as estruturas de suas habitações mais resistentes às tempestades

Os desastres climáticos, além de afetarem profundamente os indivíduos no momento do evento, mudam o trajeto de vida das pessoas para um caminho muito mais difícil, com pouca probabilidade de retornar ao seu estado inicial de bem-estar, pois os efeitos não somente abrangem impactos econômicos ou de infra-estrutura, aspectos que talvez sejam recuperados facilmente, mas se tratam de efeitos sobre a saúde e emoções das pessoas, os quais devem permanecer para o resto da suas vidas.

A capacidade de fazer frente a esses impactos amplia o hiato do desenvolvimento humano. Inclusive, o RDH (PNUD, 2007) considera que os eventos extremos representam uma armadilha para o retrocesso do bem-estar. Países com maior pobreza e menor desenvolvimento humano apresentam limitada capacidade de gerenciar os riscos climáticos, devido à estarem localizados em regiões de maior exposição e de maior ocorrência de eventos extremos, contarem com grande densidade populacional e do setor rural, dependerem mais dos serviços dos ecossistemas, contarem com recursos naturais fragilizados, precárias habitações, limitado acesso a serviços de saúde, ao crédito e ao seguro de proteção. Portanto, esses países devem ser mais prejudicados pelos impactos da mudança climática.

5.5.2 Insegurança pelo risco de escassez de água derivada da mudança climática

Em 1995, 1,4 bilhões de pessoas viviam com *stress* de água, ou seja, viviam em áreas com menos de 1.000 m³ per capita ano. As projeções indicam que em ausência da mudança climática 2,9 a 3,3 bilhões de pessoas devem estar sofrendo de *stress* de água em 2025, cerca de 40% da população do mundo (ARNELL, 2004).

A mudança climática coloca em risco a vida e subsistência das pessoas ao modificar a distribuição e disponibilidade da água. Muitas regiões devem experimentar, ao mesmo tempo, aumento e redução de áreas com deficiência hídrica⁸⁷. Os efeitos devem depender das emissões de GEE assim como da taxa de crescimento da população. Para 2025, em um cenário com mudança climática e de elevado crescimento da população, o número de pessoas com *stress* de água, em nível mundial, deve aumentar entre 374 a 1.661 milhões de pessoas (ARNELL, 2004). Em outro estudo, o qual utiliza um cenário de baixo crescimento da população, a mudança climática pode causar *stress* de água a 800 e 1.800 milhões de pessoas em 2080 (WARREN *et al.*, 2006).

Como se pode observar na tabela 20, atualmente os países mais afetados por *stress* de água encontram-se localizados no Sul e Oriente da África, sudoeste da Ásia, Oriente Médio e em torno do Mediterrâneo. A previsão é de que países do norte, centro e sul da África apresentem um balanço líquido de pessoas prejudicadas pelo clima em termos de *stress* água. Europa oriental, ocidental e central, países como Iraque, Jordânia, assim como a América Latina e o Caribe devem apresentar um aumento de população com *stress* de água devido à mudança climática. Igualmente, a tensão de *stress* de água deve ser experimentada por países de Norte América.

⁸⁷ O estudo de Arnell (2004) centra-se somente nos efeitos sobre a disponibilidade de água em termos de quantidade e não de qualidade.

Tabela 20 - Pessoas (milhões) vivendo com stress de água por região, sem e com mudança climática em 2025

Região	Subregião	Sem Mudança climática		Com mudança climática	
		Pessoas vivendo com stress de água		Pessoas com aumento de stress de água	
		1995	2025	2025	2025
		Cenário A2		Cenário A2	
África	Norte da África	124,4	239,9	4-112	49-119
	África Ocidental	0,1	35,8	4-7	18-23
	África Central	0	26,8	25-27	0
	África Oriental	6,5	40,6	16-26	21-29
	África Austral	3,1	37,6	43-47	0-4
Ásia Ocidental	Mashriq	19,4	104,6	61-70	0-5
	Península Arábica	29,4	131,8	1-18	31-125
Ásia e o Pacífico	Ásia Central	0,3	7	0-6	0-5
	Sul da Ásia	382,5	1519,9	1-128	1219-1328
	Sudeste da Ásia	3,7	5,7	0	6
	Noroeste do Pacífico	617	876,7	109-842	11-333
	Australasia	0	0	0	0
Europa	Europa Ocidental	110,6	124,7	45-119	0-7
	Europa Central	7,5	33,7	41-48	0
	Europa Oriental	1,8	2,6	2-12	0-1
América do Norte	Canadá	4,6	6,1	0-6	0-6
	USA	34	70,1	3-61	5-22
América Latina e o Caribe	Caribe	0	0	0-22	0
	Meso América	19,3	36,4	32-35	0-3
	América do Sul	2,9	19,5	14-33	2-6

Fonte: Dados de Arnell, 2004

Nota: Cenário A2 do IPCC (ver capítulo1), modelo HadCM3. Stress de água experimentado por pessoas que vivem em áreas com menos de 1000 m³/capita / ano⁸⁸. Mashriq compreende o Iraque, Jordania, Líbano, Síria e territórios da Palestina.

Nesse contexto, o que pode acontecer com a segurança do bem-estar humano se a mudança climática acelera e intensifica a escassez da água? O problema não se refere simplesmente à redução da quantidade de água, mas à combinação com outros fatores considerados na limitação do recurso, tais como: o gerenciamento, a disponibilidade de estruturas físicas de tratamento, o acesso e a distribuição. Os impactos associados à água devem ser maiores na presença da mudança climática do que sem ela.

De acordo com o RDH (PNUD, 2006, p. 3) a segurança de água faz parte da segurança humana, pois se trata da garantia para que “cada pessoa disponha de um acesso confiável a água suficiente a um preço acessível para levar uma vida saudável, digna e produtiva, não deixando de manter os sistemas ecológicos que fornecem água e que também dependem de água”. No entanto, com a mudança climática deve-se tornar mais difícil cumprir essas condições, a qual deve aumentar a ameaça de perder a segurança humana em razão dos riscos em termos de saúde e da ruptura dos meios de subsistência.

⁸⁸ Índices de *stress* de água em m³/capita / ano: maior de 1.701 = não há *stress*. Entre 1.000 e 1.700 = *stress* moderado. Entre 500 e 1.000 = alto *stress*. Menos de 500 = extremo *stress* (ARNELL, 2004).

Entre os usos da água, a menor proporção é para o uso doméstico (8%) e, ainda assim, existe uma grande deficiência no suplemento, com 1,1 mil milhões de pessoas com acesso inadequado à água (PNUD, 2006; ARNELL, 1999).

O problema da água, além da escassez que pode surgir com o aquecimento global, é que existe um cenário de desigualdade a nível doméstico, com pessoas pobres pagando preços mais elevados pelo uso da água do que pessoas ricas. Em países como o Quênia e as Filipinas, as pessoas pagam 5 a 10 vezes mais que indivíduos que vivem na Inglaterra (PNUD, 2006).

Ainda, existem circunstâncias mais difíceis devido ao limitado acesso à água, sendo necessário percorrer grandes distâncias até as fontes de abastecimento, as quais são realizadas por mulheres acompanhadas das crianças e, em especial, das meninas. Isso acontece na Ruanda, onde as mulheres e as meninas têm que caminhar em média 700 metros até a fonte de abastecimento de água (REPUBLIC OF RWANDA, 2002). Nesse processo, a crises da água levanta problemas de gênero e de educação, já que as mulheres sacrificam seu tempo e seu estado físico e as crianças são retiradas das escolas devido à responsabilidade na procura da água.

A vulnerabilidade à mudança climática aumenta quando se soma a essa deficiência de infra-estrutura no suplemento da água. Quando as pessoas não dispõem de rede de água dentro dos domicílios elas procuram em pontos coletivos de abastecimento, como poços, caminhão-pipa ou diretamente dos rios. Para usar essas fontes é necessário que as pessoas se desloquem para buscar a água utilizando baldes, bacias, tonéis e galões, podendo esta ser cobrada ou não. A questão é que esse tipo de abastecimento submete às famílias a condições restritas, induzindo à reutilização da água para conseguir poupá-la e evitar vários deslocamentos, ou forçando a consumir água suja. O fato de reciclar a água e o inadequado gerenciamento dentro da casa deve causar a contaminação do recurso, o qual por sua vez, pode comprometer a saúde da família. Assim, por exemplo, a maior incidência de diarreia após a enchente de 1998 em Bangladesh foi naquelas pessoas mais pobres, que armazenavam a água em garrafas e que não realizavam nenhum tipo de tratamento no recurso antes de bebê-la (KUNII *et al.*, 2002).

5.5.3 Insegurança pelo risco de fome associados com as perdas de produtividade em países em desenvolvimento devido à mudança climática

Com a mudança climática há probabilidade de que as pessoas experimentem insegurança alimentar devido aos maiores riscos de eventos extremos do clima e à combinação da vulnerabilidade endógenas dos domicílios sobre os meios disponíveis para obter alimentos (HANSEN *et al.*, 2004).

A FAO (2002) define a segurança de alimentos como a situação em que toda pessoa, em todo tempo, conta com físico, social e econômico acesso a suficiente, seguro e nutritivo alimento que atenda às necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável.

No entanto, em um cenário de mudança climática essa segurança alimentar não deve ser garantida, devido em parte a que se projetam reduções na produção de cereais nos países em desenvolvimento. Nessas condições, estima-se que o número de pessoas em risco de fome seja superior ao estimado em um cenário sem mudança climática.

Através da tabela 21, nota-se que nos países em desenvolvimento, o aumento de 3°C na temperatura média global deve adicionar mais de 500 milhões de pessoas em risco de fome, comparado às estimativas de referência sem mudança climática para o ano de 2080. Além disso, os estudos não mostram otimismo ao considerar as vantagens do comércio internacional devido, também, à subida nos preços dos alimentos e à reduzida capacidade de compra de países pobres (WARREN *et al.*, 2006).

Tabela 21 - Milhões de pessoas adicionais em risco de fome com a mudança climática, por regiões para 2020, 2050 e 2080

		2020	2050	2080
Aumento da temperatura média global desde 1990		0,59	1,59	2,9
Países desenvolvidos	menos	63	212	551
Países desenvolvidos da Ásia	menos	45	101	132
África		9	54	200
América Latina		5	26	85
Ásia Ocidental		4	32	134
Ásia Oriental		11	37	88
Sudeste da Ásia		34	63	44

Fonte: Tabela simplificada de Warren *et al.* 2006, p. 41.

Nota: Cenário A2 do IPCC, projeções sem considerar efeito de fertilização de CO₂. Comparações com referência nos cenários para 2080 sem mudança climática. Considera-se pessoa em risco de fome a aquela cuja renda não lhe permite comprar suficiente quantidade de cereais (PARRY *et al.*, 1999 e 2004).

Diante os choques climáticos, as pessoas podem não cobrir seus requerimentos de nutrição, e ainda, as pessoas podem perder a opção de se alimentar de acordo com suas preferências dietéticas e culturais. Como resultado das opções de ajustamento às alterações climáticas, os camponeses devem se deslocar para outras terras ou mudar produtos de cultivo por outros mais resistentes, os quais, por sua vez, devem mudar os alimentos para o consumo.

Amartya Sen (2000, p. 190) quando se refere ao intitlamento que toda pessoa deve possuir para desfrutar da quantidade adequada de alimentos e não passar fome, diz que “alguns segmentos da população podem perder seus intitlamentos econômicos inesperadamente e de modo súbito”. No contexto da mudança climática, o caráter inesperado dos desastres climáticos pode ser parte do risco que configura a insegurança alimentar.

Se atualmente as pessoas se deparam com o risco de fome, mesmo em abundância de alimentos, como será num cenário com mudanças do clima? Sen (1983) argumenta que a fome não é uma circunstância associada somente à falta de alimentos, mas a uma falha nos intitlamentos que dispõe uma pessoa para adquirir alimentos. Os intitlamentos se referem ao conjunto de diferentes alternativas de *commodities* que a pessoa pode comandar e adquirir através de canais legais. Os intitlamentos são determinados pelo orçamento original de propriedades ou dotações e pelas possibilidades de aquisição e ampliação da dotação inicial através do comércio e da produção (SEN; DRÈZE, 1991).

Sen e Drèze (1991) argumentam que uma pessoa pode sofrer de fome se há alguma mudança em suas dotações, com respeito a perdas de propriedades de terras ou perda de trabalho devido a problemas de saúde, ou se há mudanças no espaço de trocas de intitlamentos, no que refere a uma queda nos salários, aumento dos preços dos alimentos, perda de emprego, queda dos preços dos produtos que a pessoa produz ou vende.

Tendo em conta isso, num cenário com mudança climática, há uma combinação de dois aspectos que influenciam para que uma pessoa seja afetada em sua habilidade de comandar e adquirir alimentos:

- 1) O primeiro elemento que intervém na habilidade de comandar alimentos é chamado por Sen e Drèze (1991) como o “pull” do indivíduo, o qual diz respeito à falhas relacionadas com a perda de meios e capacitações das pessoas para adquirir alimentos. Isto se dá quando uma pessoa perde o emprego e não tem meios para comprar alimentos. Como fora comentado, os choques climáticos afetam os ativos de vida das pessoas, incluindo a redução de terras, animais, atividades como a pesca e a agricultura. Também podem causar perda de empregos por impactos na saúde. Como

conseqüência disso, diminui os meios necessários para as pessoas adquirirem alimentos, podendo aumentar o risco de fome.

- 2) Com a mudança climática também há uma modificação de intitamentos devido às falhas no suplemento de alimentos. Essas falhas podem ser derivadas da escassez de alimentos por causas climáticas como as secas, ou também por especulações no mercado de alimentos. Os desastres climáticos podem arrasar terras agrícolas, afetar a pesca e outras atividades de obtenção de alimentos. Devido a isso, pode-se criar um período de escassez de alimentos o qual, subseqüentemente, pode levar a um aumento dos preços. As pessoas, no entanto, perdem sua capacidade de acesso alimentos, porque não têm como comprar alimentos, devido aos preços elevados e diminuições na renda como resultado dos desastres climáticos. Atualmente, são fragilizados os mecanismos para as pessoas adquirir alimento e, perante as alterações do clima, estes devem sucumbir ainda mais.

6 CONCLUSÕES

O objetivo principal deste trabalho foi identificar e caracterizar os processos pelos quais a mudança climática afeta os determinantes do desenvolvimento humano, sendo estes os funcionamentos e capacitações do indivíduo, bem como os meios e os intulamentos que promovem o bem-estar das pessoas.

Na configuração do arcabouço desta dissertação, a primeira etapa procurou caracterizar a problemática da mudança climática, compreendendo o processo evolutivo do debate através do tempo e sua integração com assuntos do desenvolvimento. Nessa evolução, percebeu-se que, ainda que existam estudos dos impactos em algumas dimensões humanas, principalmente no que concerne à saúde, são poucas as análises específicas com relação ao desenvolvimento humano, entendendo a composição de um conjunto amplo de dimensões que são importantes para o ser humano e que podem ser avaliadas desde uma perspectiva normativa.

Também, foi apresentada uma caracterização da mudança climática apontando o conhecimento científico das causas e, no qual, o IPCC atribui em um nível de elevada probabilidade à emissão de Gases de Efeito Estufa de origem antropogênica, ou seja, devido às atividades do homem. As evidências constataram que os países ricos são os principais emissores de GEE, contudo, os países em desenvolvimento estão em caminho de convergência desse padrão de emissão, especialmente, devido à mudança no uso da terra. Igualmente, foram apresentadas as evidências de alterações climáticas, tendo em conta diferentes indicadores, como o aumento da temperatura média global da superfície, aumento do nível médio do mar e aquecimento das águas, derretimento das camadas de gelo e aumento da frequência e intensidade de eventos extremos o clima. As evidências apresentadas constatam que o processo de mudanças do clima é um acontecimento real e que deve progredir nas próximas décadas a um ritmo mais acelerado.

Tendo caracterizado a problemática da mudança climática, passou-se à segunda etapa do trabalho, relacionada à base teórica. A análise teórica contribuiu ao entendimento de como o bem-estar e as privações das pessoas podem ser avaliadas considerando aspectos ambientais e climáticos, interpretações que vão além de dimensões tradicionais como o nível de renda ou

de bens disponíveis pelos indivíduos. Isto foi plausível considerando uma visão ampla de desenvolvimento humano, como a fundamentada pela Abordagem das Capacitações, a qual reconhece a pluralidade de dimensões do ser humano, concernente a funcionamentos de realizações e ações que são valoradas pelas pessoas como a saúde, a segurança, a educação e os valores culturais, os quais podem ser influenciados pelas condições ambientais e do sistema climático. Desta forma, foi aberta a caixa preta da complexidade de uma avaliação do bem-estar considerando aspectos do meio ambiente, e permitindo analisar as heterogeneidades das pessoas e as diversidades ambientais, sociais e políticas que interagem na caracterização do bem-estar de uma pessoa.

Logo depois de ter elementos suficientes para o entendimento das duas áreas, no que se refere à mudança climática e ao desenvolvimento humano, definiu-se uma estrutura analítica para caracterizar e sistematizar as diferentes formas em que a mudança climática pode influenciar dimensões importantes do bem-estar das pessoas. Nessa estrutura, argumentou-se a existência de relações de impactos diretos e indiretos das perturbações climáticas nos componentes humanos, tais como: a saúde, a educação, meios de subsistência, segurança, valores culturais e relações sociais. Fez-se possível estabelecer mecanismos associativos que interligam as duas áreas, sendo estes, os recursos naturais de água, o solo e biodiversidade, assim como, seus respectivos serviços dos ecossistemas, relacionados com a provisão, regulação, suporte e cultura.

Os processos de impactos diretos foram examinados como sendo aqueles em que as pessoas enfrentam diretamente a ocorrência de eventos extremos do clima e os quais são capazes de afetar às pessoas sem a intermediação de algum outro mecanismo. Os impactos diretos foram mais bem definidos para a dimensão de saúde, mostrando maior sensibilidade frente às mudanças do clima. Nas relações diretas foram analisadas as evidências de mortalidade e morbidade por eventos como períodos de secas, extremas temperaturas, inundações e tempestades e, esses efeitos, foram interpretados normativamente de acordo com o que isso significa para a vida das pessoas, de como podem estar sendo privadas de um funcionamento que elas valoram, e ainda, submetendo-as a viver com o medo e as incertezas de perder a capacitação de desfrutar de boa saúde ao longo da vida da pessoa.

No que concerne aos outros componentes, a relação de impactos foi caracterizada por ser mais de tipo indireto, e as evidências confirmaram a interação de mecanismos que atuam na interface dos impactos, sendo estes os recursos naturais e os serviços dos ecossistemas. Dessa forma, foi constatado que os choques climáticos podem afetar os seres humanos, na

medida que alteram os recursos naturais que são necessários para a vida das pessoas. Igualmente, foram considerados fatores de vulnerabilidade pré-existentes que também se conjugam para definir o grau de impacto negativo sobre o bem-estar das pessoas. Assim sendo, foi visto que os choques climáticos podem afetar mais profundamente os seres humanos que vivem nas áreas geográficas de maior ocorrência de eventos extremos do clima, como a região dos trópicos e subtropicais. De igual forma, o grau de impacto é mais severo, quando as pessoas dependem em maior proporção da agricultura e dos serviços dos ecossistemas, sendo estas as pessoas de áreas rurais e as pessoas pobres. Por último, foi verificado que os impactos mais profundos são e podem ser para aquelas pessoas que vivem em condições já fragilizadas e privadas de bem-estar, interagindo com condições de pobreza, desigualdade social, limitado acesso à água melhorada e ao saneamento básico, recursos naturais mais degradados, precária infra-estrutura física, entre outros aspectos que ampliam a deficiência humana. Desde esse ponto de vista, foi constatado que os países pobres e em desenvolvimento, apresentam maior vulnerabilidade às alterações climáticas e, em especial, há maior vulnerabilidade nas crianças e as mulheres desses países.

Nessa ordem de idéias, foi respondida à questão levantada nesta dissertação, ficando claro que a contribuição desta dissertação é com respeito ao entendimento dos processos de impactos da mudança climática no desenvolvimento humano desde uma perspectiva normativa e multidimensional, abrangendo as diversas formas em que as pessoas são e podem ser privadas de desfrutar uma vida que eles valoram devido às condições climáticas impostas por emissões de GEE de outras pessoas, que advém, especialmente, de países ricos.

Foram examinados os processos de impactos desde uma perspectiva mais ampla e diferenciada com respeito ao bem-estar humano, uma análise que ainda tinha sido pouco explorada. Foram levantadas questões de ética a fim de se levar em conta o modo que as pessoas gostariam de viver e que não são capazes de viver por influência da mudança climática.

As evidências analisadas demonstraram como as alterações do clima constituem um risco latente para o retrocesso do desenvolvimento humano e ampliação das privações humanas, com desproporcionais efeitos para países pobres e em desenvolvimento. Por um lado, os choques climáticos ameaçam em diferentes caminhos (direta e indiretamente) os

funcionamentos e capacitações das pessoas, o “fim em si mesmo” do desenvolvimento humano com respeito à saúde, à educação, aos valores culturais e às relações sociais.

Por outro lado, os choques climáticos restringem o desenvolvimento humano ao afetar e limitar os “meios e intitamentos” necessários para o sustento das pessoas através da redução da quantidade e qualidade da água, da produção agrícola, da alteração de atividades de pesca, redução de rendimentos econômicos, entre outras formas citadas. Os maiores impactos são em áreas rurais, as quais concentram maior proporção de pobres. Além disso, as pessoas pobres são limitadas no exercício de escolha do estilo de vida que valoram, pois são influenciadas em seu bem-estar por decisões de emissão de GEE de outras pessoas.

Considerando a complementaridade de cada componente do bem-estar, o efeito da mudança climática sobre um componente, reduz a qualidade do outro e cada ciclo conjugado de impactos negativos, retrocede o bem-estar humano como um todo, e dessa forma, ampliam-se as privações humanas e se restringe o desenvolvimento humano.

Portanto, se há efeitos negativos das alterações climáticas nos determinantes do desenvolvimento humano, ou seja, sobre os funcionamento e capacitações e também nos meios e intitamentos que promovem o bem-estar. Há elementos para afirmar que a mudança climática é capaz de influenciar na restrição e também no retrocesso do desenvolvimento humano, assim como, na ampliação das desigualdades do desenvolvimento humano entre países ricos e pobres.

Nessa ordem de idéias, medidas a serem adotadas podem ser pensadas, com o objetivo de não sucumbir no patamar do baixo desenvolvimento humano associado à mudança climática. Contudo, não sendo o objetivo deste trabalho, a proposta fica em aberto para próximas pesquisas. Mas, tendo em conta o conjunto de conclusões até agora colocadas, é relevante distinguir alguns caminhos nessa linha. Em primeiro lugar, poder-se-ia pensar, em primeiro momento, em medidas que procurem o fortalecimento de funcionamentos e capacitações das pessoas que hoje em dias são as mais privadas e que recebem as maiores conseqüências dos efeitos do clima. Pensando em termos de saúde, educação e também dando importância às tradições e culturas, e às relações sociais. Poderia ser pensado um estudo restringindo a análise para uma localidade ou região.

Em segundo lugar, podem ser pensadas medidas para o fortalecimento dos meios e intitamentos que dispõem as pessoas para ampliar ainda mais suas capacitações e oferecelhes melhores instrumentos para enfrentar e gerenciar os riscos climáticos sem a ameaça de

retroceder o bem-estar ao longo do tempo. Sobre este aspecto, pode-se pensar com respeito ao cuidado do meio ambiente, sobre recursos naturais da água, do solo e da biodiversidade, interagindo com medidas de mitigação dos GEE, pois como foi apontado neste trabalho, a mudança climática pode representar uma ameaça adicional para a deterioração do meio ambiente. No entanto, as medidas de mitigação são um processo lento de implementação e, em quanto isso é adotado, seria viável medidas de curto prazo. Igualmente, podem ser consideradas medidas para a ampliação de intitamentos, com respeito à diversificação dos meios de subsistência, garantias sociais, facilidades econômicas, e a melhora da habilidade do Estado para responder aos desafios associados com os desastres climáticos.

APÊNDICE A - Tratamento de incertezas

As incertezas são classificadas pelo IPCC de acordo com a origem. Há dois tipos principais, as quais se referem a “valor de incerteza” e “estrutural incerteza”. O primeiro surge a partir da determinação incompleta de valores e resultados particulares, por exemplo, quando dados estão incorretos ou não são totalmente representativos do fenômeno de interesse. O segundo tipo surge a partir de uma compreensão incompleta dos processos que controlam valores e resultados particulares, por exemplo, quando a estrutura conceitual ou o modelo usado para a análise não inclui todos os processos ou relações relevantes. Valores de incerteza são geralmente estimados usando técnicas estatísticas usando uma linguagem probabilística. A estrutural incerteza é descrita pelos autores dando um julgamento coletivo da sua confiança sobre um resultado. Em ambos os casos, as estimativas apresentam intrinsecamente incertezas, ambas apontando os limites do conhecimento e por essa razão envolve julgamentos de expertos sobre o estado desse conhecimento.

O QRA do IPCC faz uma distinção entre níveis de confiança com respeito ao entendimento científico e a probabilidade de um específico resultado. Isto permite que os autores expressem elevada confiança de que um evento é extremamente improvável, entre outras situações (LE TREUT *et al.*, 2007). No quadro abaixo, apresenta-se os termos padrões para os julgamentos de confiança.

Termo de confiança	Grau de confiança de ser correto
Confiança muito elevada	9 a 10 chances
Confidência elevada	8 a 10 chances
Confiança média	5 a 10 chances
Confiança baixa	2 a 10 chances
Confiança muito baixa	Menos de 1 a 10 chances

Fonte: Le Treut *et al.*, 2007, p. 120

Os termos padrões do IPCC com respeito à probabilidade e a linguagem probabilística são apresentados no seguinte quadro:

Termos de probabilidade	Probabilidade de ocorrência
Virtualmente certo	> 99% de probabilidade
Extremamente provável	> 95% de probabilidade
Muito provável	> 90% de probabilidade
Provável	> 66% de probabilidade
Mais provável que não	> 50% de probabilidade
Improvável	< 33% de probabilidade
Muito improvável	<10% de probabilidade
Extremamente improvável	<5% de probabilidade

Fonte: Le Treut *et al.*, 2007, p. 121

APÊNDICE B - Cenários de emissão do IPCC

A1: A linha evolutiva e família de cenários A1 descrevem um mundo futuro com um rápido crescimento econômico, uma população mundial que alcança seu valor máximo o pico na metade do século e depois tendendo a declinar. Cenário com rápida introdução de novas e mais eficientes tecnologias. Principais temas subjacentes são convergências entre as regiões, o desenvolvimento de capacidades e aumentos de interações culturais e sociais, com uma substancial redução de diferenças regionais com respeito à renda per capita. A categoria A1 abrange três grupos de cenários com direções alternativas de mudança de tecnologia no setor de energia. Os três cenários de A1 distinguem-se pela sua ênfase tecnológica: combustível fóssil intensivo (A1F1), as fontes de energia não-fósseis (A1T), equilíbrio entre todas as fontes (A1B).

A2: a linha evolutiva e família de cenários A2 descrevem um mundo muito heterogêneo. Suas características mais distintivas são a auto-suficiência e a conservação das entidades locais. Os padrões de fertilidade do conjunto de regiões convergem lentamente, pelo qual, se obtêm uma população mundial em contínuo crescimento. O desenvolvimento econômico está orientado basicamente às regiões e o crescimento econômico por habitante bem como a mudança tecnológica estão fragmentadas e são mais lentos que em outras linhas evolutivas.

B1: a linha evolutiva e família de cenários B1 descrevem um mundo convergente com uma mesma população mundial que alcança um máximo a meados do século e desce posteriormente, como na linha evolutiva A1, porém, com rápidas mudanças das estruturas econômicas orientadas a uma economia de serviços e de informação, acompanhadas do uso menos intensivo de materiais e da introdução de tecnologias limpas com um aproveitamento eficaz dos recursos. Há predominância de soluções de ordem mundial com o propósito de alcançar sustentabilidade econômica, social, ambiental, assim como, igualdade, porém, em ausência de iniciativas adicionais em relação ao clima.

B2: a linha evolutiva e família de cenários B1 descrevem um mundo no qual predominam soluções locais à sustentabilidade econômica, social e ambiental. É um cenário cuja população aumenta progressivamente a um ritmo menor que em A2, com níveis de

desenvolvimento intermédio, mudança tecnológica menos rápida e mais diversas que na linha evolutiva B1 e A1. Mesmo que este cenário está orientado à proteção do meio ambiente e a igualdade social, centra-se, principalmente, no nível local e regional.

APÊNDICE C - Crítica de Amartya Sen à abordagem de John Rawls e à abordagem utilitarista.

Sen (2000) desenvolve a abordagem das capacitações como parte de uma crítica à teoria de justiça proposta por John Rawls, a qual prioriza *absolutamente* na liberdade formal “como liberdades políticas e direitos civis básicos” (Sen, 2000, p. 84). O anterior, segundo Sen, não é mais que uma vantagem pessoal do indivíduo, como poderia ser a renda ou outro tipo de meio para alcançar o bem-estar. Sen (1992) critica a preeminência absoluta na liberdade formal, pois sendo associada a um *meio*, ela não deveria ser considerada a mais importante, sabendo que existe um amplo conjunto deles de igual relevância.

John Rawls desenvolve a noção de “bens primários” como argumento a uma abordagem de “igualdade de oportunidades”, na qual adverte que todas as pessoas devem contar com um mínimo de bens primários (meios) independentemente dos objetivos que eles persigam por alcançar uma realização. Esses bens primários concernem a “direitos, liberdades e oportunidades, renda e riqueza, e as bases sociais da auto-estima” (Sen, 2001, p. 134). Esta abordagem ainda que ressalte a importância da liberdade, não captura a relevância quanto ao grau da liberdade para os indivíduos escolherem o tipo de vida que valoram (SEN, 1992). Além disso, continua utilizando os recursos como base de avaliação, ou seja, faz ênfases nos meios para alcançar o bem-estar e não no fim mesmo do bem-estar da pessoa. Como argumenta Sen (1989, p. 7):

[...] the entire list of “primary goods” of Rawls is concerned with means rather than ends; they deal with things that help to achieve what we want to achieve, rather than either with achievement as such or even with the freedom to achieve. Being nourished is not part of the list, but having the income to buy food certainly is [...]

Assim, os recursos ou bens primários que dispõem as pessoas, continuam sendo um indicador inadequado para medir a liberdade que a pessoa realmente desfruta, enquanto a estados do ser e fazer. Ainda, em um exemplo do Sen, ele adverte que o bem-estar não refere ao nível de renda disponível para comprar alimento, mas ao fato de ser adequadamente nutrido. Desde a perspectiva do Sen, o valor não é só nos *meios* ou em algum em particular, mesmo que façam parte importante para alcançar o bem-estar, mas a maior valoração está na liberdade como fim, de ser capaz de ser e fazer, nos funcionamentos e capacitações. Nesse sentido, o escopo dos bens primários distingue-se das capacitações na medida em que

“Primary goods are means to freedoms, whereas capabilities are expressions of freedoms themselves” Sen (1989, p. 7).

Por outro lado, a abordagem das capacitações apontada por Amartya Sen, contrapõe-se à teoria Utilitarista, a qual avalia o bem-estar como a somatória das utilidades geradas das coisas, onde a utilidade é medida por condições mentais como a satisfação, o prazer ou a felicidade. Desse modo, o bem-estar é assumido como uma condição subjetiva. Desde a perspectiva utilitarista, o espaço informacional está relacionado com três componentes: o consequencialismo, o welfarismo e ranking pela soma. O primeiro deles avalia as escolhas a partir dos resultados ou das conseqüências geradas, rejeitando desse modo, uma base normativa fundamentada em direitos ou valores não-negociáveis. O segundo, refere-se ao julgamento das coisas a partir das utilidades (reduzindo todos os valores a utilidades) e o último pretende estabelecer um agregado a partir da somatória das utilidades individuais das diferentes pessoas e as quais são definidas dentro de uma medida de felicidade que representa numericamente as escolhas observadas das pessoas.

Sen (2000) argumenta que a teoria utilitarista é limitada como sistema avaliatório do bem-estar, pois ela enfatiza na maximização das utilidades das escolhas ou dos recursos disponíveis, mesmo que as escolhas dos indivíduos nem sempre vão no sentido das preferências que as pessoas têm. Além disso, a base informacional utilitarista impede considerar questões sobre direitos e liberdades e, também, não consegue fazer comparações entre pessoas, limitando-se a uma consideração dos graus de desigualdade das utilidades obtidas, independentemente das estruturas de distribuição dos recursos. Por último, o enfoque utilitarista não considera o problema de adaptação e condicionamento mental. Isto é, os julgamentos de felicidades e de prazer das pessoas estão impregnados dentro de uma cultura e em uma sociedade com normas e instituições que os restringem. Medidas de felicidades são difíceis de estabelecer e, ainda mais, em situações de privação onde as pessoas reduzem seus desejos e se conformam às circunstâncias como estratégia para levar uma vida menos adversa. Segundo Sen (2000, p. 82), condições mentais de desejos e felicidade pode ser uma medida enganosa do bem-estar, para o qual enfatiza que:

[...] concentrar-se apenas em características mentais (como prazer, felicidade ou desejos) pode ser particularmente restritivo quando são feitas comparações interpessoais de bem-estar e privação. Nossos desejos e habilidades para sentir prazer ajustam-se às circunstâncias, sobretudo para tornar a vida suportável em situações adversas.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R.; HURD, B.; LENHART, S.; LEARY, N. Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review. *Climate Research*, v. 11, p. 19–30. 1998.

ADGER, W.N. Vulnerability. *Global Environmental Change*, v. 16, n. 3, p. 268–281. 2006.

ADGER, W.N.; KELLY, P.M. Social vulnerability to climate change and the architecture of entitlements. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 4, p. 253–266. 1999.

AGRAWALA, Shardul. Estrutural and process history of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change*, v. 39, p. 621 – 642, 1998.

ALBUQUERQUE, Francisco. *Desarrollo económico local y distribución del progreso técnico*. Una respuesta a las exigencias del ajuste estructural. Santiago de Chile: ILPES. 1996.

ALLEN, H. L. JR.; BAKER, J.T.; BOOTE, K.J. The CO₂ fertilization effect: higher carbohydrate production and retention as biomass and seed yield. In: BAZZAZ, F.A.; SOMBROEK, W.G. (ed.). *Global climate change and agricultural production. Direct and indirect effects of changing hydrological, pedological and plant physiological processes*. FAO, Rome (Italy). Land and Water Development Div. 1996, cap. 4. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 11 Nov 2007.

ALLISON, E.H., ADGER, W.N., BADJECK, M-C., BROWN, K., CONWAY, D., DULVY, N.K., HALLS, A., PERRY, A., AND REYNOLDS, J.D. *Effects of climate change on the sustainability of capture and enhancement fisheries important to the poor: analysis of the vulnerability and adaptability of fisherfolk living in poverty*. Project No. R4778J. Final Technical Report, Fisheries Management Science Programme, MRAG/DFID, London. 2005, p. 164.

ANAND, S.; SEN, A. Human Development and Economic Sustainability. *World Development*, v. 28. n. 12, p. 2029-2049. 2000.

ANAND, S.; SEN, A. Human Development Index: Methodology and Measurement. In: FUKUDA-PARR; KUMAR, Eds. *Readings in Human Development: Concepts, Measures and Policies for a Development Paradigm*. Oxford University Press, New Delhi, 2004, p. 138-151.

ARNELL, N.W. Climate change and global water resources. *Global Environmental Change*, v. 9, p. 31-49, 1999.

ARNELL, N.W. Climate Change and Global Water Resources: SRES Emissions and Socio Economic Scenarios. *Global Environmental Change*, v.14, n.1, p. 31-52. 2004.

BAEDE, A. et al. The Climate System: an Overview. In: HOUGHTON, J.T.; DING, Y.; GRIGGS, D.J.; NOGUER, M.; VAN DER LINDEN, P.J. (eds.) IPCC. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, Contribution of Working Group I to the third assessment report of the IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2001, Cap. 1.

BAEZ, J.; SANTOS, I. *Children's Vulnerability to Weather Shocks: a Natural Disaster as a Natural Experiment*. unpublished manuscript, April, 2008. Disponível em: [http://student.maxwell.syr.edu/jebaez/My%20web%20site\(2\).htm](http://student.maxwell.syr.edu/jebaez/My%20web%20site(2).htm) Acesso em: 15 abril 2008.

BAGOLIN, Izete P. *Da renda às capacitações: analisando e avaliando o desenvolvimento humano*. 2005. Tese (Doutorado em Economia) – Programa de Pós Graduação em Economia, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

BALLESTER, F.; MICHELOZZI, P.; IÑIGUEZ, C. Weather, climate, and public health. *J. Epidemiol. Community Health*, v. 57, p. 759-760, 2003.

BARBOSA, P.; LIBERTA, G.; SCHMUCK, G. *The European Forest Fires Information System (EFFIS) results on the 2003 fire season in Portugal by the 20th of August*. Report 20030820, European Commission, Directorate General Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Land Management Unit, Ispra, 10 pp. 2003. Disponível em: <http://www.reliefweb.int/rw/RWB.NSF/db900SID/ACOS-64DFGG?OpenDocument> Acesso em: 7 agosto 2008.

BARNETT, J. (2003). Security and climate change. *Global Environmental Change*, v. 13, 7-17, 2003.

BARNETT, J.; ADGER, W. N. Climate change, human security and violent conflict. *Political Geography*, v. 26, p. 639-655, 2007.

BENISTON, M.; KELLER, F.; GOYETTE, S. Snow pack in the Swiss Alps under changing climatic conditions: an empirical approach for climate impact studies. *Theor. Appl. Climatol*, v. 74, p. 19-31. 2003.

BERRITTELLA, M.; BIGANOVA, A.; ROSON, R.; TOL, R.S.J. A general equilibrium analysis of climate change impacts on tourism. *Tourism Management*, v.27, p. 913–924. 2006.

BINDOFF, N.L et al. Observations: Oceanic Climate Change and Sea Level. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; ENHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR M.; MILLER, H.L. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007, cap. 5, p. 385-432.

BLACK, R.E et al. Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet*, v.371, p. 243–260, 2008.

BLAIR, Tony. *Africa up in smoke*. The second report on Africa and global warming from the Working Group on Climate Change and Development. 2005. Disponível em: <http://www.neweconomics.org/gen/uploads/xnny3smlohevwr45yxuycjmf06112006142633.pdf> Acesso em: 5 abr 2007.

BOEHMER-CHRISTIANSEN, Sonja. Britain and the Intergovernmental Panel on Climate Change: promoting research or managing change? *Environmental Management and Health*, v. 6, n. 5, p. 14 – 15, 1995

BRINKMAN, R.; SOMBROEK, W. The effects of global change on soil conditions in relation to plant growth and food production. In: BAZZAZ, F.A.; SOMBROEK, W.G. (ed.). *Global climate change and agricultural production. Direct and indirect effects of changing hydrological, pedological and plant physiological processes*. FAO, Rome (Italy). Land and Water Development Div, 1996. cap. 3. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 11 Nov 2007.

BRUCE, James. Intergovernmental Panel on Climate Change and the Role of Science in Policy. *ISUMA*. 2001 Disponível em: www.isuma.net Acesso em: 5 Agosto 2007

BURTON, I.; HUQ, S.; LIM, B.; PILIFOSOVA, O.; SCHIPPER, E.L. From impacts assessment to adaptation priorities: the shaping of adaptation policy. *Climate Policy*, v. 2, p. 145-159. 2002.

CAMPBELL-LENDRUM, D., PRUSS-USTUN, A.; CORVALAN, C. How much disease could climate change cause? In: MCMICHAEL, A.J., CAMPBELL-LENDRUM, D.; CORVALAN, C.; EBI, K.; GITHEKO, A.; SCHERAGA, J.; WOODWARD, A., *Climate Change and Human Health: Risk and Responses*. Eds. World Health Organization, Geneva, 2003, p. 133 – 159.

CARSON, C., HAJAT, S.; ARMSTRONG, B.; WILKINSON, P. Declining vulnerability to temperature-related mortality in London over the twentieth century. *Am. J. Epidemiol.*, v. 164, p. 77-84. 2006.

CARTER, T.R et al. New Assessment Methods and the Characterisation of Future Conditions. In: PARRY, M.L.; CANZIANI, O.F.; PALUTIKOF, J.P.; VAN DER LINDEN, P.J.; HANSON, C.E. Eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007, cap. 2, p 133-171.

CARTER, T.R et al. New Assessment Methods and the Characterisation of Future Conditions. In: PARRY, M.L.; CANZIANI, O.F.; PALUTIKOF, J.P.; VAN DER LINDEN, P.J.; HANSON, C.E. Eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007, cap. 2, p 133-171.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION – CDC. Morbidity Surveillance After Hurricane Katrina --- Arkansas, Louisiana, Mississippi, and Texas, September 2005. *MMWR*, v. 55, n. 26, p. 727-731, 2006.

CHAMBERS, R.; CONWAY, G. *Sustainable Rural Livelihoods: Practical Concepts for the 21st Century*. IDS Discussion Paper 296, Institute of Development Studies, Brighton. 1991.

CHAN, N.Y et al. An integrated assessment framework for climate change and infectious diseases. *Environmental Health Perspectives*, v. 107, p. 329–337, 1999.

CHAUDHURY, S.; GORE, J.; RAY, K. Impact of heat waves in India. *Curr. Sci*, v. 79, p.153-155, 2000.

CHECKLEY, W.; EPSTEIN, L.; GILMAN, R.; FIGUEROA, D.; CAMA, R.; PATZ J.; BLACK, R. Effects of El Nino and ambient temperature on hospital admissions for diarrheal diseases in Peruvian children. *Lancet*, v. 355, p. 442-450. 2000.

CHEW, L.; RAMDAS, K. *Caught in the storm: impact of natural disasters on women*. Global Fund for Women, San Francisco, 2005.

CLAUSSEN, E.; MCNEILLY, L. *Equity and Climate Change*, Pew Center, Arlington. 1998.

COMIM, F. Operatiozalizing Sen’s Capability Approach. 2001. In: CONFERENCE JUSTICE AND POVERTY: EXAMINING SEN’S CAPABILITY APPROACH. Cambridge 5-7 Jun. 2001.

COMIM, F. *Poverty & Environment Indicators*. Prepared for UNDP-UNEP, Capability and Sustainability Centre, Poverty and Environment Initiative. St Edmund’s College, Cambridge. March 2008

COMIM, F., BAGOLIN, I., AVILA, R., PORTO JÚNIOR, S.; PICOLOTTO, V. C. *Pobreza: da insuficiência de renda à privação de capacitações*. Uma aplicação para a cidade de Porto Alegre através de um indicador multidimensional. Pesquisa: Pobreza Multidimensional em Porto Alegre. 2006. Disponível em: <http://lproweb.procompa.com.br> . Acesso em: 14 fev 2008.

COMIM, F.; TSUTSUMI, R.; VAREA, A. Choosing Sustainable Consumption: A Capability Perspective on Indicators. *Journal of International Development*, v. 19, pp. 493–509, 2007.

CONFALONIERI, U et al. Human health. In: PARRY, M.L.; CANZIANI, O.F.; PALUTIKOF, J.P.; VAN DER LINDEN, P.J.; HANSON, C.E *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*,. Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007, cap. 8, p. 391-431.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, CBD. *Interlinkages Between Biological Diversity and Climate Change: Advice on the Integration of Biodiversity Considerations into the Implementation of the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto Protocol*, Technical series n. 10, p. 154, 2003. Montreal. Disponível em: www.biodiv.org/doc/publications/cbd-ts-10.pdf Acesso em: 15 jun 2007

DARWIN, R.; TSIGAS, M.; LEWANDROWSKI, J.; RANESES, A. *World Agriculture and Climate Change: Economic Adaptations*. Natural Resources and Environment Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. Washington, 1995. Disponível em: <http://ers.usda.gov/publications/aer703/> Acesso em: 9 set 2007.

DARWIN, Roy. Effects of greenhouse gas emissions on world agriculture, food consumption, and economic welfare. *Climatic Change*, v. 66, p. 191–238, 2004.

DASGUPTA, S, LAPLANTE, B., MEISNER, C., WHEELER, D., YAN, J. *The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis*. Policy Research Working Paper 4136. World Bank, Washington, DC. 2007. pp. 51.

DE BONO, A.; PEDUZZI, P.; GIULIANI, G., KLUSER, S. *Impacts of Summer 2003 Heat Wave in Europe*. Early Warning on Emerging Environmental Threats 2, UNEP: United Nations Environment Programme, Nairobi, 4 pp. 2004. Disponível em: <http://www.preventionweb.net/english/professional/publications/v.php?id=1145> Acesso em: 8 agosto 2008.

DENMAN, K.L et al. Couplings Between Changes in the Climate System and Biogeochemistry. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; ENHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR M.; MILLER, H.L. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007, cap. 7, p. 499-588.

DEPARTMENT OF HEALTH/HEALTH PROTECTION AGENCY. *Health Effects of Climate Change in the UK 2008: An update of the Department of Health Report 2001/2002*. 2008. Disponível em: <http://www.dh.gov.uk>. Acesso em: 18 Abril 2008.

DESSAI, Suraje. Heat stress and mortality in Lisbon Part II. An assessment of the potential impacts of climate change. *International Journal of Biometeorology*, v. 48, p. 37 – 44, 2003.

DOBSON, Andy. Monitoring global rates of biodiversity change: challenges that arise in meeting the Convention on Biological Diversity (CBD) 2010 goals. *Phil. Trans. R. Soc. B*, v. 360, p. 229–241, 2005.

DUARTE, R. *Seca, Pobreza e Políticas no Nordeste do Brasil*. Trabalho para discussão n.98 Recife: FJN, Instituto de Pesquisas Sociais, 2000.

DURAIAPPAH, A. K. *Explorar as ligações: o bem estar humano, a pobreza e os serviços dos ecossistemas*. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUA) e o Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (IIDS). 2005. Disponível em: <http://www.unep.org> . Acesso em: 09 de agosto de 2006

DURKIN, M.; KHAN, N.; DAVIDSON, L.; ZAMAN, S.; STEIN, Z. The effects of a natural disaster on child behaviour: evidence for posttraumatic stress. *Am J Public Health*, v. 83, p. 1549–53. 1993.

ELLIS, F. *Rural Livelihoods and Diversity in Developing Countries*. Oxford: Oxford University Press, 2000.

ELSASSER, H.; BURKI, R. Climate change as a threat to tourism in the Alps, *Climate Research*, v. 20, p. 253-257. 2002.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY – EEA, *Environmental indicators: Typology and overview*. Technical report n. 25. 1999. Disponível em: <http://reports.eea.europa.eu/TEC25/en> Acesso em: 5 set 2007.

FALKENMARK, M.; GALAZ, V. *Agriculture, Water and Ecosystems*. Swedish Water House Policy Brief Nr. 6. SIWI, 2007.

FIELD, C.B ET AL. North America. In: PARRY, M.L.; CANZIANI, O.F.; PALUTIKOF, J.P.; VAN DER LINDEN, P.J.; HANSON, C.E. Eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007, cap. 14, p 617-652.

FISCHER, G.; SHAH, M.; VELTHUIZEN, H. *Climate Change and Agricultural Vulnerability*. International Institute for Applied Systems Analysis. International Institute for Applied Systems Analysis. Viena: *Remaprint*. 2002. p.160. Disponível em: <http://www.iiasa.ac.at/Research>. Acesso em: 10 outubro 2007.

FISCHER, G.; TUBIELLO, F.; VELTHUIZEN, H.; WIBERG, D. Climate change impacts on irrigation water requirements: Effects of mitigation, 1990-2080. *Technol. Forecasting Social Change*, v. 74, p. 1083-1107, 2007.

FISCHER, G.; VELTHUIZEN, H.; SHAH, M., NACHTERGAELE, F. *Global Agro-ecological Assessment for Agriculture in the 21st Century: Methodology and Results*. International Institute for Applied Systems Analysis. *Remaprint*, Vienna. Jan, 2002.

FISCHLIN, A et al. Ecosystems, their properties, goods, and services. In: PARRY, M.L.; CANZIANI, O.F.; PALUTIKOF, J.P.; VAN DER LINDEN, P.J.; HANSON, C.E. Eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007, cap. 4, p 211-272.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. AQUASTAT database. 2006a. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/aquastat> Acesso em: 15 set 2007.

_____. *The State of Food Insecurity in the World*. 2006b. Rome.

_____. *Global Forest Resources Assessment 2005: Progress Towards Sustainable Forest Management*. FAO Forestry Paper 147. Rome. 2006c.

_____. Securing Food for a Growing World Population. In: UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME – WWAP. *Water for People - Water for Life*. The United Nations World Water Development Report 1. Parte III, capítulo 8, p. 189 – 223. 2003a. Disponível em:

http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr1/table_contents/index.shtml Acesso em: 4 agosto 2007.

_____. *Terrastat database*. 2003b. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/terrastat/#terrastatdb> Acesso em: 15 jul 2006.

_____. *The State of Food Insecurity in the World*. 2002. Rome.

FORSTER, P et al. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; ENHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR M.; MILLER, H.L. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007, cap. 2, p. 129-234.

FUKUDA-PARR. Rescuing the human development concept from the HDI: reflections on a new agenda. In: *Readings in Human Development: Concepts, Measures and Policies for a Development Paradigm*. FUKUDA-PARR; KUMAR, Eds., Oxford University Press, New Delhi, 2004, p. 117 - 124.

GALLUP, J.; SACHS, J. The Economic Burden of Malaria. *American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 64, n. 1, 2, p. 85–96, 2001.

GARADI, G., TWESIGYE-BAKWATSA, C. *Pilot Project on Poverty- Environment Mapping (Phase II) Poverty- Environment Indicators and Policy Options for Possible Intervention under the PRSP*, Final Report. UNDP, Republic of Rwanda, June, 2005.

GOSLING, S.; MCGREGOR, G.; PÁLDY, A. Climate change and heat-related mortality in six cities Part 1: model construction and validation. *Int J Biometeorol*, v. 51, p. 525–540, 2007.

GOUGH, C.; CASTELLS, N.; FUNTOWIEZ, S. Integrated Assessment: an emerging methodology for complex issues. *Environmental Modeling and Assessment*, v. 3, p. 19-29, 1998.

GOUVEIA, N.; HAJAT, S.; ARMSTRONG, B. Socioeconomic differentials in the temperature–mortality relationship in São Paulo, Brazil. *International Journal of Epidemiology*, v. 32, p. 390–397, 2003.

GUHA-SAPIR, D.; HARGITT, D.; HOYOIS, P. *Thirty Years Of Natural Disasters 1974-2003: The Numbers*. Presses universitaires de Louvain, Louvain-la-Neuve. Brussels, Belgium. 2004.

HAINESA, A.; KOVATSA, R.; CAMPBELL-LENDRUMB, D.; CORVALAN, C. Climate change and human health: Impacts, vulnerability and public health. *Public Health*, v. 120, p. 585–596, 2006.

HAJAT, S et al. Impact of high temperatures on mortality: is there an added “heat wave” effect? *Epidemiology*, v, 17, p. 632-638. 2006.

HALES et al. Potential effect of population and climates change models on global distribution of dengue fever: an empirical model. *Lancet*, v. 360, pp. 830 - 834. 2002

HALES, S.; DE WET, N.; MAINDONALD, J.; WOODWARD, A. Potential effect of population and climates change models on global distribution of dengue fever: an empirical model. *Lancet*, v. 360, p. 830 - 834. 2002

HAMILTON, J.M.; MADDISON, D.J.; TOL, R.S.J. Climate change and international tourism: a simulation study. *Global Environmental Change*. v.15, n. 3, pp. 253–66. 2005.

HANSEN, James et al. *Climate Variability and the Millennium Development Goal Hunger Target*. International Research Institute for Climate Prediction. The Earth Institute of Columbia University Palisades, New York. IRI Technical Report No. 04-04 2004. Disponível em: www.earthscience.org/r1/ES16228/iriclimatag.pdf Acesso em: 7 fev 2008.

HARE, B.; MEINSHAUSEN, M. How much warming are we committed to and how much can be avoided? *Climate Change*, v. 75, n. 1-2, pp. 111-149, 2006.

HEGERL, G.C et al. Understanding and Attributing Climate Change. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; ENHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR M.; MILLER, H.L. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007, cap. 9, p. 663-746.

HEMON, D., JOUGLA, E. La canicule du mois d'aout 2003 en France [The heatwave in France in August 2003]. *Rev. Epidemiol. Santé*, v. 52, p. 3-5, 2004.

HOPP, M.J.; FOLEY, J.A. Worldwide fluctuations in dengue fever cases related to climate variability. *Climate Res*, v. 25, p. 85-94, 2003.

HUNTER, P.R. Climate change and waterborne and vector-borne disease. *Journal of Applied Microbiology*, v. 94, p. 37-46, 2003.

HUQ, S.; REID, H.; MURRAY, L. *Climate Change and Development Links*. Gatekeeper Series nº 123 International Institute for Environment and Development IIED. 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios sobre Segurança Alimentar – PNAD - 2004. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2004/suplalime_nlar2004/supl_alimentar2004.pdf. Acesso em: 20 de setembro de 2006.

INSTITUTO BROOKINGS. *New Orleans After the Storm: Lessons from the Past, a Plan for the Future*. Washington. 2005. Disponível em: <http://www.brookings.edu/reports/2005/10metropolitanpolicy.aspx> Acesso em: 28 abril 2008.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Statistics Division. *CO2 Emissions from Fuel Combustion* (2006 edition). Paris: IEA. 2006. Disponível em: <http://data.iea.org/ieastore/default.asp> Acesso em: 30 jan 2007.

IPCC. *Climate Change 2001: Synthesis Report*, R.T. Watson (ed.), Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2001a.

_____. Technical Summary. In: MCCARTHY, J.; CANZIANI, O.; LEARY, N.; DOKKEN, D.; WHITE, K. *Climate Change 2001: Impact, adaptation, and Vulnerability*, A Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 2001b.

_____. Summary for Policymakers. In: MCCARTHY, J.; CANZIANI, O.; LEARY, N.; DOKKEN, D.; WHITE, K. *Climate Change 2001: Impact, adaptation, and Vulnerability*, A Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 2001c.

_____. Summary for Policymakers. In: PARRY, M.L.; CANZIANI, O.F.; PALUTIKOF, J.P.; VAN DER LINDEN, P.J.; HANSON, C.E. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007a. p. 7-22.

_____. Summary for Policymakers. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; ENHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR M.; MILLER, H.L. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007b. p. 2-18.

_____. Summary for Policymakers. In: METZ, B.; DAVIDSON, O.R.; BOSCH, P.R.; DAVE, R.; MEYER, L.A. (Eds). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007c.

JENNY, A.; EGAL, F. *Household Food Security and Nutrition in Mountain Areas: an often Forgotten Story*. Nutrition Programmes Service, FAO-ESNP. Disponível em: http://www.fao.org/mnts/other_docs_en.asp Acesso em: 15 maio 2008.

JONES, R. An Environmental Risk Assessment/Management Framework for Climate Change Impact Assessments. *Natural Hazards*, v. 23, p. 197–230, 2001.

KINNEY, Patrick et al. Approaches for estimating effects of climate change on heat-related deaths: challenges and opportunities. *Environmental science & policy*, v. 11, p. 87 – 96. 2008.

KOVATS, R.S et al. Early effects of climate change: do they include changes in vector borne diseases? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 356, 1057 1068. 2001.

KUNDZEWICZ, Z.W et al. Freshwater resources and their management. In: PARRY, M.L.; CANZIANI, O.F.; PALUTIKOF, J.P.; VAN DER LINDEN, P.J.; HANSON, C.E. Eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007, cap. 3, p 173-210.

KUNII, O., NAKAMURA, S., ABDUR R., WAKAI, S. The impact on health and risk factors of the diarrhea epidemics in the 1998 Bangladesh floods. *Public Health*, v. 116, p. 68-74, 2002.

LAMAR, Joe. Mortality in North Korea rises by 40% in seven years. *BMJ*, v. 323, p. 1272, 2001.

LE TREUT, H et al. Historical Overview of Climate Change. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; ENHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR M.; MILLER, H.L. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007, cap. 1, p. 93-128.

LEMKE, P et al. Observations: Changes in Snow, Ice and Frozen Ground. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; ENHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR M.; MILLER, H.L. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007, Cap. 4, p. 337-384.

LEROUX, Marcel. *Global Warming — Myth or Reality? The Erring Ways of Climatology*. Springer Berlin Heidelberg. Series: Springer Praxis Books. Subseries: Environmental Sciences. 2005.

MAGALHÃES, Sales Reginaldo. *A Nova Economia do Desenvolvimento Local*. Conferência da Work and Labour Network, Ríó de Janeiro 23 y 24 de novembro de 2000. Disponível em: www.redsolidaria.com.br Acesso em: 5 de Novembro de 2006.

MAILLARD, JC.; GONZALEZ, JP. *Biodiversity and Emerging Diseases*. Annals New Academy of Sciences, v. 1081, p. 1-16, 2006.

MALCOLM, J.R.; LIU, C.; NEILSON, R.P.; HANSEN, L.; HANNAH, L. Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conservation Biology*, v. 20, n. 2, p. 538-548, 2006.

MALCOLM, J.R.; LIU, C.; NEILSON, R.P.; HANSEN, L.; HANNAH, L. Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conservation Biology*, v. 20, n. 2, p. 538-548, 2006.

MALCOLM, L.; HUNTER, J.R. climate change and moving species: furthering the debate on assisted colonization. *Conservation Biology*, v. 21, n. 5, p. 1356 – 1358, 2007.

MARTENS, P et al. Climate change and future populations at risk of malaria. *Global Environmental Change*, v. 9, p. S89 - S107, 1999.

MARTENS, P.; MCMICHAEL, A. Vector-borne diseases, development and climate change: An editorial comment. *Integrated Assessment*, v. 2, p. 171–172, 2001.

MARTENS, W. J et al. Potential impacts of global climate change on malaria risk. *Environmental Health Perspectives*, v. 103, n. 5, p. 458–464, 1995a.

MARTENS, W. J et al. Climate change and vector-borne diseases: A global modeling perspective. *Global Environmental Change*, v. 5, n. 3, p. 195–209. 1995b.

MARTINETTI, Enrica. A Multidimensional assessment of well-being based on Sen's functioning approach. *Rivista Internazionale di Scienze Sociali, Milano*, CVIII, n. 2, p. 207–39, 2000.

MARTÍNEZ, M.L.; INTRALAWAN, A.; VÁZQUEZ, G, PÉREZ-MAQUEO, O.; SUTTON, P.; LANDGRAVE, R. The coasts of our world: Ecological, economic and social importance. *Ecological Economics*, v. 63, p. 254 – 271. 2007.

MCLEMAN, R.; SMIT, B. Migration as an Adaptation to Climate Change. *Climatic Change*, v. 76, 31–53, 2006.

MCMICHAEL, A et al. Human health. In: MCCARTHY, J.; CANZIANI, O.; LEARY, N.; DOKKEN, D.; WHITE, K. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2001, cap. 9, p. 451 – 485.

MCMICHAEL, A.J., CAMPBELL-LENDRUM, D., CORVALAN, C., EBI, K., GITHEKO, A., SCHERAGA, J., WOODWARD, A., *Climate Change and Human Health: Risk and Responses*. Eds. World Health Organization, Geneva, 2003. p. 333.

McMICHAEL, Anthony et al. Global Climate Change. In: EZZATI, M.; LOPEZ, A.; RODGERS, A.; MURRAY, C. *Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors*. World Health Organization, Geneva, Eds. Vol. 2. 2004, cap. 20, p. 1543–1649.

MEEHL, G.A et al. Global Climate Projections. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; ENHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR M.; MILLER, H.L. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007, cap. 10, p. 747–846.

MEINSHAUSEN, M. *Stylized Emission Path*. Prepared for the Human Development Report 2007/2008. United Nations Development Programme. New York, 2007 Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2007-2008/papers/> Acesso em: 15 jul 2008.

MENDELSON, R.; BASIST, A.; KURUKULASURIYA, P.; DINAR, A. Climate and Rural Income. *Climatic Change*, v. 81, p. 101–118, 2007.

MENDELSON, R.; DINAR, A.; WILLIAMS, L. The distributional impact of climate change on rich and poor countries. *Environment and Development Economics*, v.11, p. 159–178, 2006.

MENDONÇA, M. J. C., SEROA DA MOTTA, R. Saúde e Saneamento no Brasil. Texto para discussão n.1081. Rio de Janeiro: IPEA, 2005.

METZ, Bert. International Equity in Climate Policy. *Integrated Assessment*. v. 1, p. 111 – 126, 2000.

MEZE-HAUSKEN, Elisabeth. Migration caused by climate change: how vulnerable are people in dryland areas? A Case-study in Northern Ethiopia. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 5, p. 379–406, 2000.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA). *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. World Resources Institute, Washington D.C.: Island Press 2003.

_____. *Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC: Island Press 2005a.

_____. *Ecosystems and Human Well-being: Policy Responses*, v. 3. World Resources Institute, Washington, DC: Island Press 2005b.

MILLER, K.; YATES, D. *Climate change and water resources: a primer for municipal water providers*. Awwa Research Foundation. U.S.A. 2005.

MINISTERIO DE SAÚDE. Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS). Morbidade Hospitalar do SUS por local de internação, e residência. Tabulação em âmbito regional, período de 1998-2004. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/miuf.def>. Acesso em: 28 jun 2008

NAJAM, A.; RAHMAN, A. A.; HUQ, S.; SOKONA, Y. *Integrating sustainable development into the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Climate Change and Sustainable Development: Some Issues. 2003, p. 39-40

NARAYAN, D.; PATEL, R.; SCHAFFT, K.; RADEMACHER, A.; KOCH-SCHULTE, S. *Voices of the Poor: Can Anyone Hear Us?* New York, N.Y. World Bank, Oxford University Press. 2000.

NICHOLLS, R.J. Coastal flooding and wetland loss in the 21st Century: Changes under the SRES climate and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*, v.14, p. 69-86, 2004.

NÖGES, Peeter. *et al.* Impact of climatic variability on parameters used in typology and ecological quality assessment of surface waters—implications on the Water Framework Directive. *Hydrobiologia*, v. 584, p. 373–379. 2007.

NUSSBAUM, Martha C. Capabilities as fundamental entitlements: Sen and social justice. *Feminist Economics*, London, v. 9, n. 2-3, p. 33-59, 2003.

O'BRIEN, K.; ERIKSEN, S., SCHJOLDEN, A.; NYGAARD, L. *What's in a word? Conflicting interpretations of vulnerability in climate change research*. CICERO Working Paper, v. 04, p. 16. 2004.

OKI, T.; KANAE, S. Global Hydrological Cycles and World Water Resources. *Science*, v. 313, p. 1068 – 1072, 2006.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD, *The DAC Guidelines: Integrating the Rio Conventions into Development Co-operation*. Paris, 2002. Disponível em: www.oecd.org/dataoecd/49/2/1960098.pdf Acesso em: 5 Agosto 2007

PACHAURI, Rajendra K. *16 Years of Scientific Assessment in Support of the Climate Convention*. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2004. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/about/index.htm> Acesso em: 13 jul 2007.

PARRY et al. Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*. v. 14, pp. 53–67. 2004.

PARRY, M.; ROSENZWEIG, C.; IGLESIAS, A.; FISCHER, G.; LIVERMORE, M. Climate change and world food security: a new assessment. *Global Environmental Change*, v. 9, p.51-68, 1999.

PATZ, J et al. Climate change and infectious diseases. In: MCMICHAEL, A.J., CAMPBELL-LENDRUM, D.; CORVALAN, C.; EBI, K.; GITHEKO, A.; SCHERAGA, J.; WOODWARD, A. *Climate Change and Human Health: Risk and Responses*. Eds. World Health Organization, Geneva, 2003, cap. 6, p. 103 – 132.

PATZ, J.; OLSON, S. Malaria risk and temperature: Influences from global climate change and local land use practices. *PNAS*, v. 103, n. 15, p. 5635–5636, 2006.

PATZ, Jonathan et al. Impact of regional climate change on human health. *Nature*, v. 438, n.17, 2005.

PATZ, Jonathan. A human disease indicator for the effects of recent global climate change. *PNAS*, v. 99, n. 20, p. 12506–12508, 2002.

PERCH-NIELSEN, S.L.; BÄTTIG, M.B.; IMBODEN, D. Exploring the link between climate change and migration. *Climatic Change*. Springer Netherlands. DOI 10.1007/s10584-008-9416-y. 2008.

PICHS, R.; SWART, R.; LEARY, N.; ORMOND, F. *Development, Sustainability and Equity: Proceeding of the second IPCC expert meeting on DES*. Havana: IPCC, 2000. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/supporting-material.htm> Acesso em: 18 jun 2007.

POVEDA, G.; ROJAS, W.; QUIÑONES, M.; VÉLEZ, I.; MANTILLA, R.; RUIZ, D.; ZULUAGA, J.; RUA, G. Coupling between Annual and ENSO Timescales in the Malaria–Climate Association in Colombia. *Environmental Health Perspectives*, v. 109, n. 5. p. 489 – 493. 2001

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). *Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008: Combater as alterações climáticas: Solidariedade humana num mundo dividido*. 2007. Disponível em: www.pnud.br. Acesso em: 30 nov. 2007.

_____. *Relatório de Desenvolvimento Humano 2006: A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água*. 2006. Disponível em: www.pnud.br. Acesso em: 30 nov. 2007.

_____. *Relatório de Desenvolvimento Humano 2005: Cooperação Internacional Numa Encruzilhada*. Disponível em: www.pnud.br. Acesso em: 30 jul. 2007.

_____. *Reducing Disaster Risk: a Challenge for Development*. 2004. Disponível em: www.undp.org. Acesso em: 15 jan 2008.

PROJETO DO MILÊNIO DAS NAÇÕES UNIDAS 2005. *Investindo no Desenvolvimento: Um plano prático para atingir os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio*. Visão Geral. Nova Iorque. 2005.

PUTNAM, John. *Comunidade e democracia: a experiência da Itália moderna*. Rio de Janeiro: FGV, 1996.

RAMASWAMY, V et al. Radiative Forcing of Climate Change. In: HOUGHTON, J.T.; DING, Y.; GRIGGS, D.J.; NOGUER, M.; VAN DER LINDEN, P.J. (eds.) IPCC. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, Contribution of Working Group I to the third assessment report of the IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2001, cap. 6.

REID, H.; MACGREGOR, J.; SAHLÉN, L.; STAGE, J. *Counting the cost of climate change in Namibia*. International Institute for Environment and Development (IIED). Sustainable Development Opinion Papers, 17026IIED. 2007. Disponível em: <http://www.iied.org>. Acesso em: 15 Abril 2008.

REILLY, J et al. Global economic effects of changes in crops, pasture, and forests due to changing climate, carbon dioxide, and ozone. *Energy Policy*, v. 35, p. 5370–5383, 2007.

REPUBLIC OF RWANDA. Ministry of Finance and Economic Planning. *Poverty Reduction Strategy: Annual Progress Report*. Kigali, 2005.

_____. Ministry of Finance and Economic Planning. *Rwanda Development Indicators*. 7. ed. Kigali, 2004.

_____. Ministry of Finance and Economic Planning. *Integrated Household Living Conditions Survey*. Statistic Department. 2002.

RODO, X.; PASCUAL, M.; FUCHS, G.; FARUQUE, A. ENSO and cholera: A nonstationary link related to climate change? *PNAS*, v. 99, n. 20, p. 12901–12906, 2002.

ROSENTHAL, J.; KINNEY, P.; KNOWLTON, K.; FREEMAN, J. *Assessing Potential Public Health and Air Quality Impacts of Changing Climate and Land Use in Metropolitan New York: A Study by the New York Climate & Health Project*. The Earth Institute at Columbia University. Columbia University Mailman School of Public Health. New York Climate &

Health Project. 2004. Disponível em: <http://www.earthinstitute.columbia.edu/events/2004/nycch.htm> Acesso em: 20 maio 2008.

ROTHMAN, B.; ROBINSON, J. Growing Pains: A Conceptual Framework for Considering Integrated Assessments. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 46, p. 23-43, 1997.

SCHOLZE, M.; KNORR, W.; ARNELL, N.; PRENTICE, I. A climate change risk analysis for world ecosystems. *P. Natl. Acad. Sci. USA*, v. 103, p. 13116-13120, 2006.

SCHUBERT, R et al. *Climate Change as a Security Risk*. German Advisory Council on Global Change (WBGU), Earthscan, UK, USA. 2008. Disponível em: http://www.wbgu.de/wbgu_jg2007_engl.html Acesso em: 14 jun 2008.

SEN, Amartya K. ¿Por qué la equidad en salud? *Revista Panamericana de Salud Pública.*, v. 11, n. 5-6, p. 302-309. 2002. Disponível em: <http://www.scielosp.org> Acesso em: 30 Maio 2008.

_____. *Desigualdade reexaminada*. Rio de Janeiro: Record, 2001

_____. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

_____. Development as capability expansion. In: . FUKUDA-PARR; KUMAR, Eds. *Readings in Human Development: Concepts, Measures and Policies for a Development Paradigm* Oxford University Press, New Delhi, 2004.

_____. *Commodities and Capabilities*. Amsterdam: North holland, 1985.

_____. *Resource, values and development*. Oxford: Basil Blackwell, 1984

_____. Development: Which Way Now? *The Economic Journal*, v. 93, n. 372, p. 745-762, 1983.

SEN, Amartya.; DRÈZE, Jean. *The Political Economy of Hunger: Volume 1: Entitlement and Well-being*. Oxford: Oxford University Press, 1991.

SEO, S. N.; MENDELSON, R. *The Impact of Climate Change on Livestock Management in Africa: A Structural Ricardian Analysis*. Draft to American Economic Review, World Bank. 2005. Disponível em: <http://econ.worldbank.org> Acesso em: 13 maio 2008.

SMIT, B et al. Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity. In: MCCARTHY, J.; CANZIANI, O.; LEARY, N.; DOKKEN, D.; WHITE, K. *Climate Change 2001: Impact, adaptation, and Vulnerability*, A Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 2001, cap. 18, p. 877 – 912.

SMIT, B., WANDEL, J., 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, v. 16, n. 3, p. 282–292.

SMIT, B.; BURTON, I.; KLEIN, R.; WANDEL, J. An anatomy of adaptation to climate change and variability. *Climatic Change*, v. 45, p. 223–251. 2000.

SOMBROEK, W.; GOMMES, R. The climate change - Agriculture conundrum. In: BAZZAZ, F.A.; SOMBROEK, W.G. (ed.). *Global climate change and agricultural production. Direct and indirect effects of changing hydrological, pedological and plant physiological processes*. FAO, Rome (Italy). Land and Water Development Div, 1996, cap. 1. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 11 Nov 2007

SPERLING, F. *Poverty and Climate Change: Reducing the vulnerability of the poor through adaptation*. World Bank, Washington. 2003.

STERN, Nicholas. *Stern Review on the Economics of Climate Change*. Cambridge University Press. 2006.

STREETEN, Paul Patrick. Human Development: Means and Ends. *The Pakistan Development Review*. v, 34, n. 4, pp. 333–372. 1995.

STREETEN, Paul Patrick. *Thinking about development*. Cambridge University Press, 1995.

THE UNITED NATIONS CHILDREN’S FUND – UNICEF. *Our climate, our children, our responsibility: The implications of climate change for the world’s children*. UK. 2008. Disponível em: http://www.unicef.org.uk/campaigns/campaign_sub_pages.asp?page=91&thesource=pa_report_email Acesso em: 15 Agosto 2008.

_____. *The State Of The World’s Children: Excluded and Invisible*. New York. 2005.

_____. *The State Of The World’s Children: Women and Children the Double Dividend of Gender Equality*. New York. 2006.

THOMAS, C.D et al. Extinction risk from climate change. *Nature*, v. 427, n. 6970, p. 145-148, 2004.

THUILLER, W.; RICHARDSON, D.; MIDGLEY, G. Will Climate Change Promote Alien Plant Invasions? *Ecological Studies*, v. 193, p. 197 – 211. 2007.

TODD, G. Climate Change and Tourism. In: PROCEEDINGS OF THE 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON CLIMATE CHANGE AND TOURISM. World Tourism Organization. Tunisia, 9-11 April 2003, p. 17-55.

TOL et al., Distributional aspects of climate change impacts. *Global Environmental Change*. v. 14, pp. 259–272. 2004.

TOL, R.S.J.; DOWLATABADI, H. Vector-borne diseases, development & climate change. *Integrated Assessment*. v. 2, p.173–181, 2001.

TOMLINSON, R. Malnutrition grips North Korea. *BMJ*, v. 314, p. 1147. 1997.

TRAVIS, J. M. J. Climate change and habitat destruction: a deadly anthropogenic cocktail. *Proc. R. Soc. Lond. B*, v. 270, p. 467–473, 2003.

TRENBERTH, K.E et al. Observations: Atmospheric Surface and Climate Change. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; ENHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR M.; MILLER, H.L. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007, cap. 3, p. 235-336.

TURNER II, B.L et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. v. 100, n. 14, p. 8074–8079. 2003.

UL HAQ, Mahbub. *Reflections on Human development*. Oxford University Press. Delhi, 1999.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME- UNEP/GRID-Arendal, *Greenhouse effect*, UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library, 2002, Disponível em: http://maps.grida.no/go/graphic/greenhouse_effect Acesso em: 31 Agosto 2008

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME, GOVERNMENT OF RWANDA. *Pilot Integrated Ecosystem Assessment of Bugesera*. Poverty and Environment Initiative Project (PEI). Republic of Rwanda, jan, 2007. Disponível em: www.unpei.org Acesso em: 15 fev 2008

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *The Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer*. Nairobi, Nov 2001. Disponível em: <http://www.unep.org/ozone> Acesso em: 15 jul 2007

UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME – WWAP. *Water for People - Water for Life*. The United Nations World Water Development Report 1. 2003. Disponível em: http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr1/table_contents/index.shtml Acesso em: 4 agosto 2007.

UNITED NATIONS. *United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC. 1992, Disponível em: <http://www.unfccc.de/resource/convkp/conveng.pdf> Acesso em: 20 Agosto 2007.

UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN. Ecole de santé Publique. Centre For Research on the Epidemiology of Disasters. EM-DAT: *Emergency Events Database*. Louvain, 2007. Disponível em: <http://www.emdat.be/> Acesso em: 4 jul 2007.

VAN DE GEIJN, S.; GOUDRIAN, J. The effects of elevated CO₂ and temperature change on transpiration and crop water use. In: [BAZZAZ, F.A.](#); [SOMBROEK, W.G.](#) (ed.). *Global climate change and agricultural production. Direct and indirect effects of changing hydrological, pedological and plant physiological processes*. FAO, Rome (Italy). Land and Water Development Div, 1996, cap. 5. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 11 Nov 2007.

VAN LIESHOUT, M.; KOVATS, R.S.; LIVERMORE, M.T.J.; MARTENS, P. Climate change and malaria: analysis of the SRES climate and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*, v. 14, n.1, p. 87-99, 2004.

VANDENTORREN, S et al. Heat-related mortality: August 2003 Heat Wave in France: Risk Factors for Death of Elderly People Living at Home. *European Journal of Public Health*, v. 16, n. 6, p. 583–591, 2006.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.

VÖRÖSMARTY, C.J; GREEN, P.; SALISBURY, J.; LAMMERS, R. B. Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth. *Science*, v. 289, n. 5477, p. 284-288. 2000. Disponível em: <http://www.sciencemag.org>. Acesso em: 15 out 2007.

WARREN, R., ARNELL, N., NICHOLLS, R., LEVY, P., PRICE, J. *Understanding the regional impacts of climate change: research report prepared for the Stern Review on the Economics of Climate Change*. Tyndall Centre for Climate Change Research, Working Paper 90, University of East Anglia, Norwich, 2006. pp. 223. Disponível em: <http://www.tyndall.ac.uk>. Acesso em: 30 Maio 2008.

WILBANKS, T.J et al. Industry, settlement and society. In: PARRY, M.L.; CANZIANI, O.F.; PALUTIKOF, J.P.; VAN DER LINDEN, P.J.; HANSON, C.E. Eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007, cap. 7, p 357-390.

WOODWARD, A.; HALES, S.; WEINSTEIN, P. Climate change and human health in the Asia Pacific region: who will be most vulnerable? *Climate Research*, v. 11, p. 31–38, 1998.

WORLD BANK. *Linking Poverty Reduction and Environmental Management: policy challenges and opportunities*. Washington: The World Bank. 2002.

_____. *World Development Indicators – WDI*. 2006. Disponível em : <http://devdata.worldbank.org/wdi2006/contents/Section4.htm> Acesso em: 7 out 2007.

_____. *World Development Report 2000/2001: Attacking Poverty*. Oxford University Press, The World Bank: Washington, 2000.

_____. *World Development Report 2003: Sustainable Development in a Dynamic World*. The World Bank: Washington, DC. 2003

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT – WCED. (Brundtland Report). *Our Common Future*. Oxford University Press: Oxford. 1987

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. [Health topics](http://www.who.int/topics/en/). Geneva, 2008. Disponível em: <http://www.who.int/topics/en/> Acesso em: 15 Abr 2008.

_____. *Global Plan to Combat Neglected Tropical Diseases 2008–2015*. p.50. 2007. Disponível em: www.who.int/entity/neglected_diseases/resources/WHO_CDS_NTD_2007.1.pdf Acesso em: 15 jan 2008.

_____. *World malaria report 2005*. Geneva, 2005. Disponível em: <http://www.rbm.who.int/wmr2005/index.html> Acesso em: 18 Abr 2008.

WORLD RESOURCES INSTITUTE - WRI, *Earth Trends The environmental Information Portal. Climate and Atmosphere*. Washington, 2007. Disponível em: <http://earthtrends.wri.org/datatables/index.php?theme=3> Acesso em: 5 jul 2007

WORLD WIDE FUND FOR NATURE - WWF. *Living Planet Report 2006*. Gland, Switzerland. 2006.