

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CURSO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

ANA CLARA BACKES MARTINS

**RESPOSTAS À MUDANÇA CLIMÁTICA:
COOPERAÇÃO INTERNACIONAL E OS ESFORÇOS DE MITIGAÇÃO,
ADAPTAÇÃO E GEOENGENHARIA**

Porto Alegre

2009

ANA CLARA BACKES MARTINS

**RESPOSTAS À MUDANÇA CLIMÁTICA:
COOPERAÇÃO INTERNACIONAL E OS ESFORÇOS DE MITIGAÇÃO,
ADAPTAÇÃO E GEOENGENHARIA**

Monografia apresentada para a obtenção de
graduação em Relações Internacionais pela
Universidade Federal do Rio Grande do Sul –
UFRGS. Faculdade de Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Chaves Cepik

Porto Alegre

2009

ANA CLARA BACKES MARTINS

**RESPOSTAS À MUDANÇA CLIMÁTICA: COOPERAÇÃO INTERNACIONAL E OS
ESFORÇOS DE MITIGAÇÃO, ADAPTAÇÃO E GEOENGENHARIA**

Monografia apresentada para a obtenção de
graduação em Relações Internacionais pela
Universidade Federal do Rio Grande do Sul –
UFRGS. Faculdade de Ciências Econômicas.

Aprovada em _____ de _____ de -----.

MARCO AURÉLIO CHAVES CEPIK

BIBIANA GRAEFF CHAGAS PINTO

CARLOS ARTURI

Porto Alegre

2009

RESUMO

Poucos assuntos cresceram tanto em importância na última década quanto o do aquecimento global. Com a Conferência de Copenhague (COP15), que ocorrerá no mês de dezembro, o tópico consolidou-se no foco de líderes políticos, e não é mais assunto reservado exclusivamente a ambientalistas e cientistas. A cooperação internacional é central para a transformação das estruturas sociais e econômicas pela qual será preciso passar para responder efetivamente ao problema. Ao mesmo tempo, mesmo diante de evidências crescentes a respeito da mudança climática, a cooperação ainda é inferior ao que seria necessário para mitigar as mudanças climáticas. Assim, a pergunta principal do trabalho é a seguinte: por que, dada a seriedade da mudança climática, a resposta internacional ainda é insuficiente para contrariar esse fenômeno? Para responder a essa questão, a pesquisa abordou os três grupos possíveis de respostas ao aquecimento global: mitigação, adaptação e geoengenharia. A mitigação é a mais importante dessas respostas e diz respeito às técnicas de combate direto à fonte da mudança climática, visando à redução da emissão de Gases de Efeito Estufa. A adaptação engloba medidas que tornem os países e regiões, especialmente os mais pobres, mais resistentes aos impactos do aquecimento global. Já a geoengenharia, concentra-se nos efeitos do aquecimento global, com o desenvolvimento de tecnologias que resfriem artificialmente o planeta, mas sem atacar necessariamente as causas das mudanças climáticas.

Palavras-chave: Mudanças climáticas, cooperação internacional, mitigação, adaptação, geoengenharia, Protocolo de Kyoto, UNFCCC.

ABSTRACT

During the past decade, few subjects have grown so much in its relevance in international affairs as climate change. This year, with the Copenhagen Conference happening in December, the topic was consolidated in the agenda of global leaders and is no longer restricted to environmentalists and scientists. International cooperation is in the core of the necessary social and economic transformation practically every country will have to go through. At the same time, even in face of ever growing evidence regarding climate change, cooperation is still much below what would be the necessary level to mitigate these changes. Thus, the main question this paper wishes to answer is that of why, given the serious threats posed by climate change, is the international response still insufficient to counteract this phenomenon? To answer this question the research was focused on the three possible responses to global warming: mitigation, adaptation and geoengineering. Mitigation is the most important of these changes and is related to techniques that fight climate change in its source, with the objective of reducing the emission of greenhouse gases . Adaptation concerns measures that increase countries', especially developing ones, resilience to the impacts of climatic change. And geoengineering is concentrated in the effects of the phenomenon, with the development of technologies that artificially cool Earth, without necessarily attacking global warming's causes.

Keywords: Climate change, international cooperation, mitigation, adaptation, geoengineering, Kyoto Protocol, UNFCCC.

LISTA DE ACRÔNIMOS

AIE	Agencia Internacional de Energia
CFC	Clorofluorcarbono
COP	Conference of the Parties [Conferência das Partes]
DIA	Direito Internacional Ambiental
DIP	Direito Internacional Publico
ETS	Emissions Trading Schemes [Esquemas de Comércio de Emissões]
EUA	Estados Unidos da América
GEE	Gases de Efeito Estufa
IC	Implementação Conjunta
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MTI	Mudança Tecnológica Induzida
NAS	National Academy of Science [Academia Nacional de Ciências]
NCN	Núcleos de Condensação de Nuvens
OCDE	Organização para Cooperação do Desenvolvimento Econômico
ODA	Assistência Oficial de Desenvolvimento
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PANA	Programas de Ação Nacionais de Adaptação
PDDE&D	Pesquisa, Desenvolvimento, Demonstração, Emprego e Difusão de Tecnologias
PIB	Produto Interno Bruto
RCE	Redução Certificada de Emissões
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática
USD	United States Dollars [Dólares Americanos]

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Probabilidade (em porcentagem) de que um aumento de temperatura seja excedido dado um nível de equilíbrio de estabilização.....	29
Tabela 2 - Implicações do Protocolo de Montreal para os EUA em comparação com medidas unilaterais de proteção à camada de ozônio	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Possíveis Impactos do Aquecimento	26
Figura 2 – Gráfico Cumulative Emissions: 1850-2004 CO ₂ from Energy Use	32
Figura 3 - Emissões de GEE por país: hoje e em 2030.	33
Figura 4 – Gráfico Emissões de GEE por setor em 2004.....	41

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	17
1.1 Definições Científicas e Previsões sobre o Aquecimento Global	18
1.1.1 O efeito estufa e feedbacks do sistema climático	18
1.1.2 Os Gases do Efeito Estufa (GEE) e suas conseqüências	21
1.1.3 Mudanças no Clima	23
1.1.4 Impactos das mudanças climáticas	25
1.2 Riscos e Incerteza	28
1.3 Implicações políticas e econômicas das mudanças climáticas	31
2 MITIGAÇÃO E COOPERAÇÃO INTERNACIONAL.....	36
2.1 Apresentação.....	36
2.2 Variáveis que afetam as políticas de Mitigação	38
2.2.1 Os objetivos	38
2.2.2 As atividades emissoras e o potencial de mitigação.....	41
2.2.2.1. O setor energético	41
2.2.2.2 O setor de transportes	43
2.2.2.3.O setor de construções	44
2.2.2.4 O setor Industrial	45
2.2.2.5. A agricultura	46
2.2.2.6. O desflorestamento	47
2.2.3. Barreiras e oportunidades de mitigação	48
2.2.3.1. O papel da tecnologia.	48
2.2.3.2. A relação com a economia.....	48
2.2.3.4. O papel do Estado e de Governos.....	50
2.2.3.5 Os indivíduos.....	51
2.3 Esforços de Cooperação Internacional.....	52
2.3.1 O Direito Internacional Ambiental e a Mudança Climática.....	52
2.3.2 O Protocolo de Montreal	53
2.3.3. A UNFCCC	58
2.3.4. Protocolo de Kyoto.....	59

2.3.4.1 O Kyoto e Montreal.....59

2.3.4.2. Os mecanismos de Kyoto	61
2.3.3 As limitações do Protocolo de Kyoto	64
3 MEDIDAS COMPLEMENTARES À MITIGAÇÃO.....	67
3.1 Adaptação.....	68
3.1.1 Vulnerabilidades.....	69
3.1.2 Financiamento e Políticas de Adaptação	73
3.1.3 Cooperação Internacional	76
3.2 Geoengenharia.....	78
3.2.1. Uma Breve História.....	78
3.2.2 Definição e propostas de geoengenharia	79
3.2.3 Governança da Geoengenharia.....	84
CONCLUSÃO.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS	107

INTRODUÇÃO

Assim como para Camus não há problema mais sério do que o do suicídio, pode-se dizer que em Relações Internacionais não existem problemas mais sérios do que aqueles que ameaçam a continuidade do planeta; ou da espécie humana e da civilização. O pensador argelino argumenta que, diante do suicídio, qualquer outra investigação filosófica torna-se fútil. Saber se é o Sol que gira em torno da Terra ou o contrário torna-se profundamente indiferente diante de problemas essenciais: aqueles que fariam alguém se dispor a morrer e aqueles que fariam alguém perder ou multiplicar sua vontade de viver. Da mesma maneira, temas como a influência do pensamento religioso na formação da política externa estadunidense, ainda que bastante importantes para a compreensão do mundo em que vivemos, perdem relevância em face de questões determinantes do futuro da humanidade e da Terra como um todo.

A possibilidade de um holocausto nuclear e a destruição mútua assegurada, além de haver marcado o comportamento de gerações e influenciado algumas das criações artísticas mais importantes do período da Guerra Fria, marcou decisivamente o pensamento em Política Internacional. Autores realistas, de Morgenthau a Mearsheimer, desenvolveram suas teorias diretamente influenciados pela Guerra Fria, e pela possibilidade única que se iniciou naquele período: a de que o homem poderia destruir a civilização, e até mesmo a vida no planeta. Os próprios riscos apresentados pela destruição mútua assegurada e pelo grande poder de destruição dos dois principais competidores impediram que se desenvolvesse um conflito direto entre Estados Unidos e União Soviética (JERVIS, 1985).

O aquecimento global tem em comum com a questão nuclear o fato de que ele também pode levar à extinção do mundo tal qual o conhecemos. A mudança climática desimpedida dificilmente levará à extinção da humanidade ou ao fim da vida na Terra, mas o cenário de um planeta alguns graus mais quente é certamente diferente do atual. Assim como o cenário de um planeta em que esse aquecimento é amplamente mitigado será certamente diferente do atual.

Na última década, poucos assuntos cresceram tanto em importância quanto o do aquecimento global. Neste ano, com a Conferência de Copenhague (COP15), que ocorrerá no mês de dezembro, o tópico consolidou-se no foco de líderes políticos como os presidentes Lula, Obama e Sarkozy (ver Forum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2009; OBAMA, 2009; e Présidence de La République, 2009), e não é mais assunto reservado exclusivamente a

ambientalistas e cientistas. O crescimento da importância política do tema certamente foi impulsionado pela relevância obtida em termos de opinião pública: atualmente, uma média de 63% da população de uma série de países industrializados e em desenvolvimento acredita que seus governos não estão trabalhando o suficiente para combater o aquecimento global (BANCO MUNDIAL, 2009).

Um dos fatores que mais influenciam essa virada no tratamento do problema é a idéia de que o aquecimento global já está causando impactos ao redor do planeta (BANCO MUNDIAL, 2009), e que, ao mesmo tempo, as ações tomadas até o momento são insuficientes para responder a essa questão. Ademais, há o temor de que o aquecimento global possa destruir o mundo tal qual o conhecemos, e esse temor é agravado pela sensação de responsabilidade pelos danos causados (THOMPSON, 2009). Durante a Guerra Fria, os riscos oferecidos pela possibilidade de uma hecatombe nuclear foram suficientes para impedir que a primeira bomba nuclear fosse lançada entre EUA e URSS. O aquecimento global, no entanto, já está ocorrendo (BERNSTEIN et al., 2007). E para impedi-lo, as estruturas sociais e econômicas de praticamente todos os países deverão passar por uma verdadeira revolução (MEADOWCROFT, 2009).

A cooperação internacional é central para essa transformação, em primeiro lugar porque, sendo a mudança climática um fenômeno mundial, deve ser respondida internacionalmente, garantindo que todos os Estados, ou pelo menos a grande maioria, estejam empenhados em minimizá-la. Em segundo lugar, a cooperação internacional é central para que as respostas às mudanças climáticas sejam mais eficientes e eficazes, pois apenas esforços de cooperação poderão garantir o pleno intercâmbio tecnológico, a minimização dos custos e o desenvolvimento sustentável das nações emergentes.

Como cooperação internacional, será utilizado o conceito apresentado por Grieco (1990) e desenvolvido por Keohane (1989): “o ajuste voluntário das políticas de determinados Estados, para que eles administrem suas diferenças e atinjam algum benefício mútuo¹” (GRIECO, 1990. Pg. 22). Assim, o estudo de cooperação internacional empreendido neste trabalho não será focado nos motivos gerais da cooperação entre Estados, tampouco na impossibilidade de haver cooperação entre nações. A cooperação internacional abordada aqui será relativa às políticas relacionadas às mudanças climáticas, e o enfoque principal será nos tipos de políticas e nas particularidades que o aquecimento global impõe a sua formulação.

¹ No original: *the voluntary adjustment by states of their policies so that they manage their differences and reach some mutually beneficial outcome.*

Outro aspecto central deste trabalho é a tentativa de apresentar alguns fatos sobre o fenômeno das mudanças climáticas, especialmente sobre os seus impactos físicos e econômicos, que vão além das questões estritas de cooperação internacional e de políticas de combate ao aquecimento global. Apesar de resultar em um estudo muito mais amplo, essa escolha foi feita baseada na percepção de que as descobertas científicas sobre o fenômeno climático são essenciais para a compreensão dos aspectos políticos relacionados a esse tema, influenciando necessariamente qualquer política efetiva a esse respeito. Ademais, percebe-se que o tema ainda é objeto de grande controvérsia. Sua extensão, e mesmo sua veracidade, é freqüentemente contestada pelo meio não-acadêmico, e pode ser atribuída, diante das pesquisas mais recentes, a um lapso informativo entre a comunidade científica e o público geral. Como fonte para os temas científicos da mudança climática, foi utilizado principalmente o Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), de 2007, extenso documento, objeto de consenso de mais de 3000 cientistas (IPCC), cujas posições são consideradas bastante moderadas (VICTOR, 2008).

A pergunta principal do trabalho é a seguinte: por que, dada a seriedade da mudança climática, a resposta internacional ainda é insuficiente para contrariar esse fenômeno? Para responder a essa questão, a pesquisa abordou os três grupos possíveis de resposta ao aquecimento global: mitigação, adaptação e geoengenharia.

A mitigação diz respeito às técnicas de combate direto à fonte da mudança climática, visando à redução da emissão de Gases de Efeito Estufa. A adaptação engloba medidas que tornem os países e regiões, especialmente os mais pobres, mais resistentes aos impactos do aquecimento global, diminuindo os danos causados pelas mudanças no clima. Já a geoengenharia, um conceito ainda pouco explorado e a respeito do qual ainda restam diversas dúvidas, concentra-se nos efeitos do aquecimento global, com o desenvolvimento de tecnologias que resfriem artificialmente o planeta, mas sem atacar necessariamente as causas das mudanças climáticas.

O próximo capítulo apresenta as bases da ciência da mudança do clima e discute as implicações econômicas e sociais desse fenômeno. O capítulo seguinte aborda a mitigação, política que deve ser central em qualquer regime climático internacional. Apresentam-se os diferentes setores econômicos envolvidos na mitigação, bem como o papel de determinados segmentos da sociedade. Por fim, analisam-se os principais esforços de cooperação internacional relativa a esse tema. O terceiro capítulo irá tratar das respostas alternativas, e ao mesmo tempo complementares, à mitigação: a adaptação e a geoengenharia. Em relação à

adaptação discute-se a ascensão do tema como medida essencial de resposta à mudança climática, sua relação importante com as dificuldades dos países em desenvolvimento, e sua crescente inclusão nos mecanismos internacionais. Já na seção sobre a geoengenharia, são abordadas as origens desse tema, as diferentes propostas de engenharia climática e seus potenciais efeitos, bem como a importância de se discutir e pesquisar esse assunto, mesmo que ele carregue riscos e incertezas consideráveis.

1 AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A questão das mudanças climáticas vem ascendendo rapidamente na agenda global, atingindo grande proeminência na última década. De um assunto controverso, sujeito a questionamentos a respeito de suas origens e causas, a existência do aquecimento global evoluiu para praticamente um consenso mundial. Com o trabalho de órgãos como o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o tópico passou a ser tratado com gravidade e preocupação nas mais diferentes esferas de decisão. Atualmente, tal como demonstrado por Oreskes (2004), cientistas que negam as origens antropogênicas² do fenômeno são raros e distanciados das correntes científicas principais, e os governantes dos países centrais já reconhecem a gravidade da situação e a necessidade de se tomar ações efetivas para contorná-la, como evidenciado pela mudança de posição dos Estados Unidos em relação a esse tema, a partir de 2009 (OBAMA, 2009).

Com o aquecimento do planeta consolidado como problema global, a questão que fica é a de como responder a ele. Uma das questões centrais no combate ao aquecimento global é o fato de ele ser um fenômeno verdadeiramente mundial: os efeitos das emissões de um país são sentidos em todo o planeta. Uma vez que suas consequências são globais, o combate às mudanças climáticas deve também ser global, exigindo um alto nível de cooperação internacional. As respostas às mudanças climáticas giram em torno das três possibilidades apresentadas na introdução: adaptação, mitigação, ambas já reconhecidas e consideradas amplamente necessárias, e a controversa geo-engenharia.

Para que as respostas às mudanças climáticas, foco principal deste trabalho, sejam compreendidas em seu aspecto de formulação de políticas e de cooperação internacional, é preciso primeiramente compreender as dinâmicas básicas do fenômeno do aquecimento global, desde os imperativos científicos que regem o efeito estufa, até os modelos que averiguam as possíveis consequências de desastres naturais ocasionados pelo mesmo. Reconhecida essa necessidade, serão abordadas neste capítulo as questões fundamentais da ciência do aquecimento global, utilizando como referência os trabalhos do IPCC, em especial seu Quarto Relatório, de 2007. Posteriormente, ainda neste capítulo, serão abordadas as

² Os fatores antropogênicos são aqueles resultantes de determinadas atividades humanas (como produção de energia, transporte, agricultura) e que geram impactos no sistema climático terrestres. Eles serão abordados com mais detalhes na seção seguinte.

incertezas em relação às mudanças climáticas, bem como as principais implicações econômicas e políticas desse fenômeno.

1.1 Definições Científicas e Previsões sobre o Aquecimento Global

1.1.1 O efeito estufa e feedbacks do sistema climático

O clima terrestre é determinado pelo fluxo contínuo de energia solar, que chega ao planeta na forma visível de luz. Cerca de 30% desses raios são imediatamente devolvidos ao espaço enquanto os 70% restantes são absorvidos pela atmosfera e chegam à superfície. Esses raios são refletidos pela superfície na forma de radiação infravermelha (UNFCCC, 2009), que é lenta e repetidamente carregada por correntes de ar. O retorno da radiação ao espaço é atrasado pela atuação de gases como o vapor d'água e o dióxido de carbono, que impedem que o calor seja disperso rapidamente para fora do planeta – é o chamado efeito estufa (UNFCCC, 2009). Sem esses gases, que compõem apenas 1% da atmosfera terrestre, a Terra seria cerca de 30°C mais fria, o que faz com que esse mecanismo seja essencial para a vida no planeta.

O efeito estufa é um dos principais componentes da dinâmica climática terrestre, que está em constante evolução e depende de um equilíbrio tênue de uma série de fatores para se manter estável. De acordo com Teut et Al. (2007), do Grupo de Trabalho I do IPCC, o sistema climático evolui influenciado por suas próprias dinâmicas internas e também por impulsos externos. Entre os fatores internos estão os fluxos de ar, as correntes marítimas a composição da atmosfera, o movimento de rotação da Terra, além de muitos outros. As externalidades podem ser fenômenos naturais como erupções vulcânicas e variações na atividade solar, e também frutos de atividades humanas que ocasionam modificações na composição atmosférica. As alterações climáticas decorrentes da ação humana resultam no que chamaremos de Aquecimento Global Antrópico, que é uma consequência do aumento da quantidade de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera.

O aumento de GEE na atmosfera aumenta o potencial da Terra de reter o calor dos raios do sol, alterando o fluxo de radiação infravermelha devolvida ao espaço (TEUT & Al., 2007). A alteração na quantidade de GEE é uma três maneiras fundamentais pelas quais o fluxo de radiação é alterado, tal como apresentado no quarto relatório do IPCC (TEUT & Al.,

2007). A primeira é a alteração na fonte, em que a quantidade de radiação solar recebida pela Terra diminui (na natureza, isso pode ocorrer devido a mudanças na órbita terrestre ou nas atividades solares). A outra maneira de modificar o equilíbrio radiativo terrestre é alterar a fração de radiação solar refletida pela Terra de volta ao espaço, o chamado albedo³. Esses fenômenos, de maneira geral, levam a respostas imediatas do sistema climático, e também causam reflexos de longo prazo (mais de um milênio).

As mudanças climáticas que a Terra vivencia hoje são causadas sobretudo pelo primeiro mecanismo citado acima: o aumento nos gases de efeito estufa. De acordo com o IPCC, 2007, essa modificação tem uma fonte antropogênica clara.

Em 2005,

as concentrações atmosféricas de CO₂ e CH₄ excediam amplamente a escala natural observada nos últimos 650.000 anos. Aumentos globais nas concentrações de CO₂ são devidos principalmente à utilização de combustíveis fósseis, com as modificações no uso de terras promovendo uma contribuição menor, mas significativa [...] A concentração global de CO₂ aumentou do valor pré-industrial de 280ppm⁴ para o 379ppm em 2005. (BERNSTEIN, 2007, p. 37)⁵

Esse tipo de interferência na composição da atmosfera terrestre é potencializada ainda pelo fato de os efeitos dos gases emitidos não se limitarem ao período imediatamente posterior à emissão, estendendo-se por décadas, e no caso do CO₂, por séculos. Para os níveis de concentração de GEE observados hoje, a previsão do IPCC é de um aumento da temperatura terrestre de 0,2° C por década, podendo chegar a muito mais caso as tendências de emissões não sejam revertidas.

Um dos principais problemas gerados por alterações no equilíbrio climático, além de respostas diretas ao aquecimento e às modificações na composição atmosférica, são os efeitos secundários que podem intensificar ainda mais o aquecimento global. Fenômeno que os gerou. Esse mecanismo é denominado *feedback* positivo, e é caracterizado justamente por intensificar o fenômeno que o causou. Um exemplo apresentado por Teut & Al, 2007, é o de que ao aumentar a temperatura média da Terra, diminui a quantidade de gelo e aumenta de

³ O valor máximo do albedo é 1 – correspondendo a uma superfície completamente refletora, e o mínimo é de 0, para um material que absorve toda a luz incidente. Exemplos de eventos que poderiam aumentar o albedo da Terra são a maior formação de nuvens e a presença de determinadas partículas refletoras na atmosfera.

⁴ A camada de GEE na atmosfera é medida por “partes por milhão”, que representa a relação entre o número de moléculas do gás em relação ao número de moléculas de ar seco. (UNFCCC, 2009)

⁵ No original “The atmospheric concentrations of CO₂ and CH₄ in 2005 exceed by far the natural range over the last 650,000 years. Global increases in CO₂ concentrations are due primarily to fossil fuel use, with land-use change providing another significant but smaller contribution... The global atmospheric concentration of CO₂ increased from a pre-industrial value of about 280ppm to 379ppm in 2005”

maneira geral a quantidade de superfícies escuras no planeta. Com essa redução no albedo terrestre, a capacidade de absorver radiação solar aumenta, pressionando para mais um ganho de temperatura. O relatório de 2007 também demonstra que o aquecimento reduz a absorção terrestre e oceânica de CO₂, fenômenos naturais da dinâmica climática do planeta. Essa redução resulta numa maior quantidade de emissões antropogênicas que permanecem na atmosfera e realimenta o ciclo das mudanças climáticas (IPCC, 2007). Em oposição ao *feedback* positivo, um *feedback* negativo possui o efeito de frear o fenômeno inicial que o causou.

Ben Booth, do escritório meteorológico britânico, aponta para uma série de *feedbacks* positivos e negativos que tornam a questão do aquecimento global ainda mais complexa (BOOTH, 2009). Nos oceanos, a absorção de cada vez mais CO₂ (uma característica natural dessas grandes porções de água é necessária para o equilíbrio climático) causaria a acidificação das águas que, além de causar um impacto potencialmente irreversível na biodiversidade oceânica, danifica a capacidade total de os oceanos absorverem GEE. Além disso, um aumento da temperatura da água, além de levar mais tempo para ser revertido do que com a atmosfera, diminui a capacidade de absorção de CO₂ e pode ocasionar a liberação de grandes quantidades desse gás armazenadas no fundo dos oceanos e cuja contenção depende da temperatura da água. Ademais, o aumento da temperatura terrestre aumenta a quantidade de vapor d'água na atmosfera. Por fim, nos continentes poderia ocorrer o derretimento das camadas de terra congeladas (permafrost) nas latitudes mais elevadas e a conseqüente liberação de grandes quantidades de metano contidas nessas terras⁶; além de danos a florestas tropicais, que poderiam deixar de ser importantes filtros de carbono e tornar-se grandes emissores de GEE. Entre os *feedbacks* negativos estariam um possível aumento na área ocupada por florestas, uma vez que latitudes mais elevadas se tornariam mais adequadas para o crescimento de árvores, o que aumentaria a quantidade de CO₂ absorvida por árvores. Outro *feedback* negativo seria o aumento do número de nuvens na atmosfera, que poderiam refletir mais radiação solar direto para o espaço.

Os *feedbacks* apresentados acima são uma das principais fontes de incerteza ao se avaliar os possíveis desmembramentos das mudanças climáticas. Outro aspecto de relevância

⁶ De acordo com o Treut et Al, 2007, a camada de Permafrost e as camadas de solo sazonalmente expostas ao degelo contêm cerca de um quarto do total de carbono armazenado nos solos. Como as latitudes mais altas são mais vulneráveis às mudanças climáticas, a possibilidade de degelo da Permafrost representa um risco considerável de liberação de grandes quantidades de CO₂, com conseqüências consideravelmente nocivas para o clima.

primordial é a inércia do sistema climático⁷, composto pela atmosfera, oceanos, biosfera : o clima terrestre não responde de maneira imediata a mudanças nas suas externalidades, em especial a mudanças nas emissões de GEE (UNFCCC, 2009). Alguns GEE permanecem na atmosfera por décadas e séculos antes de serem completamente dissipados no espaço. Além disso, as mudanças de temperatura ocorrem de maneira diferente nos diferentes continentes, e entre os continentes e oceanos. Mesmo que a temperatura atmosférica se estabilize em cerca de um século, os oceanos ainda vão reagir às mudanças de temperatura pelos séculos seguintes, devido ao alto calor específico da água (IPCC, 2007)⁸. Conseqüentemente, mesmo que as emissões se estabilizem rapidamente e nos valores presentes, as mudanças climáticas testemunhadas hoje irão continuar pelos próximos séculos (UNFCCC, 2009).

Assim, devido às emissões atuais e antigas, o aquecimento global é considerado inevitável, uma vez que o fenômeno já ganhou impulso e irá continuar a afetar os sistemas naturais por centenas de anos (UNFCCC, 2009). De acordo com os cenários mais otimistas do IPCC, o aquecimento do planeta até 2100 deve ficar entre 1.1° e 2.9°. Já segundo as previsões pessimistas, o incremento deve ser de 2.4° a 6.4°.⁹ O Painel aponta que o resultado diferente dependerá essencialmente do nível em que serão estabilizadas as emissões de GEE.

1.1.2 Os Gases do Efeito Estufa (GEE) e suas conseqüências

As mudanças climáticas apresentadas acima são, de acordo com o Quarto Relatório do IPCC (2007), com a Stern Review (2006) e com o a UNFCCC (2009), dentre outros, com um alto grau de certeza, causadas pela emissão de GEE resultante de atividades humanas. Essas emissões intensificam o processo natural do Efeito Estufa. Segundo a UNFCCC (2009):

Os níveis naturais desses gases estão sendo suplementados por emissões de dióxido de carbono originado na queima de carvão, óleo e gás natural; pela produção adicional de metano e óxido nitroso advindos de atividades agropecuárias

⁷ O sistema climático é assim definido no terceiro relatório de avaliação do IPCC: “é um sistema interativo que consiste de cinco componentes principais: a atmosfera, a hidrosfera, a criosfera a superfície terrestre e a biosfera, impulsionada ou influenciada por variados mecanismos externos de impulso, o mais importante dos quais é o sol. O efeito direto de atividades humanas no sistema climático é considerado um impulso externo. (IPCC, 2001)

⁸ O calor específico de uma substância está relacionado a sua inércia térmica, o que significa que um corpo com alto calor específico precisa ganhar ou perder muito calor para sofrer uma pequena variação de temperatura (HALLIDAY et al., 2001)

⁹ Para mais informações sobre os cenários das emissões de carbono, ver (BERNSTEIN, 2007).

e de mudanças no regime de terras, e por diversos gases industriais de longa vida que não existem na natureza. (UNFCCC, 2009, p. 3)¹⁰.

O relatório de 2007 do grupo de trabalho I do IPCC demonstra que as concentrações desses gases na atmosfera cresceram claramente devido à ação humana e atingiram níveis superiores ao de qualquer marca em comparação com os últimos 650.000 anos. Essas alterações na composição atmosférica geram um aumento de temperatura em um ritmo sem precedente na história recente do planeta¹¹. A elevação de 0.74° C no último século é bastante alta se considerarmos que a temperatura média da Terra elevou-se em apenas 5° C desde o ponto mais alto da última era do gelo até o século XVIII.

Segundo o IPCC, a concentração de GEE na atmosfera apresentou um salto de 70% entre 1970 e 2004. No caso das emissões de CO₂, essa expansão se deu em um total de 80%. Esse aumento na emissão de CO₂ foi impulsionado primeiramente por um aumento de 120% na emissão de CO₂ no setor de transportes, 65% de crescimento nas emissões industriais e 40% de aumento nas emissões ocasionadas por modificações no regime de terras e no desflorestamento (IPCC, 2007c). Ainda de acordo com o Painel, com as atuais políticas de mitigação e práticas de desenvolvimento sustentável, as emissões de GEE deverão continuar crescendo ao longo das próximas décadas, sendo encabeçadas pelos países em desenvolvimento (IPCC, 2007c).

Como dito acima, mesmo se as emissões de carbono fossem estabilizadas imediatamente aos níveis de 2000, o planeta continuaria a sofrer aumentos de temperatura por um período considerável. A atual tendência, no entanto, é que os aumentos nas emissões se sustentem por pelo menos algumas décadas, podendo dobrar a concentração de CO₂ em relação a níveis pré-industriais, a menos que seja formulada uma nova estratégia global que contrarie essa disposição¹² (UNFCCC, 2009).

Se as emissões continuarem a crescer nas taxas atuais, as mudanças serão tão grandes e tão rápidas que os efeitos negativos [do aquecimento global] irão rapidamente superar quaisquer efeitos positivos localizados e dominarão todas as regiões do mundo.¹³ (POPE, 2009)

¹⁰ No original: the natural levels of these gases are being supplemented by emissions of carbon dioxide from the burning of coal, oil, and natural gas; by additional methane and nitrous oxide produced by farming activities and changes in land use; and by several long-lived industrial gases that do not occur naturally.

¹¹ 125.000 anos (HOMER-DIXON, 1999)

¹² Exemplos de novas estratégias seriam uma maior regulação das emissões e a formulação de novos mecanismos para cooperação internacional

¹³ No original: "If emissions continue to grow at present rates, the changes will be so large and so rapid that the adverse effects will quickly outweigh any local benefits and come to dominate in all regions of the world."

1.1.3 Mudanças no Clima

Diante de uma duplicação na concentração de dióxido de carbono na atmosfera, o relatório do primeiro de trabalho do IPCC (2007) aponta para um aumento na temperatura do planeta ao longo do século XXI calculado em cerca de 3°C, podendo, inclusive, chegar a valores superiores a 4.5°C. Tais previsões não consideram diferenças de resposta climática relativas a determinadas latitudes e hemisférios.

Os modelos utilizados pelo IPCC apontam que as respostas dos sistemas naturais às mudanças climáticas se darão de maneiras distintas nas diversas regiões. As altas latitudes do Hemisfério Norte são repetidamente apontadas como sendo as regiões mais sensíveis a mudanças de temperatura, sendo o Pólo Norte e regiões como a Sibéria e a Baía de Hudson os pontos em que a elevação de temperatura se daria de maneira mais intensa. Por exemplo, um incremento em 3° na temperatura média do planeta atingido no final do século XXI corresponderia a um aumento de cerca de 7°C nessas latitudes extremas¹⁴. Caso um pata];mar como esse seja sustentado, a calota de gelo da Groenlândia, uma das mais sensíveis do planeta, poderia derreter por completo, gerando uma elevação de sete metros no nível dos oceanos (desconsiderando a possibilidade de esse fenômeno se dar de maneira abrupta) (IPCC AR4 WGI, SPM, 2007).

Outras mudanças diretamente ligadas ao aquecimento, e ainda muito menos intensas, já foram observadas ao longo das últimas décadas, com forte relação causal com o aumento da emissão de GEE pelo homem. A primeira dessas mudanças, e uma que foi sentida praticamente em todo o planeta é a incidência de mais dias de calor intenso ao longo do ano, e de menos dias de frio intenso por inverno. Esse fenômeno é corroborado pelo dado de que no ano do último relatório do IPCC (2007) dos 12 últimos anos, 11 estavam entre os mais quentes já registrados. O aquecimento de 0.74°C no último século já imprimiu mudanças nas temperaturas oceânicas em profundidades de até 3000 metros, ocasionando uma expansão na água marinha, contribuindo para a elevação do nível dos mares. IPCC AR4 WGI, SPM, 2007

O nível dos oceanos apresentou uma clara elevação no mesmo período¹⁵, com grande probabilidade de o derretimento de parte das calotas de gelo da Groenlândia e da Antártica haverem exercido um importante papel nesse fenômeno. Além de um considerável

¹⁴ Ver figura 1 do ANEXO para uma ilustração mais completa das projeções de aquecimento para as diferentes regiões em diferentes cenários de emissão.

¹⁵ Entre 1961 e 2003 o nível do mar subiu em uma média de 1.8 milímetros por ano. Entre 1993 e 2003 essa taxa quase dobrou, chegando a 3.1mm por ano (IPCC AR4 WGI, SPM, 2007).

derretimento nessas calotas, glaciares de montanhas e a cobertura de neve diminuíram em média nos dois hemisférios. No Ártico, a média anual da extensão de gelo diminuiu em média em 2.7%, sendo que as temperaturas acima das camadas de permafrost subiram em cerca de 3°C desde 1980. IPCC AR4 WGI, SPM, 2007

Nos regimes de chuva, algumas mudanças também já foram observadas. Na porção ocidental das Américas do Norte e do Sul, no norte da Europa e nas regiões do norte e centro da Ásia, os níveis de precipitação demonstraram-se significativamente mais altos, sendo que essas regiões tem regimes pluviais usualmente equilibrados. Já algumas regiões áridas e semi-áridas, como o Sahel, o Mediterrâneo, o sul da África e partes do sul da Ásia, apresentaram reduções significativas nos índices pluviométricos. Ademais, mudanças na precipitação sobre os oceanos foram evidenciadas pela diminuição da proporção de sal em latitudes medianas e altas, e pelo aumento na concentração salina em latitudes baixas. (IPCC AR4 WGI, SPM, 2007).

Outras modificações observadas nos últimos quarenta anos ocorreram em relação à incidência de eventos climáticos extremos. Desde 1970, períodos de seca se tornaram mais intensos e longos, principalmente nos trópicos. Em contrapartida, eventos de alta precipitação se intensificaram, fenômeno apontado pelo IPCC como consistente com o aumento nos níveis atmosféricos de vapor d'água. Por fim, o Painel apontou para evidências empíricas no aumento de atividade de ciclones tropicais no Atlântico Norte, as quais estariam relacionadas com elevações na temperatura de superfície dos mares tropicais. (IPCC AR4 WGI, SPM, 2007)

Em relação às mudanças futuras relacionadas ao Aquecimento Global, a previsão do IPCC é de que o incremento de temperatura seja de cerca de 0.2°C por década, com as previsões variando entre 0.1° e 0.6°C, de acordo com cenário utilizado como base. Na camada de gelo da Groenlândia, desconsiderando-se a possibilidade de um derretimento abrupto, o efeito desse aumento ao longo de séculos poderia ser o desaparecimento por completo do gelo, o que, conforme dito acima, teria um efeito significativo sobre o nível do mar. O nível de base exato em que a camada de gelo da Groenlândia começaria a derreter significativamente ainda não é conhecido e pode variar entre aumentos de 1.9°C a 4.6°C acima dos níveis pré-industriais (POPE, 2009).

Outra tendência de grande gravidade apontada pelo IPCC para o século XXI é a de que ciclones tropicais continuem a se intensificar, com picos de velocidade mais alta e precipitações mais intensas. Ademais, tempestades extra-tropicais deverão tornar-se mais

comuns e ocorrerão em latitudes cada vez mais altas, sendo que em áreas subtropicais deverão tornar-se mais raras (BERNSTEIN, 2007).

1.1.4 Impactos das mudanças climáticas

As mudanças climáticas apontadas acima geram impactos globais potenciais que vão desde os ecossistemas até a produção industrial e a produtividade agrícola, como fica claro na figura 1. E de acordo com o relatório do segundo grupo de trabalho do IPCC (2007), cada região deverá sofrer impactos diferentes tornando-se mais sensível a níveis mais elevados de aquecimento¹⁶.

Na África, os principais impactos até 2020 serão sentidos na diminuição da água potável disponível e na redução de até 50% dos rendimentos das plantações dependentes de chuvas. Perto do fim do século XXI, os principais efeitos serão aqueles relativos à elevação dos níveis dos oceanos e à expansão em 5% a 8% das áreas áridas e semi-áridas.

Na Ásia, os principais efeitos são a diminuição de água potável disponível no sul, centro, leste e sudeste, bem como uma forte sensibilidade a elevações no nível dos oceanos nas regiões próximas aos deltas de rios importantes. Outras mudanças serão a pressão sobre os ecossistemas do continente como um todo e a maior incidência de doenças diarreicas ocasionadas por mudanças nos ciclos hidrológicos das regiões sul, leste e sudeste.

¹⁶ Para mais detalhes, ver o Relatório de Síntese do Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (2007). A menos que explicitado, todos os dados apresentados nesta seção foram obtidos no referido documento.

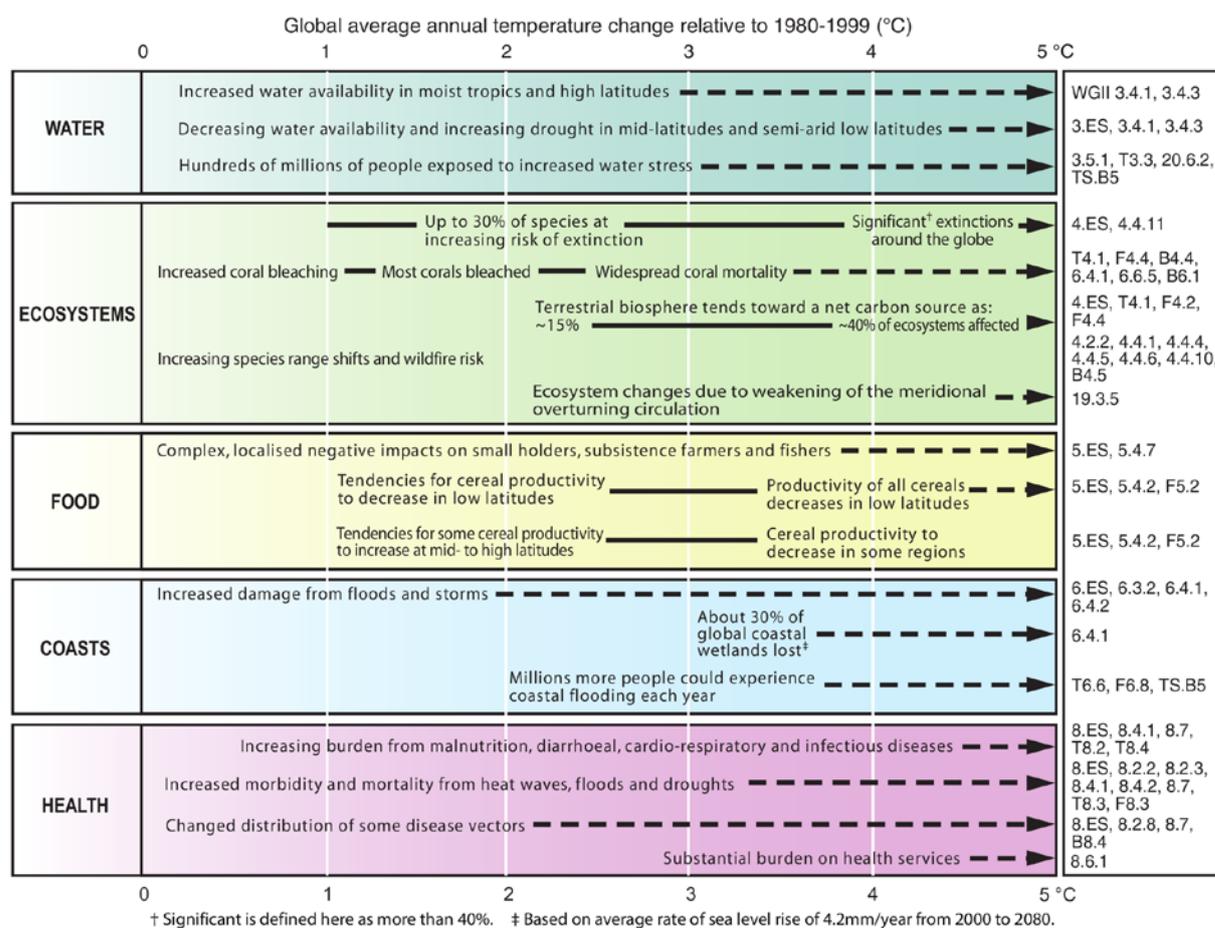


Figura 1 - Possíveis Impactos do Aquecimento¹⁷

Fonte: IPCC (2007)

A Oceania deverá sofrer com a diminuição na disponibilidade de água potável na Austrália, além de uma perda significativa da biodiversidade da região. A elevação no nível dos oceanos e a diminuição da produtividade na agricultura também são riscos apresentados nesse continente.

As diferentes regiões da Europa deverão enfrentar conseqüências bastante díspares, confluindo para a ampliação das diferenças nos recursos e bens naturais de região para região. O norte do continente poderá inclusive vivenciar algumas conseqüências positivas do aquecimento, como temperaturas mais amenas e o surgimento de novas terras cultiváveis (o mesmo deverá ocorrer nas altitudes elevadas na América do Norte e Ásia). Já o sul europeu deverá experimentar uma piora nas condições climáticas com temperaturas mais altas e maior ocorrência de secas. Outros riscos no continente são o do derretimento dos glaciares e da

¹⁷ A figura 1 demonstra os possíveis impactos de diferentes níveis de aquecimento global.

cobertura de neve (com conseqüências negativas na indústria do turismo de inverno), bem como perigos de saúde pública relacionados a ondas de calor e à frequência de incêndios.

A América Latina deverá sofrer especialmente com a diminuição da água dos solos e com a queda na biodiversidade. A Amazônia tenderá a ser substituída por savanas e as regiões semi-áridas deverão tornar-se predominantemente áridas. Em alguns cultivos o efeito do aquecimento deve ser inicialmente positivo, mas, de maneira geral, o número de pessoas sob o risco de fome deve aumentar. A disponibilidade de água também deve sofrer mudanças devido ao derretimento de glaciares e às mudanças nos regimes de precipitação.

Nas montanhas do oeste da América do Norte, o acúmulo de neve deverá ser menor, com maior frequência de alagamentos no inverno e com menor disponibilidade de água no verão. Nas primeiras décadas do século a produtividade de atividades agrícolas dependentes de água deverá sofrer um leve aumento no continente norte-americano, mas com grande variação entre as regiões, sendo que a porção sul e as atividades intensivas no uso de água deverão enfrentar grandes desafios. Outros impactos apontados são a maior frequência e intensidade de ondas de calor e a pressão sofrida por cidades e comunidades costeiras devido à elevação dos oceanos e à interação das mudanças climáticas com o desenvolvimento econômico e a poluição.

As regiões polares estão entre as mais sensíveis às mudanças climáticas, sendo que o Ártico é especialmente vulnerável. Os principais impactos serão a redução da densidade e da extensão dos glaciares, camadas de gelo e gelo oceânico, além de efeitos negativos nos ecossistemas naturais dessas regiões, uma vez que as barreiras climáticas às invasões de espécies exóticas serão atenuadas

Talvez as porções mais ameaçadas do globo sejam as pequenas ilhas, particularmente sensíveis a elevações nos oceanos. Inundações, erosões e outros acidentes costais deverão tornar-se mais comuns nesses locais, ameaçando infra-estruturas vitais, moradias e bens essenciais para as comunidades desses locais.

Essa abordagem demonstra que as diversas regiões do planeta irão sofrer conseqüências diferentes, tendo percepções distintas dos riscos oferecidos pelo aquecimento global. Para Barret (2007), esse fator é um dos empecilhos para que a comunidade internacional atinja um grau de cooperação suficiente para responder ao problema das mudanças climáticas. Barret também argumenta que a eventual ocorrência de catástrofes poderia estimular tal cooperação.

O último relatório do IPCC aponta que o aquecimento antropogênico poderia, dependendo dos níveis e da magnitude das mudanças, resultar na ocorrência de “mudanças abruptas irreversíveis” (IPCC, 2007). Essas mudanças potencialmente catastróficas vão desde o derretimento abrupto da camada de gelo da Groenlândia ou de uma porção significativa da calota polar, até a desaceleração ou interrupção da corrente termoalina¹⁸ devido ao aquecimento dos oceanos e às mudanças na salinidade de determinados pontos do oceano.

1.2 Riscos e Incerteza

Uma das características mais marcantes de todas as previsões e tendências apresentadas até aqui é o maior ou menor grau de incerteza que as permeia. Essa incerteza significa que os dados apresentados aqui são baseados em avaliações probabilísticas. Afinal, ao tratar-se do futuro, é praticamente impossível estabelecer com absoluta confiança que um determinado evento ira ocorrer (ACKERMAN 2009). O que se pode saber são as probabilidades de determinados eventos, diante de certas condições e dado o comportamento do planeta nos últimos milhões de anos. De acordo com Nordhaus, 2007, a humanidade em face de um sistema complexo que se compreende de maneira imperfeita, sem saber exatamente como evoluirá no futuro. Essa incerteza, segundo Nordhaus, não é originada apenas nos desconhecimentos a respeito de variáveis internas a esse sistema, mas também a respeito de variáveis intrínsecas ao mesmo. “As formas da equação, bem como seus parâmetros, não são totalmente conhecidas, e, em alguns casos, como o dos impactos, talvez não sejam nem minimamente conhecidas.” (NORDHAUS, 2007. P. 103)

O espectro da dúvida atinge todas as áreas tangentes às mudanças climáticas, desde a avaliação dos impactos de cada nível de aquecimento até o nível de emissões aceitável para garantir que as mudanças não se tornem catástrofes. O IPCC, por exemplo, desenvolveu graus de incerteza para determinar a probabilidade de cada evento estudado ocorrer. No caso do Relatório de Síntese de 2007, por exemplo, os graus de probabilidade vão desde virtualmente

¹⁸ Tal como apresentado por Rahmstorf, 2003, a corrente termoalina corresponde aos fluxos das correntes interoceânicas. Fluxos de calor e de água doce na superfície dos oceanos exerceriam, segundo o autor, um papel fundamental no clima, sendo responsáveis por “carregar” calor para o ártico. Uma a variação significativa nos determinantes desse fluxo poderia, por exemplo, reverter a corrente do golfo, eventualmente causando uma mudança completa nos padrões climáticos do Atlântico Norte, inclusive com a possibilidade de temperaturas próximas às de eras glaciais no continente Europeu

certos (acima de 90% de chances de ocorrência), passando por prováveis (acima de 66%) até chegar a excepcionalmente improváveis (abaixo de 1%).

Uma das incertezas fundamentais, que permeia qualquer decisão de política climática é a do incremento de temperatura correspondente a cada nível de emissões, e os riscos deles decorrentes (STERN, 2008). Sendo assim, associada a essa noção de incerteza está a idéia de risco e dos cálculos de suas probabilidades. A tabela 2.1, montada a partir de dados utilizados por Stern (2008), oferece um bom exemplo de como a percepção das mudanças futuras está associada a incertezas, e como essa incerteza pode gerar noções distintas de risco.

Tabela 1

Probabilidade (em porcentagem) de que um aumento de temperatura seja excedido dado um nível de equilíbrio de estabilização

Concentração de CO2 em ppm	2°C	3°C	4°C	5°C	6°C	7°C
450	78	18	3	1	0	0
500	96	44	11	3	1	0
550	99	69	24	7	2	1
650	100	94	58	24	9	4
750	100	99	82	47	22	9

Fonte: STERN, 2008

A tabela mostra os riscos associados a cada faixa de emissões e, além de ser um excelente recurso para demonstrar as faixas de incerteza relativas às mudanças climáticas, demonstra os riscos associados com cada escolha – cada concentração de emissões. Uma elevação de 2°C a partir de níveis pré-industriais, apesar de bastante nociva em si, é algo que o planeta possivelmente poderá tolerar (como demonstrado na figura 1). Na verdade, é provável que um aquecimento dessa ordem seja inevitável, considerando-se a inércia do sistema climático terrestre e o tempo de permanência do CO2 na atmosfera. Um aumento de 6°C, no entanto, é algo que certamente trará custos altos demais para poder ser contemplado.

De acordo com Stern (2008), a última elevação de 5°C na temperatura da Terra ocorreu após a era do gelo, ao longo de alguns milênios. Essa mudança de temperatura causou verdadeiras transformações no planeta, por exemplo: o derretimento de quilômetros de geleiras elevou o nível dos mares, separando a Grã-Bretanha do continente europeu, alterando os regimes fluviais daquele continente. As temperaturas apresentadas na tabela 1 representam

faixas que a civilização nunca vivenciou e a temperatura média terrestre correspondente a uma elevação de 5°C é algo que o planeta não vivencia há milhões de anos. No período eoceno¹⁹, quando a temperatura do planeta era 5°C superior à atual, a Terra era predominantemente coberta por pântanos e jacarés habitavam o Pólo Norte (STERN, 2008).

Para alguns observadores, a incerteza em relação às mudanças climáticas, suas tendências e possíveis impactos, serve como argumento para a inação, e para considerações de que os custos imediatos de respostas abrangentes seriam muito elevados para um problema cuja concretização não é certa, como é o caso de Nordhaus (2007). Levi et al. (2009) argumentam que, pelo contrário, tais incertezas fazem com que mudanças abruptas e mesmo grandes catástrofes não possam ser eliminadas enquanto possíveis conseqüências do aquecimento global, servindo de argumento por si só para a mitigação intensa dos GEE.

Seguindo tal lógica, a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC, 1992) estabelece o princípio o estabelecimento do princípio da precaução²⁰ para o tratamento das mudanças climáticas.

O artigo Três da Convenção afirma:

As partes deverão tomar medidas precautórias para antecipar, prevenir ou minimizar as causas da mudança climática e mitigar seus efeitos adversos. Onde houver ameaças de danos graves ou irreversíveis, a carência de total certeza científica não deverá servir de como razão para o postergamento de tais medidas, levando em consideração que políticas e medidas para lidar com a mudança do clima deverão ser eficientes em termos de custos, de maneira a garantir benefícios globais aos custos mais baixos possíveis. (UNFCCC, 1992)²¹

Para Halsnaes et al. (2007), do terceiro grupo de trabalho do IPCC, o princípio da precaução traz uma série de implicações para a tomada de decisão em situações de incerteza. A primeira, tal qual descrito no parágrafo primeiro do artigo três da UNFCCC, é que ele deve ser aplicado em situações de ausência de informações perfeitas e em situações em que há o risco de contingências imprevistas ou a possibilidade de irreversibilidade. A segunda implicação é o fato de a precaução de dar em face de uma faixa de tempo determinada, o princípio reconhece que a adoção de uma determinada política não necessariamente poderá

¹⁹ Entre 55 e 33 milhões de anos atrás.

²⁰ O princípio da precaução implica na tomada de ação mesmo que não se tenha certeza científica sobre a absoluta necessidade dessa ação.

²¹ No original: “The Parties should take precautionary measures to anticipate, prevent or minimize the causes of climate change and mitigate its adverse effects. Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty should not be used as a reason for postponing such measures, taking into account that policies and measures to deal with climate change should be cost-effective so as to ensure global benefits at the lowest possible cost”.

arcar com o tempo de espera para que se atinja certeza científica. Por fim, os autores apontam que o princípio da precaução envolve uma questão de escolhas substitutivas (*trade off*), em que se deve escolher entre dois determinados riscos (HALSNAES et al, 2007). Por fim, Bolin (2004) afirma que a escolha diante dos riscos apresentados, mesmo que envolva análise dos riscos e custos, é uma decisão essencialmente política que necessariamente envolve a escolha subjetiva.

1.3 Implicações políticas e econômicas das mudanças climáticas

Alguns autores consideram a questão do aquecimento global o maior desafio já enfrentado pela humanidade (ECKERMAN, 2009; McKIBBEN, 2006), outros analisam o tema sob a lente econômica de custos e riscos, tratando o problema como grave, mas ao qual se poderá adaptar no futuro (MENDELSON et al., 2000). A visão apresentada neste trabalho vai ao encontro da visão da grande maioria: ainda que não se saiba se a mudança climática representará o “fim da natureza”, como sugere McKibben (2006), é possível perceber que o problema não apresenta precedentes na história da política e economia internacional, além de, é claro, na história do planeta.

Os motivos para essa posição já foram em parte apresentados acima: os riscos e transformações ambientais associados ao aquecimento global são de uma magnitude que nunca se chegou. Além disso, a incerteza associada a esses riscos, conforme já explicitado, gera implicações importantes na tomada de decisão a respeito das mudanças climáticas. A cooperação internacional no desenvolvimento de estratégias contra o fenômeno, será o foco dos capítulos subsequentes. Aqui, se empreenderá uma breve observação sobre as relações do aquecimento global na economia e suas implicações para a adoção de políticas de mitigação e adaptação.

A primeira consideração a se fazer é o fato de que a

mudança climática é fundamentalmente diferente de qualquer outro problema ambiental com o qual a humanidade já lidou até hoje. Os riscos, escalas e incertezas associados com a mudança climática são enormes e há uma chance significativa de resultados devastadores em uma escala global²². (RICHARDSON et al. 2009)

²² No original: “Climate change is fundamentally different from the environmental problems humanity has dealt with until now. The risks, scales and uncertainties associated with climate change are enormous and there is a significant probability of a devastating outcome at the global scale”.

A segunda consideração importante diz respeito à equidade. É o fato de que, apesar do conteúdo da afirmação acima, os impactos e custos do aquecimento global são diferentes de país a país e região a região. Ou seja, mesmo que a escala do fenômeno seja essencial e inescapavelmente global, a maneira com que ele se manifesta difere regionalmente. Além disso, os impactos mais graves têm sido apontados para os países menos desenvolvidos e com menor capacidade de se adaptar (falta de recursos materiais e financeiros), sendo que alguns países industrializados chegariam inclusive a se beneficiar das mudanças em um período inicial (STERN, 2006). Ademais, as emissões de GEE dos países desenvolvidos correspondem a mais da metade das dos países em desenvolvimento, fazendo com que os principais responsáveis por possíveis desastres climáticos na região do equador sejam decorrentes de emissões de regiões muito distantes desses efeitos. Afinal, apesar de os impactos variarem regionalmente, as emissões de um país somam-se às emissões globais, como não poderia deixar de ser. Por fim, as emissões acumuladas desde a revolução industrial são em sua maior parte originadas nos países hoje desenvolvidos e industrializados, conforme apontado na figura abaixo.

Figure 1: Cumulative Emissions: 1850–2004 CO₂ from Energy Use

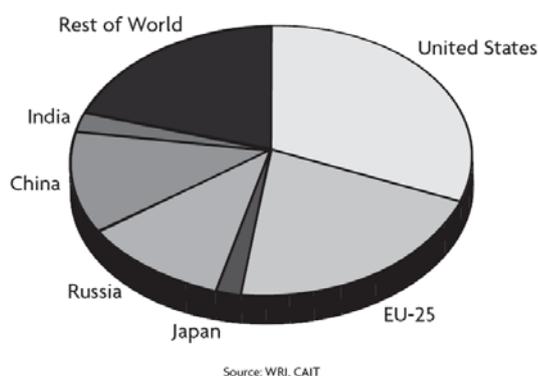


Figura 2 – Gráfico Cumulative Emissions: 1850-2004 CO₂ from Energy Use

Fonte: Levi et al. 2009

Atualmente, a participação relativa dos países desenvolvidos no total de emissões caiu, uma vez que as emissões dos países em franco desenvolvimento aumentaram significativamente. A soma das emissões dos países da OCDE com os cinco maiores emissores dentre os países em desenvolvimento (Brasil, China, Índia Indonésia e Rússia) resulta em mais de três quartos do total das emissões mundiais. Essa tendência de intensificação das emissões dos países emergentes deve intensificar-se ao longo das próximas

décadas – conforme demonstrado no gráfico 2 - caso a emissão de GEE não seja eficazmente combatida.

De acordo com a Agencia Internacional de Energia (AIE), os países de fora da OCDE serão responsáveis por 90% do aumento de 77% na demanda por combustíveis fósseis, projetado para o período de 2007-2030 (IAE, 2009). Esse aumento deverá ser encabeçado pela China, pela Índia e pelo Oriente Médio. O relatório anual da AIE conclui que “sem uma mudança de escolha política, o mundo está a caminho de um aumento de seis graus na temperatura global, com conseqüências catastróficas para o clima.” (AIE, 2009. Pg.4).

Apresentam-se agora duas características importantes das implicações políticas da mudança climática: a equidade e a divisão entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos. A questão da equidade está relacionada com o fato de que apesar de ser originado predominantemente nas ações dos países desenvolvidos o aquecimento imporá seus piores impactos aos países em desenvolvimento (RICHARDSON, 2009) – devido a uma combinação de localização geográfica, vulnerabilidade e baixa capacidade de adaptação (STERN, 2006). Já a dita divisão entre os países desenvolvidos parte da questão da equidade, mas a ela acrescenta-se a o fato de que os países em desenvolvimento, especialmente aqueles com crescimento econômico mais pujante, são os novos motores das emissões de GEE e são vistos pelos países desenvolvidos como fortes competidores.

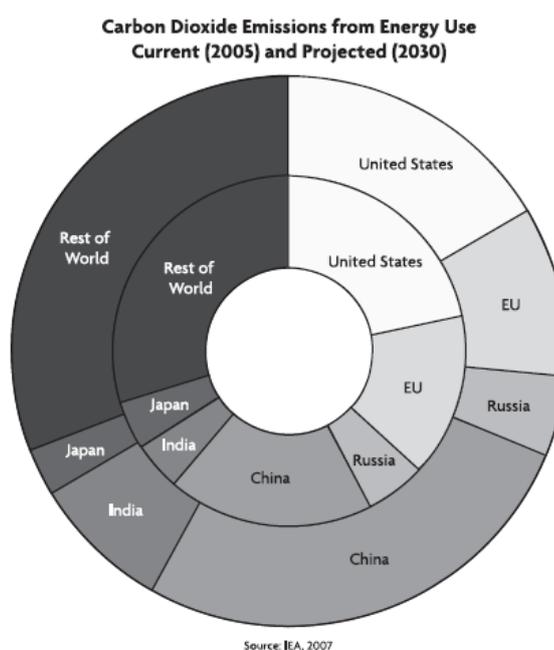


Figura 3 - Emissões de GEE por país: hoje e em 2030.

Fonte: LEVI et al. (2009)

O que resulta dessas características é que qualquer iniciativa internacional deverá abordar a diferença de responsabilidades entre os países industrializados e os países emergentes e em desenvolvimento. Ao mesmo tempo, não será possível poupar as nações emergentes da adoção de medidas concretas de mitigação, sob pena de sujeitar o planeta a uma catástrofe (AIE, 2009). Para se obter sucesso em engajar todos os países, de acordo com Barrett (2003), é preciso que o engajamento se torne mais atraente do que o distanciamento, e para isso é preciso reestruturar os incentivos para a cooperação.

A construção da cooperação internacional para lidar com a mudança climática traz algumas particularidades que serão melhor abordadas ao longo dos próximos capítulos, mas uma característica que permeia qualquer esforço de combate ao aquecimento global é o fato tratar-se de um bem público global, o que significa que todos os países se beneficiarão do seu combate, mesmo sem participar dos esforços (BARRETT, 2006). Reduzir a emissão de carbono requer esforços agregados, e é preciso que uma quantidade significativa de emissores reveja suas posições para que os esforços comuns tragam resultados. Ao mesmo tempo, apesar de exigir esforços agregados, o que um país pequeno deixar de fazer não será sentido tão gravemente no combate às mudanças climáticas quanto, por exemplo, na erradicação da varíola, em que os esforços de *todos* os países eram essenciais. Essa constituição do aquecimento global torna relevantes para a arquitetura de políticas contrárias ao aquecimento global problemas como o *free-riding*, em que os países se beneficiam dos resultados de uma medida sem ajudar a colocá-la em prática; e o “vazamento” (*leakage*), em que determinado fator que é combatido, ou simplesmente regulado, em um país migra para outro em que pode continuar operando como antes.

Victor (ALDY; STAVINS, 2007) apresenta a questão do *free-riding* da seguinte maneira: uma vez que os países têm grande liberdade de ação em sua política externa, ações coletivas são especialmente complicadas de atingir, pois cada participante deve ver algum benefício individual no esforço multilateral em questão. Os incentivos para abandonar a iniciativa são grandes – especialmente porque os mecanismos de coerção internacionais são naturalmente fracos ou inexistentes e os países têm fortes incentivos para não honrar seus compromissos. O problema do vazamento, levantado frequentemente por economistas, diz respeito a probabilidade de que se um país adotar isoladamente medidas de restrição de emissões de GEE, as chances são que ao invés de essas emissões deixarem de ocorrer no mundo inteiro, que elas se realoquem para outras regiões com políticas ambientais mais

flexíveis²³. Além disso, enquanto os benefícios da ação no presente serão sentidos no futuro, na forma de um menor impacto da ação humana no sistema climático mundial, os custos são percebidos desde o início.

A questão do custo da mitigação da mudança climática já foi levantada por diversos autores desde os anos 80 (ver SMITH, 1982, e WEISS, 1989, por exemplo). Mas foi apenas com a publicação da Stern Review, encomendada pelo governo britânico e publicada em 2006, que esse assunto foi abordado em conjunto de uma avaliação séria dos efeitos do aquecimento global em si, com a formulação não apenas de um modelo econômico, mas também com dados científicos relevantes a respeito do tema em questão (STERN, 2006). Nesse trabalho, Stern descreve os custos da mitigação da mudança climática, que serão apresentados no próximo capítulo, bem como os custos infligidos por diferentes níveis de elevação de temperatura.

A primeira conclusão dos autores é a de que os custos da mudança climática tornam-se “desproporcionalmente mais severos” (STERN, 2006. P. 143) à medida que o aquecimento se intensifica. Diante da possibilidade de o nível de emissões continuar ascendendo nos presentes padrões, os custos das mudanças no clima podem chegar a cerca de 20% do consumo per capita em valores atuais (ibidem), se forem incluídos os riscos dos *feedbacks* climáticos e das diferenças regionais de consumo. A conclusão do trabalho, sem considerar esses aspectos, foi que os custos do aquecimento global não mitigado não devem ficar abaixo de 5% do PIB mundial, sendo que recentemente Nicholas Stern considerou os custos previstos em 2006 muito baixos diante das estimativas de mudança climática apresentadas nas últimas pesquisas (STERN, 2008, e REUTERS, 2008).

A importância da ampla mitigação é ressaltada no trabalho de STERN (2006 e 2008), no relatório de avaliação do IPCC (2007) e em diversas outras obras. A cooperação internacional para o esforço de mitigação será abordada no próximo capítulo.

²³ De acordo com Victor (2007), apesar de tal mecanismo realmente ocorrer, sua intensidade, pelo menos no curto prazo, é menor do que o apontado por alguns economistas, uma vez que os custos de internacionalização, a vantagem de produzir em um determinado mercado, e o desequilíbrio da economia internacional, dentre outros fatores, não serem levados em conta. Victor afirma: “a Economia tem a tendência de superestimar o problema do vazamento, pois ela analisa essas questões baseando-se em modelos de equilíbrio que não refletem as enormes variações entre fronteiras em relação aos fatores que afetam a alocação industrial.” (VICTOR, 2007. Pg. 136)

2 MITIGAÇÃO E COOPERAÇÃO INTERNACIONAL

2.1 Apresentação

A mitigação das mudanças climáticas diz respeito ao combate das fontes antrópicas desse fenômeno. Uma estratégia de mitigação do efeito estufa ampliado pelo homem inclui necessariamente medidas que visem à redução da emissão dos gases causadores desse efeito. Diversos mecanismos podem ser empregados para gerar esse tipo de resultado, desde a adoção de taxas sobre a emissão de carbono, que elevaria o preço de produtos e atividades intensivas em emissões, desestimulando seu consumo, até a aprovação de leis rígidas contra a emissão de GEE. Os tipos de medidas possíveis serão abordados na próxima seção.

A mitigação é apontada por especialistas como o único meio seguro de combater efetivamente a mudança climática (IPCC, 2007) e foi o foco das principais negociações internacionais multilaterais a respeito do aquecimento global (UNFCCC e seu protocolo de Kyoto, por exemplo). A vantagem da mitigação sobre outras possíveis respostas (adaptação e geoengenharia) está exatamente no fato de combater a origem do fenômeno, e potencialmente reverter tendências de aquecimento e não causar nenhum efeito negativo sobre os sistemas naturais do planeta. A principal desvantagem, no entanto, é o alto custo que a ampla mitigação pode acarretar para a economia mundial, sendo este o principal argumento de governos e instituições contrários à sua aplicação. No entanto, esse tipo de argumento, reconhecendo os riscos apresentados pelo aquecimento do planeta, está cada vez mais associado a propostas de retardo da mitigação do que à defesa da inação completa, baseando-se no fato de que as sociedades do futuro serão mais prósperas que as atuais e, portanto, mais capazes de se adaptar. (NORDHAUS, 2007)

Ainda assim, estudos recentes compararam os custos no futuro de diversos cenários de aquecimento global não impedido com o impacto econômico no presente da ampla mitigação das mudanças do clima apontam para a vantagem dos esforços imediatos (ACKERMAN et al., 2009). De fato, conforme apontado por Meadowcroft (2009) em um estudo do Banco Mundial, o atraso na adoção da mitigação, além de estreitar as opções de ações para o futuro, torna-as mais caras.

Um dos principais determinantes do sucesso e do custo de um regime de mitigação internacional é o nível de estabilização escolhido. O nível de estabilização corresponde à

concentração limite de GEE na atmosfera tida como aceitável por tomadores de decisão e utilizada como referência para a arquitetura de uma política de combate ao aquecimento global²⁴. De acordo com o relatório de 2007 do IPCC, para que a concentração de GEE na atmosfera se estabilize, as emissões deverão aumentar, até um valor de pico, e a partir daí devem declinar. Quanto mais baixa for a meta decidida para o nível de estabilização da concentração, mais rápido deverão ser o pico e o declínio nas emissões, e mais esforços serão exigidos para a reestruturação do padrão de emissão de todos os países (IPCC – SPM3). Da mesma forma, dado um nível escolhido para a estabilização, quanto mais cedo medidas eficazes forem tomadas, menores os custos totais gerados pelas mudanças climáticas em todos os setores, e menores os custos totais das ações de combate a esse fenômeno (FISHER et al, 2007). A estabilização das concentrações de GEE está prevista no artigo Dois da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática.

O objetivo máximo desta Convenção e de qualquer instrumento legal que a Conferência das Partes venha a adotar é atingir [...] a estabilização das concentrações atmosféricas de gases do efeito estufa em um nível que previna a perigosa intervenção antropogênica no sistema climático. Tal nível deverá ser atingido dentro de uma escala de tempo que seja suficiente para permitir que os ecossistemas se adaptem naturalmente às mudanças, que a produção alimentícia não seja ameaçada e que possibilite que o desenvolvimento econômico prossiga de maneira sustentável.²⁵ (UNFCCC, 1992 – Artigo Segundo)

A escolha de um nível de estabilização, assim como a maioria das escolhas relativas à mitigação do aquecimento global é, de certa maneira, arbitrária. Ela implica na comparação entre os riscos de cada nível de aquecimento com os custos em mitigação para garanti-lo (ROGNER et al., 2007). A arbitrariedade jaz na valorização que o tomador de decisão, ou a sociedade e o governo a que ele responde, faz de cada um dos lados.

Essa questão foi apresentada aqui para ilustrar algumas das principais dificuldades e características da mitigação que serão abordadas ao longo deste capítulo. A primeira característica, que permeia todos os campos relativos à mudança climática, é a importância da obtenção de dados científico para responder ao aquecimento global, como, por exemplo, as investigações sobre os risco de se ter uma determinada concentração de CO₂ na atmosfera.

²⁴ Ver a tabela 2.1 para exemplos de níveis de estabilização e as faixas de aquecimento a eles associadas.

²⁵ No original: « The ultimate objective of this Convention and any related legal instruments that the Conference of the Parties may adopt is to achieve, in accordance with the relevant provisions of the Convention, stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system. Such a level should be achieved within a time frame sufficient to allow ecosystems to adapt naturally to climate change, to ensure that food production is not threatened and to enable economic development to proceed in a sustainable manner ».

Outra questão importante é a diferença de percepção da importância que combater o aquecimento global tem em diferentes sociedades. Essa diferença traz consequências significativas para a formulação de mecanismos internacionais para responder a esse problema. Atrelada a essa questão está a dificuldade de definir alguns conceitos básicos da mitigação. Por exemplo, o que exatamente constitui a “perigosa intervenção antropogênica” é algo ainda bastante discutido por cientistas e formuladores de política (ROGNER, 2007). Outra característica diz respeito à importância que critérios essencialmente econômicos desempenham na determinação de políticas nacionais, regionais e internacionais de combate ao aquecimento global. Os custos de amplas ações de mitigação são em princípio bastante altos, e serão avaliados de acordo com o retorno de bem-estar que essas ações potencialmente acarretarão. Além disso, economias de diferentes regiões e níveis de desenvolvimento reagirão de maneira diferente a cada tipo de políticas de mitigação e, portanto, as melhores políticas para um país podem ou não gerar os mesmos resultados em um outro, ou ter um custo maior para serem implementadas. Por fim, a escolha de um nível de estabilização não dependerá apenas do esforço dos governos, mas também da ação de empresas (CLAUSSEN, 2007) e de indivíduos que deverão alterar comportamentos e preferências já há muito assimilados (LIVERANI, 2009).

Ao longo deste capítulo as características apresentadas acima serão avaliadas de maneira mais detalhada, especialmente em sua relação com a formulação de mecanismos internacionais de mitigação

2.2 Variáveis que afetam as políticas de Mitigação

2.2.1 Os objetivos

Diversos aspectos afetam a formulação de uma política de mitigação: as políticas disponíveis, a percepção do problema pelas populações, as diferenças regionais e econômicas entre os emissores, dentre outros. Todos esses pontos devem ser ponderados na definição dos objetivos de um regime climático internacional, em que limites de temperatura máxima ou nível máximo de emissões são traçados. Como as principais iniciativas de combate ao aquecimento global – UNFCCC (1992) e seu protocolo de Kyoto (1998) – definem objetivos a partir da estabilização da concentração de GEE na atmosfera, e a literatura de diversos

campos científicos dá mais proeminência a esse tema (ver IPCC, 2007, STERN, 2006, e MCKINSEY, 2009), trataremos apenas do nível de estabilização de concentrações. Limites de temperatura, que de maneira geral correspondem a 2°C de aquecimento em relação a níveis pré-industriais, serão abordados quando vinculados a níveis de estabilização.

Como mencionado acima, o Artigo Segundo da Conferência Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática estabelece como seu objetivo máximo estabilizar as concentrações de GEE na atmosfera. Desde a adoção da convenção o nível de estabilização não foi definido por nenhum documento internacional.

A principal dificuldade na definição dos níveis de estabilização está na definição do que consiste “a perigosa intervenção antropogênica no sistema climático” (UNFCCC, 1992 – Artigo Segundo). Qualquer definição a respeito, argumentam Rogner et al. (2007), envolve julgamentos normativos, uma vez que as noções de perigo variam entre diferentes sociedades. Como consequência, acordos com objetivos universais tendem a estabelecer decisões vagas ou fracas (BARRETT, 2003), estabelecendo uma síntese entre as visões das partes.

Recentemente, as distâncias entre os diferentes limites considerados aceitáveis pela comunidade científica estão mais estreitas, entre 350ppm (ACKERMAN et al., 2009), 450 ppm (RICHARDSON et al., 2009) e 550ppm²⁶ (STERN,2008), sendo que a maioria advoga o limite de 450 como sendo o nível ideal em que a economia não ficaria comprometida (MCKINSEY, 2009).

A escolha de limites mais baixos de estabilização, como o de 450 ppm, implica que as reduções de emissões deverão ser implementadas urgentemente, dadas as taxas constantes de elevação nas emissões nos últimos anos e seus impactos sobre a concentração atmosférica de GEE (FÜSSEL)²⁷. Ademais, durante o período sem mitigação, diversos setores da economia prosseguiriam com investimentos intensivos em carbono, uma grande parte dos quais são estruturas de longo prazo (transportes, construções, indústria, por exemplo). Isso significa que o atraso na mitigação implica não apenas em um nível base de emissões superior, e, portanto, mais dificilmente contornado, mas também em custos mais elevados

²⁶ Stern defende que o limite de 550 ppm não é desejável e deve ser acatado apenas se as políticas necessárias para garantir limites mais baixos não forem garantidas.

²⁷ De acordo com Füssel (2009), caso a redução fosse iniciada agora, a uma taxa de redução de 1%, seria possível estabilizar a concentração de GEE em 475ppm. Segundo o autor, cada ano de atraso na mitigação resultaria na perda de opções de redução a uma taxa de 9ppm por ano, muito superior ao crescimento atual de 2ppm. Isso significa que o atraso da mitigação impossibilita determinados níveis de estabilização a uma velocidade muito elevada.

para sua implementação e no desperdício do abatimento potencial referente ao tempo transcorrido (MCKINSEY, 2009).

Uma vez determinado, o objetivo de estabilização tem consequências fundamentais em toda a política formulada, com impacto sobre os caminhos de redução de emissões, a factibilidade, o planejamento e a escala das medidas de adaptação necessárias para o futuro, bem como a definição de danos inevitáveis (ROGNER et al., 2007). Quanto mais severo o limite de emissões, mais essa política deverá coordenar diferentes setores da sociedade, exigindo, nos casos mais extremos, verdadeiras transformações no comportamento dos diferentes atores de uma sociedade.

A eventual escolha do cenário de estabilização de 450ppm, freqüentemente defendido por aliar boas chances de manter o aquecimento abaixo de 2°C a custos relativamente baixos, exigirá esse tipo de transformação. De acordo com a Agencia Internacional de Energia (AIE), o cenário de 450ppm é possível, mas implica em desafios importantes e iminentes. Para atingir esse limite, seria necessário que as emissões atingissem seu pico durante a próxima década e que elas fossem reduzidas em 50% até 2050 (ROGNER et al. 2009). Para isso, de acordo com a AIE (2009) é preciso uma abordagem híbrida de políticas de mitigação que traga “uma combinação plausível de sistemas de comércio de emissões, acordos setoriais²⁸ e medidas nacionais, com os países se submetendo a responsabilidades comuns, porém diferenciadas” (AIE, 2009. Pg.04).

Para Meadowcroft (2009) a redução intensa no padrão de emissões causará uma mudança dramática nos padrões de produção e consumo atuais. Para garantir essa transição seria necessário que a economia mundial obtivesse altos níveis produtividade por tonelada de CO₂ emitida (BARRET, 2007), e para isso seria preciso uma transformação em setores centrais da economia, como a agricultura, indústria, energia, construção civil, e até no uso de florestas (MEADOWCROFT, 2009). Além disso, a mitigação ampla demandará o desenvolvimento e o emprego de novas tecnologias e novas técnicas. Por fim, os governos são os atores principais dessa transformação, pois são os condutores das mudanças políticas e podem acelerar e orientar a mudança para o desenvolvimento com baixa emissão (MEADOWCROFT, 2009).

²⁸ Acordos setoriais são propostas de compromissos flexíveis dos países em desenvolvimento, através das quais esses países podem propor e aplicar linhas de crédito, sem necessariamente recorrer a rígidos mecanismos internacionais. (FIGUERES & STRECK, 2009)

2.2.2 As atividades emissoras e o potencial de mitigação²⁹

Como já é amplamente conhecido, a emissão antrópica de CO₂ e outros gases do efeito estufa é um subproduto das mais variadas e importantes atividades econômicas e parte vital da economia mundial. O gráfico 3.1 ilustra as principais atividades emissoras e serve para ilustrar a magnitude do problema econômico imposto pela necessidade de mitigar a mudança climática. Nesta seção analisaremos os impactos das principais atividades, bem como algumas das possibilidades de mitigação oferecidas por cada uma.

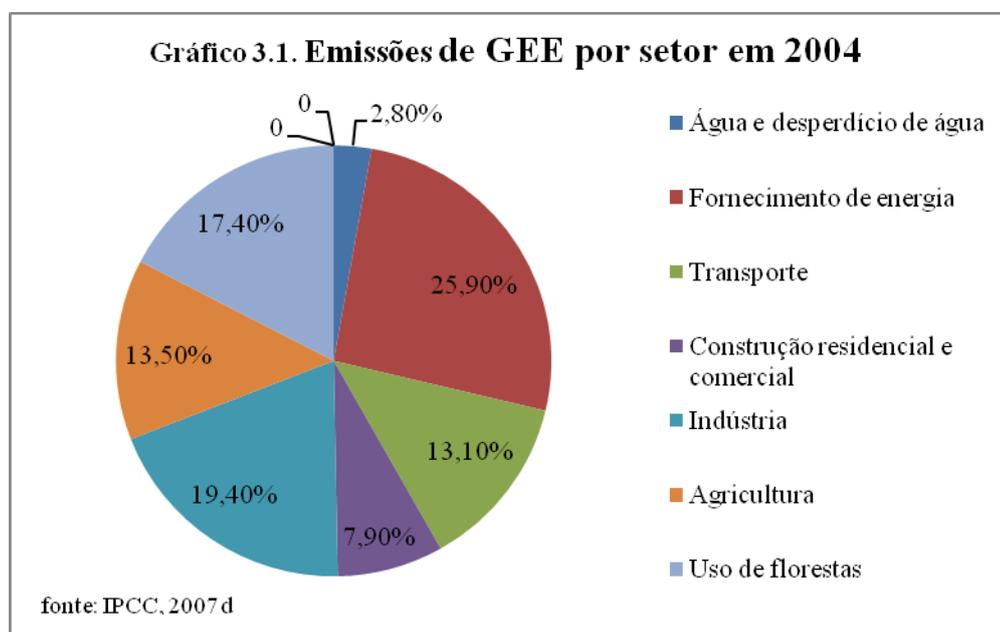


Figura 4 – Gráfico Emissões de GEE por setor em 2004.

2.2.2.1. O setor energético

Como apontado pelo gráfico, a indústria energética é a maior fonte de emissões de GEE, especialmente devido à importância do carvão no fornecimento de eletricidade³⁰. As previsões da AIE (2009) apontam para uma elevação na demanda mundial por combustíveis fósseis a taxas que podem intensificar a acumulação de CO₂ e outros gases nocivos na atmosfera. Além disso, a demanda por energia em si, em cenários sem mitigação, deve aumentar em 76% no período entre 2007 e 2030, requerendo novos investimentos no setor.

²⁹ Uma excelente visão da extensão da relação das mudanças climáticas é dada na Figura 2.1, disponível em anexo.

³⁰ De acordo com a AIE (2009), o carvão é a principal fonte de eletricidade no mundo, responsável por 42% do total de energia elétrica fornecido.

Uma característica básica do setor de energia é o fato de investimentos em estoque de capitais nessa área serem efetuados em perspectivas de longo-prazo. Usinas termelétricas, por exemplo, têm uma faixa de duração superior a 15 anos. Isso significa que uma usina construída hoje com tecnologia intensiva em carbono estará em uso por, pelo menos, mais 15 anos.

Atualmente, conforme análises do IPCC (2007), já estão disponíveis as tecnologias necessárias para a construção de usinas mais eficientes no uso de combustíveis e para a renovação de usinas antigas. Além disso, alternativas de produção de energia renovável (eólica, hidrelétrica, solar, entre outras) estão cada vez mais eficientes e produtivas, o que faz o seu emprego cada vez mais vantajoso³¹. Para o cenário de 450 partes por milhão seja atingido, por exemplo, o sistema energético deverá ser completamente reestruturado, apoiado no que Richardson et al (2009) chamam de “Redes Inteligentes”³².

Para que essas alternativas sejam efetivamente empregadas e o setor energético se transforme, serão necessários investimentos na ordem de US\$ 10,5 trilhões, de acordo com a AIE. A mesma organização aponta que, apesar de os custos serem altos, tais investimentos poderiam ser amplamente compensados por economias nos gastos com combustíveis fósseis. Além disso, a diminuição no uso desses combustíveis traz co-benefícios importantes, como a diminuição da poluição, criação de novos empregos, envolvimento de comunidades locais, além de uma maior segurança energética (EDENHOFER et al. 2009).

Segurança energética diz respeito à segurança no acesso a fontes de energia e é uma das principais vantagens da implementação de sistemas energéticos mais eficientes. O rápido crescimento de nações emergentes, como China e Índia, elevou os níveis de emissão de GEE, mas também deixou no limite o fornecimento de combustíveis e concentrou mais poder sobre as nações produtoras, estimulando o desenvolvimento de fontes alternativas (GIDDENS, 2009). Preocupações com segurança energética geralmente estimulam o suprimento de energia baseado na utilização de recursos locais (ROGNER, 2007) e diversificados, formando redes energéticas flexíveis. Essas redes mais flexíveis de suprimento energético possibilitam o fornecimento de energia em locais onde as estruturas tradicionais eram excessivamente onerosas, garantindo o acesso à eletricidade para um grande número de pessoas, principalmente em países em desenvolvimento (ROGNER, 2007).

³¹ Segundo o quarto relatório do IPCC (IPCC AR4 WGIII SPM, 2007, as vantagens no emprego dessas fontes renováveis se elevam com o aumento no preço de combustíveis fósseis no mercado mundial, ,

³² Essas « Redes Inteligentes » (smart grids) combinariam diferentes elementos do sistema energético, integrando diversas frações desse sistema, garantindo o fornecimento estável e eficiente de energia.

2.2.2.2 O setor de transportes

O setor de transportes, ao contrário do que muitas vezes se imagina, não é o maior responsável pela presença de gases de efeito estufa na atmosfera. Ainda sim, 13,5% do total desses gases anualmente despejado no sistema climático (IPCC, 2007d) advém dos transportes. Ademais, o setor é um dos que oferecem maiores limitações para a descarbonização,³³ com suas emissões tendendo a subir significativamente ao longo dos próximos anos, estimuladas principalmente pelo aumento do PIB (Produto Interno Bruto) em países em desenvolvimento, remoção de barreiras de comércio, redução de custos e a adoção de meios de transporte mais rápidos (BODIRSKY et al. 2009). Algumas opções já existem para contrabalancear essa tendência, mas de acordo com Bodirsky et al. (2009), será necessário que se implementem políticas concretas para que os fatores que a impulsionam não superem os ganhos do emprego de medidas tidas como mais limpas.

Já existem algumas opções para tornar o setor de transportes mais eficiente energeticamente: produção e consumo de carros mais eficientes, utilização de biocombustíveis e alteração da base de transporte rodoviária para uma base ferroviária (IPCC WG III SPM, 2007). No caso dos veículos mais eficientes, para que eles ganhem proeminência, são necessários investimento em tecnologia, mudanças nas preferências dos consumidores e possivelmente o emprego de incentivos econômicos. A transição para o transporte ferroviário, por sua vez, exige consideráveis investimentos em infra-estrutura. Por fim, os biocombustíveis podem se tornar bastante relevantes no futuro, mas ainda são insuficientes para substituir combustíveis como a gasolina e a querosene (BODIRSKY et al. 2009). Ademais, o uso de terras cultiváveis para a produção desses combustíveis causa elevação no preço de alimentos, gerando reações contrárias aos biocombustíveis oriundos de plantações realizadas em terras férteis (RICHARDSON et al. 2009). Ainda que levantem controvérsia, os biocombustíveis são, de acordo com Rogner et al. (2009), bastante importantes, no curto-prazo, para reduzir a dependência de combustíveis líquidos para carros e, no longo prazo, para substituir o uso de combustíveis fósseis em aviões e navios.

Uma base de transporte limpa, apesar das complicações mencionadas acima, traria benefícios concretos na redução da emissão de carbono, e também ocasionaria co-benefícios significativos que abateriam em parte o custo da transição. Dentre esses co-benefícios

³³ Descarbonização significa a redução da intensidade de carbono de uma economia ou de um setor econômico (EDENHOFER et al. 2009).

estariam questões como a redução de congestionamentos; a melhoria da qualidade do ar, com uma consequente melhoria em saúde pública; e, também, o ganho em segurança energética (IPCC WG III SPM, 2007).

De maneira geral, argumentam Bodirsky et al., para que o setor dos transportes contribua para o alcance de objetivos de longo-prazo de uma maneira economicamente eficiente, será necessário medidas mais extensas que sua simples inclusão em mecanismos de comércio de emissões. Para os autores, esse objetivo demandará uma

combinação de ferramentas de políticas complementares, que lidem com falhas de mercado específicas e com o comportamento dos consumidores; alguns exemplos são o planejamento espacial que reduza a necessidade de transporte, a provisão de sistemas públicos de transporte e o estabelecimento de padrões de eficiência³⁴. (BODIRSKY et al, 2009. Pg. 40)

2.2.2.3.O setor de construções

As construções, apesar de serem responsáveis por uma parcela relativamente menor do total de emissões, oferecem algumas das melhores oportunidades de mitigação, com custos que podem ser até negativos. Grande parte dessas oportunidades estaria ligada à construção voltada para a eficiência energética e a reforma das construções já existentes, de maneira a garantir o uso inteligente de sistemas de eletricidade, aquecimento e resfriamento. O relatório de 2007 do IPCC prevê que as alternativas de mitigação no setor poderiam ocasionar uma redução de até 30% de suas emissões, com ganhos econômicos concretos. Apesar dessas vantagens, esse tipo de medida ainda não está perto de atingir seu potencial.

Existem três desafios principais que limitam o aumento da eficiência desse setor (MCKINSEY, 2009). O primeiro é o fato de que o retorno financeiro de investimentos em opções de maior eficiência energética se dá apenas no longo prazo, exigindo muitas vezes estímulos governamentais para serem empreendidos. Em seguida vem a questão de que o custo inicial de construções e equipamentos energeticamente eficientes muitas vezes é mais alto do que o dos tradicionais. Como construtores muitas vezes trabalham com restrições severas de custos, mesmo que eles conheçam a alternativa em questão, não poderão colocá-la em prática. Ademais, existe a questão da visibilidade: devido a políticas de subvenção, os

³⁴ A combination of complementary policy tools addressing specific market failures and consumer behavior is required, e.g. transport-reducing spatial planning, the provision of public transport systems and efficiency standards.

consumidores de diversos mercados não veem os custos reais de sistemas de luz, aquecimento e resfriamento. Levi et al (2009) apontam também para a questão da informação. De acordo com esses autores, a população frequentemente não sabe que poderia efetuar mudanças que levariam à economia de dinheiro, ou simplesmente não se esforça para executar essas mudanças. As soluções, de acordo com um relatório da McKinsey (2009), seriam a melhor regulação do setor (grandes números de pequenos emissores respondem melhor a regulação do que a sinais de preço) e a implementação de novas soluções de mercado.

2.2.2.4 O setor Industrial

Segundo o quarto relatório do IPCC (2007) a indústria, e em especial as instalações industriais intensivas em energia, apresenta um importante potencial de mitigação na melhoria de sua eficiência energética. No entanto, de acordo com o órgão da ONU, as opções de mitigação do setor são, de maneira geral, subaproveitadas, tanto em nações desenvolvidas quanto em países em desenvolvimento (IPCC WG III SPM, 2007).

O nível de intensidade de carbono do setor industrial varia amplamente de país a país, assim como varia a dimensão das oportunidades de mitigação. A indústria exportadora chinesa, por exemplo, tem a característica de oferecer mercadorias por baixos custos, o que garante sua competitividade. Mas um estudo de Ackerman (2009), demonstra que os baixos custos da indústria chinesa não estão associados diretamente aos altos níveis de emissão de carbono do país, e sim às características emissoras da economia chinesa de maneira geral. Portanto, uma transição para uma indústria de baixa intensidade de carbono na China poderia se dar com custos relativamente baixos (ACKERMAN, 2009). Na Europa Ocidental, onde a matriz industrial já está plenamente construída e a intensidade de carbono é relativamente baixa, a transformação para a indústria de baixo carbono se daria com a melhoria tecnológica das instalações antigas, não havendo necessidade de novas construções (BODIRSKY, 2009).

Essas diferenças fazem com que regimes de descarbonização que tratem especificamente de questões industriais tenham que criar mecanismos que promovam a mitigação em países e regiões com níveis industriais bastante distintos. O estabelecimento ineficiente de preços de carbono, por exemplo, pode favorecer a realocação de indústrias para locais onde os preços são mais baixos, o chamado vazamento. Medidas que respondam a esse

problema através de taxas e modificações nos sistemas alfandegários de alguns países poderiam levantar questões de quebras de direito comercial internacional (BARRETT, 2003).

Outra questão importante é o papel exercido por alguns setores industriais no total de emissões de GEE. A indústria do cimento e a de ferro e aço são responsáveis por 4% e 6% do total mundial de emissões, respectivamente, o que faz com que os desafios apresentados na produção desses materiais mereçam atenção especial na formulação de mecanismos de mitigação. Ademais, os custos de mitigação e as dificuldades de implementação são bastante altos nesse setor.

Todos esses desafios implicam que a formulação de um regime internacional deverá levar em conta as idiossincrasias das indústrias de cada região, bem como os efeitos potencialmente negativos de determinadas políticas que poderiam exacerbar diferenças competitivas (MCKINSEY, 2009). Por fim, para Bodirsky et al., “o desafio é formular até 2020 uma arquitetura global para a indústria intensiva em energia”³⁵.

2.2.2.5. A agricultura

Segundo Richardson et al., 12% do território do planeta é utilizado na produção agrícola intensiva, e uma proporção ainda maior é ocupada por atividades agropecuárias. Essas atividades, principalmente a pecuária, são uma grande fonte de metano e de outros gases do efeito estufa, como o ácido nítrico, resultantes de determinados usos do solo. Com a população do planeta prevista para atingir mais de 9 bilhões de pessoas até 2050 (UN POPULATION DIVISION 2009) a demanda por alimentos deve se expandir, impulsionando as emissões do setor agrícola, bem como a demanda por água³⁶.

O setor agrícola oferece grandes oportunidades de abatimento de carbono a baixos custos, mas as medidas empregadas variam amplamente de setor em setor (IPCC WGIII SPM, 2007). Alguns estudos apontam que a mitigação nesse setor poderia resultar em uma redução de 50% em suas emissões, a custos neutros ou negativos (MCKINSEY, 2009). A maior parte desse potencial se daria por técnicas de seqüestro de carbono no solo³⁷. Essas técnicas, no

³⁵ No original: “the challenge is to have a global architecture for the energy intensive industry after 2020”.

³⁶ De acordo com Richardson et al, 70% da água doce canalizada para atividades humanas é empregada na produção de alimentos na agricultura.

³⁷ O seqüestro de carbono é a captura de CO₂ pelo solo, que ocorre naturalmente em solos cujo equilíbrio orgânico está preservado. Medidas para gerar o seqüestro de carbono incluem a recuperação dos solos e o uso de tecnologias que intensifiquem a capacidade de um determinado solo de absorver esses gases (ESL

entanto, permaneceriam ativas por um período de 20 a 40 anos, o que implica que alternativas deverão ser encontradas para a mitigação no longo prazo (MCKINSEY, 2009).

As principais dificuldades de implementação de medidas de mitigação de emissão de CO₂ nesse setor advêm da alta fragmentação e baixa regulação da prática agrícola em diversas partes do mundo, especialmente nos países em desenvolvimento. Para estabelecer políticas eficazes nesse cenário seria preciso uma combinação de políticas governamentais com campanhas educativas para o melhor uso dos solos e estímulos para que práticas sustentáveis, que incrementam a capacidade de absorção de CO₂ dos solos e também geram menos emissões, tornem-se atraentes para os produtores (PAUSTIAN et al. 2006). Outras dificuldades são a longa implementação dessas medidas, as imperfeições nos mecanismos de medição, o vazamento da produção de uma propriedade em que os solos foram restaurados para solos não restaurados e a possibilidade de que o carbono sequestrado seja liberado na atmosfera.

2.2.2.6. O desflorestamento

No Brasil, a maior parte das emissões de CO₂ se origina no desflorestamento de terras para o uso agropecuário (ERICKSON et al. 2009), e justamente o combate ao desflorestamento compõe cinquenta por cento do potencial de mitigação de países tropicais (IPCC WGIII SPM, 2007). De maneira geral, o desmate está associado à limpeza de terras para atividades agrícolas e madeireiras, o que assola a capacidade natural dos solos de absorver CO₂, tornando as áreas devastadas emissoras, ao invés de mitigadoras. A conservação das florestas e outros ecossistemas é essencial não apenas para a mitigação mas também para a preservação da biodiversidade e conservação de recursos hídricos, gerando co-benefícios importantes às atividades mitigatórias (MARENGO, 2006).

As principais falhas na prevenção do desmatamento são: leis complexas e inconsistentes, leis insuficientes ou inexistentes, corrupção, instituições fracas, falta de transparência e baixa prestação de contas (UN-REDD). Outras dificuldades é a pequena oferta de atividades alternativas ao desmatamento que sejam atraentes para os envolvidos no desflorestamento e também medidas que tornem a utilização das áreas já desflorestadas mais eficientes e sustentáveis (CAMPOS, 2001). Além disso, a inclusão de mecanismos legais

FORUM, 2009). O seqüestro de carbono traz também a vantagem de promover o desenvolvimento sustentável, mas não reduz as emissões da atividade agrícola em si, apenas as neutraliza.

anti-desflorestamento em regimes internacionais historicamente enfrenta a resistência dos países em desenvolvimento(VIOLA, 2005),

2.2.3. Barreiras e oportunidades de mitigação

2.2.3.1. O papel da tecnologia.

O desenvolvimento de novas tecnologias tem um papel central na mitigação de larga escala e na fixação de baixos níveis de estabilização. Segundo Rogner et al. (2009), será economicamente impossível garantir esses níveis sem ampla pesquisa, desenvolvimento, demonstração, emprego e difusão de tecnologias (PDDE&D) e sem que ocorra mudança tecnológica induzida (MTI) (ROGNER et al. 2007). Eles argumentam também que para que a MTI e a PDDE&D ocorrerem na intensidade necessária o papel do governo é crucial, ao arcar com os custos iniciais e estimular o investimento. Com o tempo e com os incentivos necessários, o setor privado deverá cumprir esse papel. Porém, essas ferramentas serão complementos necessários a boas políticas climáticas, sem, no entanto, substituí-las (ROGNER et al. 2007).

Para Richardson et al. (2009), não existe, e provavelmente nunca virá a existir, uma tecnologia que resolva todos os problemas climáticos e substitua o uso de qualquer combustível fóssil. Mas o autor aponta que o emprego de uma combinação de tecnologias pode contribuir para que países e regiões com patamares distintos de emissões e de desenvolvimento econômico e social desenvolvam as combinações tecnológicas que melhor atendam a suas necessidades (RICHARDSON et al., 2009).

Um estudo da Universidade de Harvard aponta para a importância da transferência tecnológica de países desenvolvidos para países em desenvolvimento (HARVARD, 2009). Para Meadowcroft (2009), esse mecanismo, bem como a ajuda financeira para empregá-lo, será parte das futuras negociações climáticas.

2.2.3.2. A relação com a economia

Stern (2008) considera a emissão de GEE a maior falha de mercado já vista pelo mundo (STERN, 2008). O autor argumenta:

Todos nós produzimos emissões, pessoas em todo o mundo já sofrem com as emissões do passado, e as emissões atuais têm o potencial de causar impactos catastróficos no futuro. Assim, emissões não são externalidades ordinárias. Risco em escala global está no cerne da questão³⁸. (STERN, 2008, Pg. 1)

A atividade econômica tem ligações diretas com a origem e com a solução do problema da mudança climática. É praticamente certo que o fenômeno em si foi ocasionado pelas altas emissões de GEE de algumas das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico mundial (IPCC WGIII SPM, 2007). É também em ferramentas tipicamente econômicas, como incentivos de preço e regulação de comércio, que se encontram alguns dos mecanismos mais promissores para combatê-lo. Além disso, são justificativas econômicas que estão no epicentro da resistência mundial à mitigação.

Para que o clima se estabilize, será necessário que a economia passe por uma verdadeira transformação (LEVI et al., 2009). Todos os campos, dos padrões de consumo e preferências individuais à estrutura produtiva e fornecimento energético, sofrerão algum tipo de mudança para que as emissões se estabilizem em níveis considerados relativamente seguros. Em um cenário de crescimento populacional e econômico, essas mudanças deverão ser ainda mais dramáticas para que a mitigação não seja superada pela maior demanda de emissões ocasionada por esses fatores (ROGNER et al, 2007). LEVI et al. (2009) afirmam que as transformações exigidas pela mitigação exigirão grandes esforços, mas argumentam que, se as medidas adequadas forem empregadas de maneira eficiente, também gerarão frutos: na forma de empregos, preservação ambiental, co-benefícios de saúde, desenvolvimento sustentável, dentre outros.

Qualquer transformação na economia ocorre a algum custo. Os custos da ampla mitigação foram calculados pelo IPCC entre uma queda de 3% e uma leve elevação do PIB mundial ao longo dos próximos 20 anos, sem contar o efeito de possíveis co-benefícios (IPCC WGIII SPM, 2007). O Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (2007) também afirma que quanto maior a severidade das políticas empregadas, maior o efeito potencialmente negativo sobre o PIB (ibid.). Halsnaes et al. (2007) afirmam que os custos poderiam ser minimizados com a redução de falhas institucionais e de mercado e com o desenho de políticas climáticas que minimizem os efeitos negativos da mitigação. O papel dos governos na definição de

³⁸ No original : “We all produce emissions, people around the world are already suffering from past emissions, and current emissions will have potentially catastrophic impacts in the future. Thus, these emissions are not ordinary, localized externalities. Risk on a global scale is at the core of the issue”. (STERN, 2008, Pg. 1)

políticas econômicas e climáticas convergentes é central para atingir o maior nível de mitigação aos menores custos.

2.2.3.4. O papel do Estado e de Governos

Segundo o IPCC, governos têm um papel crucial em prover o ambiente adequado para o surgimento de medidas de mitigação, focando em aspectos centrais como o desenvolvimento de arcabouços institucionais, políticos, legais e regulatórios, de maneira a sustentar fluxos de investimento e transferências tecnológicas (sem as quais a mitigação em larga escala será dificilmente alcançada). No entanto, o órgão ressalta que em muitos países esse papel ainda está aquém do necessário. Um exemplo é o fato de que, no mundo todo, investimentos governamentais em pesquisa energética, em termos reais absolutos, estão estagnados ou declinantes, sendo que os níveis de hoje correspondem à metade dos da década de 1980, quando foram impulsionados por sucessivas crises no abastecimento de petróleo (IPCC WGIII SPM, 2007).

Para Giddens (2008), um obstáculo para a ação governamental pode ser o fato de que governos democráticos usualmente respondem às demandas imediatas de seus eleitores. “Como pensar no longo-prazo em sociedades que tendem a ser dominadas por questões de curto-prazo?” (GIDDENS, 2008. Pg.8) Além disso, os governos desses países representam partidos e dependem de câmaras legislativas altamente divididas para aprovar novas medidas obrigatórias. Daí surge a segunda pergunta: “como sustentar o consenso em face da tendência de os partidos sempre buscarem mais capital político a ser explorado?”(ibid.) Para o autor, a chave é o planejamento, que, neste caso, significa: visão de longo-prazo, com um quadro regulatório e institucional eficiente; integração da questão climática em todas as esferas governamentais, e não apenas em uma agência especializada; e, principalmente, a interação com outros Estados na formulação de acordos internacionais de combate ao aquecimento global e na aplicação desses acordos.

Para Richardson et al., o papel do dos Estados é essencial na formulação de novas arquiteturas que incluam iniciativas nacionais que visem a difusão tecnológica e a redução das emissões, mas que sejam coordenadas internacionalmente. Para os autores, um dos principais desafios está em transformar o cenário de governança atual, uma série de regimes e sistemas

de governança individuais, em uma solução inovadora de arquitetura institucional integrada para a governança do sistema terrestre.

2.2.3.5 Os indivíduos

Na questão do aquecimento global o comportamento individual é de extrema relevância, não apenas porque o comportamento individual influencia as taxas de emissão de carbono, mas também porque, em Estados democráticos, os cidadãos escolhem seus governantes, que por sua vez formam governos que se tornam os principais atores das políticas climáticas. Os governantes também são indivíduos, sujeitos a padrões de comportamento mental. (LIVERANI, 2009). Indivíduos também podem atuar como líderes locais, estimulando a mitigação. Além disso, muitos indivíduos trabalham em ONGs e instituições de pesquisa que podem exercer pressão sobre os tomadores de decisão e trabalhar para disseminar conhecimento sobre o assunto da mudança climática (ROGNER et al. 2007).

Em seu estudo sobre a importância do comportamento individual na formulação de políticas públicas, Andrea Liverani (2009), enumera os motivos para a inação individual. O primeiro é a questão das prioridades: assim como no caso dos Estados, nossas preocupações imediatas podem nos impedir de agir de acordo com as informações existentes, mesmo que saibamos que essa ação nos beneficiaria. O segundo motivo é o fato de que não apenas considerações estritamente de mercado afetam nossas decisões: se os valores pessoais de um indivíduo são atacados por determinada ação de mitigação, ele provavelmente não irá defendê-la. O terceiro ponto é que o custo de decisões substanciadas pode ser muito elevado no nível de uma residência, pois muitas vezes trazem custos de transação para a aquisição e interpretação de informação. Em quarto lugar, problemas de mitigação são, muitas vezes, problemas comuns, que exigem ações coletivas, as quais são estruturalmente constrangidas por indivíduos normalmente maximizadores de seus próprios interesses e de sua própria racionalidade. Por fim, relacionada a esse motivo, está a questão, demonstrada pela teoria dos jogos, que a cooperação sob tais condições exige que os retornos individuais sejam claros, o que, dada a incerteza intrínseca ao assunto, não é o caso das respostas e impactos da mudança climática. (LIVERANI, 2009).

O autor conclui que qualquer política pública que lide com a mudança climática deverá levar em conta essas características individuais e estabelecer mecanismos que

contrariem algumas das tendências de comportamento individual (LIVERANI, 2009). Barrett (2003) argumenta em relação ao comportamento dos Estados que tendem a maximizar seus próprios interesses e, portanto, dificilmente cooperam em “jogos” de múltiplos atores em que o comportamento dos outros seja imprevisível: esses jogos devem ser reescritos, tornando a participação e o cumprimento parte dos seus interesses. Da mesma forma, argumenta Liverani (2009), os Estados devem estruturar suas políticas de combate e adaptação às mudanças climáticas de maneira a estimular que as ações individuais sejam congruentes com as iniciativas governamentais. Ao contrário do que ocorre entre os Estados, indivíduos são governados. Os governos, portanto, têm a opção de criar instituições e normas que direcionem o comportamento individual, e devem recorrer a esse tipo de medida também no caso da mudança climática, argumenta Liverani (2009).

2.3 Esforços de Cooperação Internacional

2.3.1 O Direito Internacional Ambiental e a Mudança Climática

De acordo com Fitzmaurice (2001), o Direito Internacional Ambiental (DIA), é parte fundamental do Direito Internacional, sendo que diversas instituições do primeiro – como cortes de arbitragem e as responsabilidades dos Estados – são preocupações importantes do segundo. O DIA, no entanto, de acordo com a autora, possui algumas características peculiares, que contribuíram inclusive para a evolução do Direito Internacional Público (DIP) como um todo. No DIA, por exemplo, muitos assuntos extrapolam o nível tradicional de relações bilaterais entre Estados, e há uma tendência maior ao multilateralismo, em contrapartida às relações predominantemente bilaterais no DIP, impulsionada pela própria natureza da proteção ambiental (FITZMAURICE, 2001).

É exatamente nessa tendência que se situam os tratados e acordos climáticos, cuja origem remete à Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano de 1972, a Conferência de Estocolmo, um marco no DIA por ter reconhecido a importância do meio-ambiente e o impacto das ações antropogênicas nele (FITZMAURICE, 2001). Soares (2003) considera a Declaração sobre o Meio Ambiente Humano, assinada em Estocolmo, um documento equiparável à Declaração Universal sobre os Direitos do Homem (adotada em 1945 pela Assembleia Geral da ONU). O autor argumenta que

ambas as declarações tem exercido o papel de verdadeiros guias e parâmetros na definição dos princípios mínimos que devem figurar tanto nas legislações domésticas dos Estados, quanto na adoção dos grandes textos do Direito Internacional da atualidade. (SOARES, 2003. Pg. 55)

De fato, o a Declaração adotada em 1972, foi um divisor de águas no tratamento das questões ambientais. Além de ter sido o primeiro documento de escopo praticamente universal a ressaltar a importância da preservação ambiental, a Declaração de Estocolmo abriu caminho para a confecção de novos tratados multilaterais (globais e regionais), que passaram a regular questões como a biodiversidade, o uso de rios e lagos, o risco de desastres ambientais advindos de atividades nucleares, dentre outras (FITZMAURICE, 2001).

Por fim, é a partir de Estocolmo, no entanto, que se abre a discussão entre as diferenças entre o Norte e Sul em questões ambientais. De acordo com Vogler (2008) é naquela conferência que fica claro para o mundo inteiro que a proteção ambiental nos países em desenvolvimento deveria ocorrer de maneira distinta da praticada em países industrializados. Para as nações do Sul, questões ambientais não poderiam ser separadas de suas demandas por desenvolvimento, auxílio econômico, e reestruturação das relações econômicas (VOGLER, 2008).

Outros documentos internacionais foram aprovados após Estocolmo, mas nenhum foi tão impactante para as negociações sobre as mudanças climáticas quanto o Protocolo de Montreal, que será analisado abaixo.

2.3.2 O Protocolo de Montreal

O Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Empobrecem a Camada de Ozônio, de 1987, foi estabelecido em seguimento à Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio (1985) em resposta à ameaça causada por clorofluorocarbonetos³⁹ (CFC) à camada de ozônio e com o objetivo de regular e limitar internacionalmente o uso dessas substâncias. O Protocolo de Montreal é apontado por diversos observadores como um caso ímpar de sucesso na história de tratados internacionais ambientais (BENNEDICK, 1998). Kofi Annan, ex-secretário-geral das Nações Unidas, se referiu ao Protocolo como “talvez o tratado

³⁹ A rarefação da camada de ozônio foi ligada à produção de CFCs e derivados por pesquisas científicas nos anos seguintes, levantando a necessidade de uma resposta da comunidade internacional. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE).

internacional mais bem sucedido da história”⁴⁰ (UNITED NATIONS ...). O Protocolo abordava uma questão literalmente global, recém identificada cientificamente⁴¹ e que requeria esforços agregados de um grande número de atores, tanto entre os países industrializados quanto entre os países em desenvolvimento. Além disso, estabeleceu mecanismos permanentes de compromisso legal acordados pelas partes, com objetivos e datas previamente estabelecidos e sujeitos a revisões periódicas. Essas características garantiram que o Protocolo respondesse de maneira eficiente a um problema de grande complexidade, obtendo resultados bastante superiores ao inicialmente esperado (GRUNDIG, 2006).

O sucesso de Montreal, de acordo com Barrett (2003), se deu porque o Protocolo foi capaz de reestruturar os incentivos para a cooperação, fazendo com que tanto a participação quanto a obediência a suas decisões correspondessem aos interesses da grande maioria das nações. Segundo Esty (2007), os mecanismos que permitiram essa reestruturação de incentivos foram a possibilidade de punições para o descumprimento, na forma de sanções comerciais; e a existência de prêmios, na forma de auxílio econômico advindo do Fundo de Montreal para a Proteção da Camada de Ozônio, fornecidos aos países em desenvolvimento que obedecessem às demandas do Protocolo. Segundo Barrett (2003) as razões do sucesso de Montreal vão muito além da presença de mecanismos de prêmio e punição apontados por Esty (2007). Em seu longo estudo analítico sobre o Protocolo de Montreal, o autor enumera os seguintes motivos para esse sucesso⁴².

- **Flexibilidade e Perenidade:** o Protocolo de Montreal foi confeccionado para ser sucessivamente ajustado, a partir de freqüentes avaliações técnicas, científicas, econômicas e tecnológicas. Mesmo atualmente, o Protocolo é freqüentemente editado. No entanto, as decisões vigentes no Protocolo não têm uma data de expiração, sendo válidas até que as partes decidam coletivamente por sua nulificação.
- **Estreito, porém profundo:** Os negociadores do Protocolo optaram por um tratado que não dependesse da adesão inicial da maioria absoluta dos Estados, temendo dificultar as negociações em aspectos legais. Com o tempo, no entanto, o Protocolo obteve adesão de grande número de Estados, enquanto que as medidas tornaram-se cada vez mais severas;

⁴⁰ No original: "perhaps the most successful international agreement to date"

⁴¹ Os danos causados por CFCs à camada de ozônio foram identificados teoricamente apenas na década de 70. A comprovação desses danos, por sua vez, ocorreu apenas em meados da década de 1980. (BARRETT, 2003)

⁴² Todas as informações da lista abaixo foram retiradas de Barrett (2003) à menos que explicitado o contrário.

- **Nível mínimo de participação:** As decisões de Montreal só passariam a valer se pelo menos 11 países, compondo no mínimo três quartos das emissões globais de CFC, o ratificassem. Em primeiro de janeiro de 1989, a primeira data prevista no documento, o Protocolo entrou em operação com 30 partes, compondo 83% do total de emissões;
- **Proibição de comércio com não signatários:** as partes não poderiam importar nem exportar de não signatários produtos contendo CFC. Provisões no Protocolo permitiam, inclusive, que essas restrições fossem estendidas a produtos fabricados com uso dessas substâncias. O nível de participação garantiu que as restrições de comércio adotadas pelas partes contra não-signatários não fossem nocivas a elas próprias, o que as tornaria pouco críveis e, portanto, ineficazes. Ao mesmo tempo, a perda da renda do comércio desses produtos estimulou a adesão de países que não tinham a proteção da camada de ozônio entre suas prioridades, como China e Índia.
- **Objetivos e Datas definidos:** o Protocolo começa por definir o ano de 1986, um ano antes do encontro em Montreal, como ano base a partir do qual as emissões deveriam decrescer. Estabelecer um ano anterior ao acordo evitou que as partes “se preparassem” para a entrada em vigor, emitindo mais CFC do que o usual e garantindo uma base mais flexível. Além disso, as datas e objetivos foram traçados já no primeiro documento para um período de dez anos, que previa o aumento periódico do controle de substâncias.
- **Diferenciação entre os países:** países em desenvolvimento, cuja produção de CFC estivesse abaixo de um determinado patamar, só precisariam colocar em prática as medidas do Protocolo dez anos após as datas exigidas para os outros países, conquanto suas emissões não ultrapassassem aquele patamar inicial. Além disso, o Protocolo prevê que as partes devem assegurar que países em desenvolvimento tenham acesso a substâncias e tecnologias alternativas, e recebam auxílio para colocá-las em prática de maneira expedita. Por fim, o Protocolo estabelece que as Partes deveriam facilitar aos países em desenvolvimento a provisão de programas de “subsídio, auxílio, crédito, garantias e seguro” (PROTOCOLO DE MONTREAL 1987, art. V) para o uso em tecnologias alternativas e produtos substitutos.

- **Punições e prêmios:** punições à não obediência foram inseridas no Protocolo apenas quando o risco de não obediência surgiu. Com o fim da União Soviética, a proteção da camada de ozônio perdeu sua importância relativa diante das dificuldades econômicas enfrentadas pela Rússia e pelas repúblicas recém independentes e exigiu que medidas fossem adotadas para evitar o não-cumprimento do Protocolo.⁴³ Tais medidas continham tanto elementos de punição, quanto mecanismos de auxílio. Isso garantiu que, ao não cumprir com as regras, os Estados não apenas estariam perdendo, devido às punições, como também deixando de ganhar. Acordos relativos a essas medidas foram postos em prática já em 1995, demonstrando sua credibilidade e sua eficácia.
- **Tratamento diferenciado para produtos químicos distintos:** cada substância tinha sua importância de abatimento elencada de acordo com seu potencial danoso sobre a camada de ozônio. As partes eram, assim, incentivadas a investir na redução da emissão das substâncias mais nocivas ao ozônio e dos químicos menos essenciais para sua economia;
- **Vantagens claras na preservação:** os danos materiais que poderiam ser causados pela destruição da camada de ozônio eram substancialmente mais elevados do que os custos para combatê-la⁴⁴. Além disso, os custos diluíam-se à medida que novos países adotassem medidas restritivas de CFC, pois a tecnologia necessária ficaria cada vez mais comum, além de a experiência anterior poder servir de exemplo prático. Ainda assim, conforme a tabela 3.1, mesmo sem cooperação internacional os países teriam estímulos para agir unilateralmente na sua proteção. A tabela também mostra, que, no entanto, os benefícios monetários da cooperação ultrapassam significativamente os da ação

⁴³ Essas medidas, adotadas no Quarto Encontro das Partes, em 1992, incluem: assistência em transferência tecnológica e auxílio financeiro; emissão de avisos; suspensão de direitos e privilégios garantidos pelo Protocolo. No texto original: “a. appropriate assistance, including assistance for the collection and reporting of data, technical assistance, technology transfer and financial assistance, information transfer and training ; b. Issuing cautions ; c. Suspension, in accordance with the applicable rules of international law concerning the suspension of the operation of a treaty, of specific rights and privileges under the Protocol, whether or not subject to time limits, including those concerned with industrial rationalization, production, consumption, trade, transfer of technology, financial mechanism and institutional arrangements”. (UNEP/OzL.Conv.4/6, 1992)

⁴⁴ Um dos principais efeitos de diminuições na camada de ozônio seria uma elevação significativa na incidência de câncer de pele e catarata, cujos custos de tratamento ultrapassam significativamente o montante que seria empregado na proteção da camada de ozônio.

unilateral, pois a ação coletiva impediu a migração da produção para países sem regulamentos contra o uso de CFC, ou seja, o vazamento da produção.

Tabela 2
Implicações do Protocolo de Montreal para os EUA em comparação com medidas unilaterais de proteção à camada de ozônio

	Sem Controle de Emissões	Protocolo de Montreal	Implementação Unilateral de Montreal pelos EUA
Dano à Camada de Ozônio (em %)			
Em 2000	1.0	0.8	0.9
Em 2050	15.7	1.9	10.3
Em 2100	50.0	1.2	49.0
Vantagens para os EUA (em US\$bi)			
Benefícios	--	3.575	1.373
Custos	--	21	21
Benefícios Líquidos	--	3.554	1.352

Fonte: EPA (1989a) apud BARRETT (2003)

- **Side-Payments:** os países industrializados receberiam os maiores benefícios da proteção da camada de ozônio, mas precisavam da adesão dos países em desenvolvimento para garanti-la. O tratado de 1987 previa como incentivos apenas as restrições comerciais descritas acima, e estas se provaram insuficientes para garantir a participação de grande parte das nações do Sul. Em 1990 o encontro das partes incluiu uma emenda ao Protocolo, garantindo o pagamento de compensações aos países em desenvolvimento, como forma de ressarcir-los dos custos incrementais de sua participação. Essa medida, apesar de não ser isoladamente uma garantia de cooperação, comprovou-se eficaz, e apenas cinco anos depois o número de países em desenvolvimento e nações emergentes membros do Protocolo já havia triplicado.

Assim, o Protocolo de Montreal foi capaz de engajar tanto países desenvolvidos quanto países em desenvolvimento, baseando-se no que depois, na UNFCCC, viraria o princípio de “responsabilidade comum, porém diferenciada”. De acordo com Fitzmaurice (2009),

O princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada é compreendido tradicionalmente como consistido de dois níveis. O primeiro, no que concerne às responsabilidades comuns dos Estados na proteção do meio-ambiente em nível nacional, regional e global e o segundo no que concerne a necessidade de se levar em consideração as circunstâncias diferentes, e, em particular, a contribuição de cada Estado para a criação de um problema ambiental em particular, bem como a habilidade de cada Estado de prevenir, reduzir e controlar a ameaça. O segundo elemento é baseado no conceito da obrigação de tornar os recursos disponíveis aos países em desenvolvimento, no lugar de apenas configurar o auxílio dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento⁴⁵ (FITZMAURICE, 2001).

De fato, o protocolo de Montreal obteve grande sucesso em engajar a Comunidade Internacional de maneira geral e conta hoje com participação quase total, com 196 signatários (UNEP, 2009). Para o autor, configurou-se em Montreal uma situação na qual as leis, na ausência de um governo mundial para aplicá-las, fossem auto-aplicadas (*self-enforced*) (BARRETT, 2003). Assim, o Protocolo de Montreal alterou as regras do jogo: se Estados são maximizadores de seus próprios interesses, para um tratado ser eficiente, ele deve conter os interesses máximos de todos os Estados e garantir que nenhum Estado possa gozar dos benefícios da cooperação alheia sem ele também cooperar (BARRETT, 2003).

2.3.3. A UNFCCC

A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) foi adotada durante a Cúpula da Terra⁴⁶, no Rio de Janeiro, em 1992. O objetivo do documento, como o nome “Conferência Quadro” pode indicar, era dar o primeiro passo no reconhecimento das mudanças climáticas e estabelecer uma estrutura a partir da qual as Partes poderiam acordar metas e objetivos concretos. A UNFCCC reconhece a maior responsabilidade dos países industrializados no acúmulo de gases do efeito estufa na

⁴⁵ No original: “The principle of common but differentiated responsibilities is traditionally understood as consisting of two elements. First, concerning common responsibilities of States for protection of the environment, on national, regional and global levels; and the second, concerning the need to take into account different circumstances, in particular, each state’s contribution to the creation of a particular environmental problem and each State’s ability to prevent, reduce and control threat. The second element is based on a concept of obligation to make resources available rather than only to assist developing States by developed States”.

⁴⁶ A Cúpula da Terra, ou Rio 92, como ficou conhecida a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, foi um marco na história das conferências da ONU, tanto por seu escopo quanto pelos temas abordados. A Conferência contou com a presença de mais de 100 chefes de Estado e de governo e foi extensamente coberta pela mídia. O objetivo dos organizadores era passar ao mundo a mensagem de que apenas uma transformação de comportamentos e atitudes seria capaz de garantir a preservação do meio-ambiente. (UNITED NATIONS, 2009).

atmosfera, mas reconhece que o problema só poderá ser solucionado com a participação de todos os países (UNFCCC, 1992).

Os princípios estabelecidos pela UNFCCC serviram de base para todas as negociações climáticas subsequentes. Um dos mais importantes desses princípios é o direito e o dever de promover o desenvolvimento sustentável. Outra questão importante é a obrigação de cooperar em diversas áreas como o compartilhamento de informações sobre mudanças climáticas, a transferência tecnológica e a coordenação de ações nacionais. Ligadas a esses princípios estão as noções de equidade, representada pela expressão “responsabilidade comum, porém diferenciada”, descrita pela primeira vez na UNFCCC, e o princípio da precaução, que estabelece a necessidade de responder à mudança climática mesmo na ausência de certeza científica (ROGNER et al, 2007). Com essas duas questões a UNFCCC coloca sobre os países industrializados a responsabilidade de liderar o combate à mudança climática.

A Conferência das Partes (COP), órgão máximo da UNFCCC foi estabelecida para revisar regularmente “a implementação da Convenção e quaisquer instrumentos legais que a Conferência das Partes venha a adotar, e deverá tomar, dentro de seu mandato, as decisões necessárias para promover a implementação efetiva da Convenção” (UNFCCC, 1992. Artigo Sétimo). A COP reúne-se anualmente e tem o mandato para criar novos documentos que adotem medidas de compromisso legal, como é o caso do Protocolo de Kyoto.

2.3.4. Protocolo de Kyoto

2.3.4.1 O Kyoto e Montreal

Após a adoção da UNFCCC, a questão do aquecimento global passou a receber cada vez mais atenção pública, sendo objeto crescente de pesquisas científicas e artigos de notícias. Em 1995 o Segundo Relatório de Avaliação do IPCC foi publicado, admitindo grande possibilidade de influência humana no aquecimento global. Em decorrência dessa evolução, ficou vez mais clara a necessidade de adotar medidas concretas para reduzir as emissões globais de GEE, tal como estipulado na UNFCCC. Nesse contexto, foi negociado na Terceira Conferência das Partes (COP3), em 1997, o Protocolo de Kyoto. Kyoto estabeleceu o compromisso legal de redução de emissões dos países industrializados que o ratificassem,

com limites obrigatórios para 37 países mais a Comunidade Européia (KYOTO PROTOCOL). O texto final do Protocolo foi adotado em 2001, na COP7, em Marrakesh. Em 2005, com a adesão da Rússia, o total de Partes do Protocolo superou a soma de 55% das emissões mundiais e documento entrou em vigor⁴⁷. Hoje Kyoto conta com um total de 190 membros (status da ratificação).

Os principais mecanismos de redução de emissões previstos no Protocolo envolvem estímulos financeiros e comerciais, refletindo os moldes do Protocolo de Montreal, na época o grande exemplo de sucesso em Tratados Ambientais Internacionais (VICTOR, 2009). Montreal serviu de modelo inicial para Kyoto por dois motivos principais: seu inegável sucesso, e a aparente similaridade entre os dois problemas. Vogler (2008), no entanto, argumenta que essas semelhanças são apenas superficiais, e que as duas questões são consideravelmente distintas.

Assim como o empobrecimento da camada de ozônio, a mudança climática intensificada é causada por emissões antrópicas de determinados gases que afetam o planeta como um todo⁴⁸. Mas as dessemelhanças já começam no escopo dos gases a serem controlados: enquanto Montreal lidava somente com uma classe de substâncias químicas, que haviam sido introduzidas recentemente em atividades industriais localizadas, e que já contavam com possíveis produtos substitutos, os outros GEE são subproduto das atividades fundamentais de sociedades modernas: transporte, energia e agricultura (VOGLER, 2008). Além disso, as incertezas sobre o aquecimento global à época das negociações de Kyoto eram muito maiores do que em Montreal a respeito do efeito de CFCs na camada de Ozônio (IPCC WGIII SPM, 2007).

A resistência à mitigação intensiva da mudança climática também foi mais significativa do que à proteção do ozônio, uma vez que não havia tecnologias substitutivas e que muitas nações dependiam economicamente da produção de combustíveis que geram GEE, como Arábia Saudita e Venezuela. Outras nações têm sua própria existência ameaçada pelo aquecimento global, como os pequenos países insulares (VOGLER, 2008). Por fim, a divisão Norte/Sul surge em Kyoto de maneira muito mais forte do que em Montreal. Para os países em desenvolvimento, as nações do norte deveriam se responsabilizar pela mitigação, uma vez que esse tipo de medida era visto como potencialmente danoso para o processo de

⁴⁷ De acordo com o Artigo 55 do Protocolo, o mesmo passaria a valer apenas depois de sua ratificação por 55 partes, somando um mínimo de 55% do total mundial de emissões de gases do efeito estufa.

⁴⁸ Na realidade, os gases de Montreal são em si gases de efeito estufa

industrialização das nações emergentes. Ao mesmo tempo, e também em oposição aos danos na camada de ozônio, os principais impactos do aquecimento global seriam sentidos nos países em desenvolvimento, o que reduz o incentivo para a ação da parte dos industrializados (BARRETT, 2006).

Ao negociarem Kyoto, as partes da UNFCCC tratavam de um assunto cujas origens e impactos eram distintos do que foi tratado em Montreal. De maneira semelhante, o escopo, a importância econômica da ação negociada e as diferenças de interesses eram muito maiores em Kyoto. Ao usarem Montreal como modelo, argumenta Barrett (2003), os negociadores não se deram conta de que os mecanismos desenvolvidos por aquele Protocolo haviam sido feitos “sob-medida”, de acordo com os problemas apresentados pela emissão de CFCs. O sucesso dessas medidas não significava sua infalibilidade para qualquer negociação internacional, mas sim a adequação da arquitetura do Protocolo de Montreal aos problemas que ele visava resolver (BARRETT, 2003).

2.3.4.2. Os mecanismos de Kyoto

Para lidar com o problema da mudança climática, o Protocolo de Kyoto estabelece metas de redução de emissões, mecanismos legais que constituem o principal atributo de Kyoto. Para garantir a diminuição exigida, as Partes devem implementar e elaborar nacionalmente medidas que garantam que seu limite de emissões não seja ultrapassado. O Protocolo, entretanto, não estabelece medidas específicas a serem adotadas (PROTOCOLO DE KYOTO, Art. 2). Para auxiliar as Partes no cumprimento com seus objetivos, Kyoto apresenta três instrumentos principais, por meio dos quais os países desenvolvidos realizam projetos de mitigação fora de suas fronteiras, de maneira complementar a políticas nacionais. São eles: o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o mercado de carbono e a implementação conjunta. Essas ferramentas são postas em prática considerando-se as diferenças entre os países industrializados, pertencentes ao Anexo I (também referido como Anexo B) do Protocolo, e nações em desenvolvimento, que estão fora do Anexo I.

O MDL é o mecanismo de financiamento desenvolvido para beneficiar os países não incluídos no Anexo 1 com “atividades de projetos que resultem na redução certificada de emissões”⁴⁹ (PROTOCOLO DE KYOTO, Art. 12, par. 3.a.). O MDL

Permite que um país compromissado sob o Protocolo de Kyoto com a redução ou limitação de emissões (Parte pertencente ao Anexo B) implemente um projeto de redução de emissões em países em desenvolvimento. Tais projetos podem receber créditos vendáveis de redução certificada de emissões, cada crédito equivalendo a uma tonelada de CO₂, que podem ser consideradas nas metas de redução de Kyoto. (UNFCCC, 2009).⁵⁰

Dentro do MDL, tanto governos quanto empresas privadas podem desenvolver projetos e programas que gerem redução certificada de emissões (RCE). Isso faz com que o MDL seja o principal meio pelo qual o setor privado pode investir em medidas de mitigação em países em desenvolvimento. O MDL entrou em operação em 2006. De acordo com seu sítio oficial na internet, o mecanismo já registrou mais de 1.650 projetos e deverá, até o fim do período de compromisso de 2008-2012, produzir RCEs suficientes para abater 2.9 bilhões de toneladas de CO₂ e gases equivalentes (UNFCCC, CDM). Além disso, uma vez que o Protocolo de Kyoto não impõe restrições a países em desenvolvimento, o MDL é uma ferramenta política importante para atrair essas nações para a estrutura de mitigação das mudanças climáticas.

O comércio de emissões (Emissions Trading Schemes - ETS) visa transformar a emissão de GEE em uma nova *commodity*: os países do Anexo I que conseguem eliminar emissões acima do requerido pelo Protocolo de Kyoto podem vender a sua “sobra” para países cujas políticas de mitigação ainda são insuficientes para atingir a redução acordada em Kyoto (UNFCCC). O Artigo 17 do Protocolo, que estabelece o CE, estipula que esse comércio deva ser suplementar às ações domésticas adotadas por uma Parte “com o propósito de atingir os compromissos das limitações quantificadas de emissões.” (PROTOCOLO DE KYOTO, Art. 17) ⁵¹. As emissões vendidas por um país do Anexo I através do comércio de emissões podem ser originárias tanto na mitigação doméstica, quanto no uso de mecanismo de desenvolvimento limpo e de medidas de Implementação Conjunta.

⁴⁹ Artigo 12, Parágrafo 3.a. do Protocolo de Kyoto : Parties not included in Annex I will benefit from project activities resulting in certified emission reductions

⁵⁰ No original : “allows a country with an emission-reduction or emission-limitation commitment under the Kyoto Protocol (Annex B Party) to implement an emission-reduction project in developing countries. Such projects can earn saleable certified emission reduction (CER) credits, each equivalent to one tonne of CO₂, which can be counted towards meeting Kyoto targets”.

⁵¹ No original : for the purpose of meeting quantified emission limitation and reduction commitments under that Article

Gupta et al. (2007) consideram o comércio de emissões um mecanismo de implementação importante para lidar com a mudança climática em diversos países⁵², sendo que o mercado mais importante e avançado é aquele desenvolvido pela União Européia. Apesar de esquemas de comércio de emissões já bem desenvolvidos como o Europeu, ainda não existe um mercado internacional de emissões, que, de acordo com Gupta et al (2007), poderia teoricamente resolver um dos principais problemas para a tomada de decisão sobre medidas contra o aquecimento global: apresentar o custo global real da mitigação de GEE. Essa opção é amplamente defendida por diversos autores como um meio de incluir países em desenvolvimento nas metas mundiais de redução de emissões (ver LEVI et al. 2009, e HARVARD, 2009).

De acordo com o estabelecido no Artigo Sexto do Protocolo de Kyoto:

Com o Propósito de atingir seus compromissos sob o Artigo 353, qualquer Parte inclusa no Anexo I pode transferir para, ou adquirir de, qualquer outra Parte do Anexo I unidades de redução de emissões resultantes de projetos cujo objetivo seja reduzir as fontes de emissões antropogênicas, ou que busquem incrementar a remoção dessas emissões por sumidouros de carbono⁵⁴, em qualquer setor da economia⁵⁵[...] (PROTOCOLO DE KYOTO, Art. 6)

A relação descrita no parágrafo acima é o que ficou conhecido como Implementação Conjunta (IC), e ela rege a transferência de emissões entre os países do Anexo I. Para poder ser considerado um mecanismo de IC um projeto deve ser aprovado pelas partes envolvidas e deve cumprir com uma série de requisitos mínimos. Por exemplo, a redução de emissões deve ser adicional à que ocorreria sem a adoção do projeto. Além disso, projetos de IC devem ser complementares a medidas domésticas, e não seus substitutos (PROTOCOLO DE KYOTO, Art. 6). A implementação conjunta oferece às Partes meios flexíveis e economicamente eficientes de cumprir seus compromissos de Kyoto, enquanto os países que hospedam projetos conjuntos beneficiam-se com investimentos estrangeiros e transferência tecnológica (UNFCCC).

⁵² Enquanto ao longo de 2005 ETS haviam mobilizado cerca de U\$10bi, apenas no primeiro trimestre de 2006 esses mecanismos já somavam U\$7.5bi. (GUPTA et al. 2007)

⁵³ O Artigo estabelece que as Partes do Anexo I deverão reduzir suas emissões em pelo menos 5% abaixo dos níveis de 1990. (PROTOCOLO DE KYOTO, Art. 3)

⁵⁴ Sumidouros de carbono são sistemas naturais de absorção de CO₂, como florestas e oceanos.

⁵⁵ No original: "For the purpose of meeting its commitments under Article 3, any Party included in Annex I may transfer to, or acquire from, any other such Party emission reduction units resulting from projects aimed at reducing anthropogenic emissions by sources or enhancing anthropogenic removals by sinks of greenhouse gases in any sector of the economy, provided that by sinks of greenhouse gases".

2.3.3 As limitações do Protocolo de Kyoto

Frankel (2007) afirma que o principal defeito do Protocolo de Kyoto foi a maneira com que a diferenciação entre nações desenvolvidas e em desenvolvimento foi implementada: países emergentes e em desenvolvimento foram postos à margem dos esforços de mitigação, servindo, no máximo, de receptoras de atividades de países do Anexo I através do MDL (FRANKEL, 2007). Devido a essa característica, três dos cinco maiores emissores do planeta, China, Índia e Rússia⁵⁶ não tiveram suas emissões restringidas (ALDY e STAVIN, 2007), e os Estados Unidos, alegando a competição injusta que essas nações lhes imporiam caso adotassem limites de emissão, recusaram-se a ratificar o Protocolo (WIENER, 2007). Ademais, além de não incluir os países em desenvolvimento nas metas de emissão, o Protocolo não permite que esses países adiram espontaneamente a compromissos de redução de emissões e se engajem no comércio de emissões 1999 (ALDY e STAVINS, 2007).

Outro ponto fraco de Kyoto apontado freqüentemente é o fato de que as medidas e metas do Protocolo são quase que exclusivamente de curto prazo e, portanto, tem dificuldade em associar as políticas climáticas com políticas mais amplas de desenvolvimento e em garantir apoio para os mecanismos implementados.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, por exemplo, é criticado por seu foco em atividades, ou conjuntos de atividades, que isoladamente reduzam emissões ou absorvam CO₂, cujo sucesso é medido em toneladas de GEE teoricamente absorvidos em um determinado período, sem uma preocupação de longo prazo que reverta a tendência de elevação nas emissões dos países em desenvolvimento (FIGUERES e STRECK, 2009). Ademais, ainda restam dificuldades em relação à transferência tecnológica esperada a partir do MDL.

Além disso, a intenção inicial quando da criação do MDL era a atração de investimentos do setor privado, de maneira que a mitigação se tornasse cada vez mais um negócio rentável, e não uma obrigação. Mas esse resultado não foi atingido, principalmente devido a questões como o excesso de burocracia, altos custos e limitações técnicas na aprovação de projetos. Também se deve considerar o tamanho limitado dos mercados de carbono e o nível relativamente baixo de investimentos em projetos do MDL (HARVARD, 2009). Por fim, Victor (2009) argumenta que, além de serem caros para implementar, apenas

⁵⁶ Apesar de a Rússia haver ratificado o Protocolo e pertencer ao Anexo I, seus limites de emissões são tão altos, que dificilmente causarão algum impacto antes de 2012 (ALDY e STAVINS, 2007)

uma fração dos projetos reduz emissões, e que o MDL estimula indústrias em países emergentes a equiparem-se com máquinas ultrapassadas para receberem compensações pela instalação de melhores equipamentos.

Michaelowa (2007) argumenta ainda que os mecanismos de Kyoto são falhos como um todo, uma vez que as três principais políticas de clima competem entre si, pois todos os tipos de reduções de emissões são intercambiáveis. Como Kyoto deixou os principais emissores individuais de fora, também ficou comprometida a demanda internacional por atividades de mitigação, o que deixou o mercado de carbonos em uma situação de profundo desequilíbrio entre oferta e demanda (MICHAELOWA, 2007). Assim, os preços dos créditos de carbono foram pressionados para baixo, reduzindo os incentivos de investimentos nessa área e impedindo que os custos de mitigação se tornassem mais baixos.

O mercado de emissões (ETS), por sua vez, não chegou ao nível almejado em Kyoto que era o de transformá-lo em um mercado realmente internacional. Os ETS, cujos potenciais resultariam no amplo estímulo de ações de mitigação, permaneceu regionalizado e não foi capaz de incluir os países em desenvolvimento (GUPTA et al., 2007). Para Victor (2007), no entanto, o mercado internacional de emissões pode eventualmente ser positivo, mas, tal como ele foi desenhado em Kyoto, sustenta-se sobre uma base muito frágil. De acordo com o autor, o comércio de emissões depende que governos no mundo todo estejam amplamente envolvidos nos esforços para cortar emissões e garantam que todos os setores econômicos participem desses esforços, mas os Estados dificilmente têm controle sobre todos os fatores que contribuem para as emissões. Além disso, Victor (2009) demonstra que a adesão de grandes países emergentes, como China e Índia, em um regime climático global só se dará se os compromissos de mitigação forem fracos, ou seja, se esses países tiverem direito a muitos créditos de emissões, ampliando a capacidade do mercado em si, mas comprometendo sua habilidade de gerar reduções globais de emissões. Por fim, o autor argumenta que as instituições que regulamentam esses mercados são estruturalmente comprometidas e marcadas por longos lapsos de tempo entre a confecção do acordo e sua implementação, o que provavelmente gerará desequilíbrios na aplicação do mecanismo. Victor encerra seu raciocínio afirmando que esses desequilíbrios poderiam causar a desistência de um ou de alguns países, uma vez que Kyoto possui mecanismos fracos para conter a defecção, e que o custo dessa desistência seria transmitido aos demais países, reforçando estímulos de desistência

Outra deficiência nos mecanismos de Kyoto é apontada por Aldy e Stavins (2007). Para esses autores, uma das principais falhas do Protocolo, além de haver deixado os países emergentes de fora, foi estabelecer custos de emissão apenas para os países desenvolvidos, o que reduziu significativamente a eficiência de mercado esperada em Kyoto. Em um acordo baseado em mecanismos de mercado como ferramentas de aplicação, esse tipo de problema pode causar a redução da eficiência e dificultar os benefícios ambientais. Ademais, a própria fundamentação do Protocolo na idéia de que mecanismos de mercado são suficientes para resolver problemas da complexidade da mudança climática prejudica sua eficiência ambiental, uma vez que mercados não são perfeitos, e nunca responderam de maneira racional ao problema do aquecimento global, como apontado por Stern (2008). Um exemplo claro dessa imperfeição é dado pela China, onde usinas de energia baseadas em carvão são totalmente subsidiadas pelo Estado, enquanto o preço de usinas a base de gás natural, cujo custo é baseado em valores internacionais, é passado quase que completamente ao investidor (VICTOR, 2009). Medidas de mitigação que reconhecessem essas diferenças e focassem em políticas direcionadas às particularidades de cada economia certamente produziriam resultados mais eficientes (VICTOR, 2009).

Os mecanismos do Protocolo de Kyoto são atualmente considerados como, no máximo, “bons primeiros passos” para lidar com a mudança climática (ALDY e STAVINS, 2007). Eles garantiram o estabelecimento de uma resposta global para o problema climático, estimularam o estabelecimento de uma série de políticas nacionais e criaram novos mecanismos institucionais que poderão fornecer as bases para futuros esforços de mitigação (BERNSTEIN, 2007). Mas, de acordo com Rogner et al. (2007), as medidas assumidas pelas Partes da UNFCCC e a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto são inadequadas para a reversão das tendências de emissão de GEE.

Com a aproximação do fim do primeiro período de compromisso do Protocolo de Kyoto, a formulação de um novo regime de climático está em destaque, especialmente com a chegada da décima quinta conferência das partes, a COP15. A COP15 ocorrerá em dezembro deste ano, em Copenhague, e poderá estabelecer o novo caminho de combate às mudanças climáticas. Dentre as questões levantadas com mais frequência recentemente estão a adaptação e a geoengenharia, que poderiam servir como medidas complementares à mitigação. Esses dois assuntos serão o foco do próximo capítulo.

3 MEDIDAS COMPLEMENTARES À MITIGAÇÃO

Com a publicação do quarto relatório de avaliação do IPCC, as dúvidas que restavam a respeito da existência de mudanças climáticas se esvaneceram (BERNSTEIN, 2007). A questão de essas mudanças serem ou não causadas pelo homem ainda resta para alguns céticos, mas que o planeta vem sofrendo mudanças climáticas é algo já suficientemente claro, e que muito provavelmente já gerou impactos que vão além de alterações nos registros de temperaturas (BERNSTEIN, 2007).

As comunidades científica e política atuais (IPCC, 2007 e FCCC/AWGLCA/2009/9) já apontam que, mesmo que as metas mais ambiciosas de mitigação sejam seguidas, algumas políticas de adaptação serão necessárias. Isso ocorre pois, devido à inércia do sistema climático (ver capítulo 1), as mudanças que iniciaram no último século deverão seguir seu curso de elevação nas temperaturas por pelo menos mais algumas décadas. Barrett (2007) afirma que, ainda que a adaptação não reduza o aquecimento global em si, ela reduz seus efeitos. “Como a mitigação, a adaptação reduz os riscos da mudança climática” (BARRETT, 2007). Catástrofes climáticas e mudanças abruptas também dificilmente serão resolvidas apenas por mitigação, requerendo adaptação e, de acordo com alguns autores, alguns esforços de geoengenharia.

A geoengenharia, por sua vez, está longe de gozar da importância consensual dada à mitigação, ou mesmo à adaptação. Na verdade, o tema é considerado altamente controverso, não foi objeto dos estudos do IPCC e não foi inserido em nenhuma decisão multilateral oficial. Victor et al. (2009) explicam: “Apesar dos anos de especulação e conversas vagas, pesquisas sobre geoengenharia que sejam revisadas pelos pares científicos ainda são impressionantemente escassas⁵⁷” (VICTOR et al. 2009. Pg. 73). Além disso, o tema é considerado por muitos como um tabu, pois recorrer à geoengenharia significaria diminuir a importância do combate mitigatório às mudanças climáticas (VICTOR, 2008).

Um ponto interessante pode ser levantado: o motivo de se estudar um assunto que ainda não atingiu respaldo científico e que representa grandes riscos potenciais. Por menor que sejam as chances de catástrofes e mudanças climáticas abruptas, a existência de alternativas de geoengenharia poderá poupar o planeta e a humanidade de danos irreversíveis

⁵⁷ No original «Despite years of speculation and vague talk, peer-reviewed research on geoengineering is remarkably scarce.» (VICTOR et al. 2009. Pg. 73)

e, talvez, da morte de muitas pessoas. Essa pequena possibilidade, argumentam seus defensores, já é motivo suficiente para justificar a investigação séria da geoengenharia, nem que seja para descartá-la, de uma vez por todas, da lista de medidas aplicáveis (KOUSKY et al. 2009).

Ambas geoengenharia e adaptação são consideradas medidas complementares no combate ao aquecimento global, e não o foco final de políticas internacionais. O emprego e a avaliação dessas medidas trazem implicações bastante distintas entre si, e também muito diferentes das apontadas para a mitigação. Começaremos por analisar a questão da adaptação, para posteriormente avaliarmos as conseqüências políticas da geoengenharia.

3.1 Adaptação

A UNFCCC determina que a adaptação:

deve conter ações que reduzam a vulnerabilidade e construam a resistência de sistemas ecológicos e sociais e de setores econômicos aos efeitos climáticos adversos atuais e futuros [e o impactos da implementação de medidas de resposta] de maneira a minimizar as ameaças à vida, saúde humana, segurança alimentar, bens amenidades, ecossistemas e desenvolvimento sustentável.⁵⁸ (UNFCCC, 2009)

De acordo com Pielke et al. (2007), durante a década de noventa, quando elevou-se a preocupação com a mudança climática e a certeza sobre sua origem humana, o assunto era visto por ativistas e cientistas como “a educação sexual é vista pela direita religiosa”, ou seja um “compromisso ético que em qualquer caso irá encorajar experimentações perigosas com o comportamento indesejado.” (Thompson & Rayner apud PIELKE et al., 2007. Pg. 1). Nesta década, principalmente após o quarto relatório do IPCC (2007) e a Stern Review (2006), a adaptação passou cada vez mais a ser vista com uma medida necessária.

Segundo Pielke et al. (2007), o primeiro motivo para essa recuperação da adaptação aos olhos de cientistas e formadores de políticas é o fato de que as emissões já realizadas no passado, e o longo tempo que elas permanecem na atmosfera, garantirão que a mudança climática é inevitável (RICHARDSON et al. 2009). O segundo motivo é o fato de que a vulnerabilidade a alguns dos impactos da mudança climática está aumentando por motivos

⁵⁸ No original: “encompass action to reduce the vulnerability and build the resilience of ecological and social systems and economic sectors to present and future adverse effects of climate change [and the impact of the implementation of response measures] in order to minimize the threats to life, human health, livelihoods, food security, assets, amenities, ecosystems and sustainable development”.

que nada têm a ver com emissões de GEE, tais como crescimento populacional em regiões costeiras e em áreas com fornecimento limitado de água (KOUSKY et al. 2009). Algumas das regiões do mundo em que essas características são mais marcantes, onde os impactos do aquecimento global serão mais fortemente sentidos, são também algumas das menores emissoras de GEE. A adaptação, portanto, remete novamente a questões de equidade (WORLD BANK, 2009), e os países em desenvolvimento cobram cada vez mais de suas contrapartes industrializadas que o foco das políticas internacionais seja no aumento da resistência aos impactos do aquecimento global (UNFCCC, 2002). Por fim, muitas das medidas mais eficientes para tornar regiões vulneráveis mais resistentes são relacionadas mais ao desenvolvimento sustentável do que ao combate do impacto em si, como medidas de saneamento, melhorias nos sistemas de distribuição de água e de construção civil (STERN, 2006).

O primeiro motivo para a retomada da adaptação como resposta necessária ao aquecimento global - a longa adaptação do sistema climático a mudanças na atmosfera - já foi abordado no primeiro capítulo. Aqui o enfoque será na vulnerabilidade ao aquecimento global dos países pobres e emergentes e a responsabilidade dos grandes emissores nos impactos que esse fenômeno causará. Além disso, serão abordadas as medidas de adaptação, seu relacionamento com o desenvolvimento sustentável e o papel que elas exercem na cooperação internacional em relação às mudanças climáticas.

3.1.1 Vulnerabilidades

Como mencionado acima, o aquecimento do planeta aumenta o risco da ocorrência de eventos climáticos extremos, como furacões, secas e enchentes (IPCC WGII SPM, 2007). A intensidade desses eventos e, portanto, a destruição que eles causam, também deve aumentar (IPCC WGII SPM, 2007), expondo principalmente os países menos desenvolvidos⁵⁹. Além disso, mudanças graduais, e não por isso menos graves, como as alterações nos padrões de chuva e a elevação dos níveis oceânicos, terão impactos socioeconômicos graves, como a diminuição na produtividade de determinadas lavouras e o deslocamento de grandes contingentes populacionais para longe de regiões costeiras (IPCC WGI SPM, 2007). Outros riscos importantes são o desaparecimento de ecossistemas inteiros,

⁵⁹ Ver capítulo 1 para uma descrição mais detalhada dos possíveis impactos do aquecimento global em cada região do planeta.

a desertificação de regiões sub-áridas, o derretimento de geleiras e glaciares que, durante o verão, abastecem rios e lagos de água potável, e são essenciais para a sobrevivência de muitas comunidades (IPCC WGI SPM, 2007). Por fim, há a possibilidade de desastres de longo prazo, como a interrupção da corrente do golfo (que depende da circulação termoalina), que poderia resfriar o continente europeu, e o derretimento das calotas polares da Groenlândia e Pólo Norte, que poderiam elevar abruptamente os níveis dos oceanos em mais de sete metros (IPCC WGI SPM, 2007).

Dos riscos mencionados acima, apenas os primeiros, como o aumento do número de eventos extremos e as alterações nos regimes de chuvas, deverão ocorrer caso o aquecimento global seja amplamente combatido com a redução drástica nas emissões de GEE e a elevação na temperatura se mantenha abaixo de 2°C (BERNSTEIN, 2007). Ou seja, se os esforços de mitigação forem empreendidos eficientemente, os piores custos para o planeta e a necessidade de adaptação em larga escala e globalmente poderão ser evitados. O que restará, nesse caso, é a necessidade de adaptação às mudanças que já estão ocorrendo, ou que muito possivelmente ocorrerão: eventos climáticos extremos como furacões mais intensos, secas e enchentes, elevação do nível do mar, dentre outros.

Eventos climáticos abruptos trazem inerentemente a característica de baixa previsibilidade. No entanto, ainda que, por exemplo, a data de ocorrência e o comportamento de um furacão não sejam perfeitamente identificáveis, sabe-se que alguns locais são mais sujeitos do que outros a sofrer com esse tipo de evento. Se a região em questão possui os recursos para desenvolver uma rede de proteção, ela provavelmente o fará. Comunidades e países mais pobres estarão mais sujeitos a sofrer com as conseqüências de desastres naturais porque dificilmente têm as condições financeiras, humanas e as informações necessárias para responder a eles: para adaptar-se. De qualquer modo, quanto maior for a probabilidade de esse tipo de evento ocorrer, maiores serão os incentivos para tornar cidades, regiões e países mais resistentes (MCKINSEY, 2009- DESENVOLVIMENTO!). Como dito acima, a mudança climática tornará mais freqüente, com um significativo grau de certeza, a ocorrência de eventos climáticos extremos. Um paralelo interessante para tornar essa questão mais clara é dado a seguir.

No Chile terremotos são eventos relativamente comuns (CHARVÉRIAT, 2000). Diante dessa realidade, com a evolução de tecnologias de construção e infra-estrutura, o governo daquele país, e também construtores e outros atores de mercado, construíram estruturas mais resistentes a terremotos, além de sistemas de alerta para a população e manejo

de desastres. Agora, no Brasil, sabemos que terremotos são eventos praticamente impossíveis (CHARVÉRIAT, 2000) e esse tipo de precaução não se faz necessária. Se alguma força da natureza fizesse com que um terremoto ocorresse no Brasil, sofreríamos muito mais danos e perdas do que se o mesmo terremoto ocorresse no Chile.

A questão da adaptação, portanto, é exatamente essa, a maior tendência de determinados eventos ocorrerem exige que medidas de precaução sejam tomadas e que os danos causados por eventos que antes eram muito raros sejam minimizados. As regiões que não estiverem preparadas sofrerão cada vez mais perdas, tanto em recursos materiais quanto sociais. Diferentes regiões do planeta estão sujeitas a riscos distintos. As maneiras pelas quais países e regiões diferentes enfrentarão esses riscos serão igualmente variadas, assim como as medidas aplicadas.

Para os países desenvolvidos, a adaptação será necessária principalmente para reduzir os custos e danos causados pela mudança climática, especialmente aqueles associados a eventos climáticos extremos (STERN, 2006). Para Barrett (2007) a adaptação nesses países será conduzida pelo mercado – como com a produção de sementes mais resistentes ao clima alterado – ou por governos, com a construção de barreiras para evitar enchentes, por exemplo. Stern (2006) ressalta igualmente a importância dos mercados, mas afirma que a adaptação nesses países ainda é bastante tímida, pois as forças do mercado sozinhas não responderam, nem responderão, aos riscos impostos pela mudança climática. O mercado, nesse caso, necessitará de fortes estímulos governamentais (STERN, 2006). Por fim, as capacidades de os países industrializados se adaptarem é considerada relativamente alta (STERN, 2006) e a adaptação nessas regiões não precisaria ser abordada por um tratado internacional (BARRETT, 2007).

“A adaptação ao aquecimento global nos países em desenvolvimento é vital e vem sido considerada por eles como uma alta e urgente prioridade” ⁶⁰ (UNFCCC – Adaptação – 2007. Pg. 31). Ao contrário dos países industrializados as capacidades adaptativas dos países em desenvolvimento são bastante limitadas – tanto em termos financeiros quanto problemas estruturais de desenvolvimento socioeconômico. De acordo com a UNFCCC (2007), para que as capacidades adaptativas desses países se desenvolvam, será preciso criar programas que coordenem esforços de desenvolvimento econômico e ambiental com a melhoria das capacidades adaptativas.

⁶⁰ No original: «Adaptation to climate change in developing countries is vital and has been highlighted by them as having a high or urgent priority»

Stern (2006) afirma que o desenvolvimento em si é central para a adaptação em países em desenvolvimento, e que a adaptação aos riscos do aquecimento global deveria ser uma extensão de boas políticas de desenvolvimento, que reduziriam as vulnerabilidades dessas nações. Stern (2006) aponta quatro maneiras pelas quais esses dois objetivos poderiam complementar-se:

- a) promoção do crescimento econômico com a diversificação da atividade econômica;
- b) investimentos em educação e saúde;
- c) aumento na resistência a desastres naturais e melhorias nas respostas a esses fenômenos, com melhor administração pública dos mesmos;
- d) Promoção do compartilhamento dos riscos, incluindo uma rede de segurança para proteger os mais pobres. (STERN, 2006. Pg. 430)⁶¹

Stern (2007) justifica essa combinação no fato de que o baixo desenvolvimento econômico e social pode servir de empecilho para a adaptação e intensificar os danos causados pela mudança climática. De fato, segundo o quarto relatório do IPCC (2007 WG II SPM), a vulnerabilidade ao aquecimento global é potencializada por fatores externos ao clima, como pobreza, conflitos, desigualdade social, determinadas tendências de globalização, dentre outros. Em resumo, o aquecimento global impõe que problemas que já deveriam ser resolvidos antes sejam solucionados diante de novas dificuldades ambientais. É o que Stern chama de “desenvolvimento em um clima hostil” (McKINSEY, 2009 – DESENVOLVIMENTO. Pg.3).

Mckinsey (2009) corrobora com essa visão e, em consonância com os argumentos de Stern e do IPCC, apresenta estudos empíricos que demonstram que populações com menor renda per capita são particularmente vulneráveis às perdas relacionadas ao clima, e que qualquer esforço para torná-las mais resistentes deverá abordar a questão do desenvolvimento. O mesmo estudo afirma que o aquecimento global representa riscos importantes para populações do mundo todo, mas também apresenta uma oportunidade: reestruturar economias e torná-las mais eficientes e mais conscientes dos riscos impostos pelas forças da natureza.

⁶¹ No original: Promoting growth and diversification of economic activity; Investing in health and education; Enhancing resilience to disasters and improving disaster management; Promoting risk-pooling, including social safety nets for the poorest.

3.1.2 Financiamento e Políticas de Adaptação

Uma questão decorrente da necessidade de promover o desenvolvimento é a dos custos e benefícios oferecidos por esse tipo de atividade. Conforme afirma a UNFCCC (2007), a adaptação ao aquecimento global significará custos adicionais para os setores público e privado. Mas a avaliação desses custos é mais complicada do que no caso da mitigação, porque não pode ser medida por um resultado apenas (como a emissão de CO₂, ou mesmo o valor total despendido). No entanto, um importante relatório do Banco Mundial (2009 econ da adaptação) ajudou a iluminar esta questão. De acordo com o referido trabalho, os custos para os países em desenvolvimento adaptarem-se a um aquecimento de 2°C entre 2010 e 2050 deverá ficar na faixa de U\$75bilhões a U\$100bilhões por ano, que deverão ser empregados em diversos setores e atividades.

Para as nações industrializadas os valores devem ser semelhantes, porém concentrados no setor de construções (STERN, 2006). Ademais, nesses países, uma boa parte dos custos é coberta pelos riscos evitados. Desastres naturais em áreas com mais e maiores investimentos geram perdas financeiras mais significativas, o que justifica investimentos de precaução. Ademais, de acordo com Stern (2006) a adaptação reduzirá os custos dos impactos do aquecimento global, pois as estruturas físicas mais danificadas pela mudança climática serão reforçadas. Por fim, como dito acima, nesses locais a adaptação deverá ser conduzida pelo mercado, cabendo aos governos promovê-la “provendo informações e quadros claros de políticas públicas que encorajem indivíduos e firmas a responder aos sinais de mercado.”⁶² (STERN, 2006. P.416).

Analisada a adaptação nos países que tem condições endêmicas de promovê-la, resta a tarefa muito mais complexa de avaliar como se darão os esforços adaptativos nos países em desenvolvimento, ou mais precisamente: como eles serão pagos e que tipo de políticas serão postas em prática.

A primeira questão, a do financiamento, é teoricamente simples, os países desenvolvidos deverão fornecer auxílio econômico para projetos de adaptação à mudança do clima em países em desenvolvimento, especialmente os considerados mais vulneráveis (UNFCCC, 2001). A necessidade de financiamento dos esforços, tanto de mitigação quanto de adaptação, dos países mais pobres pelos países ricos já foi acordada na própria UNFCCC.

⁶² No original: providing information and clear policy frameworks to encourage individuals and firms to respond to market signals

A criação de um fundo, o Fundo para Adaptação (Adaptation Fund), para esse objetivo foi estabelecida em 2001, na Sétima Conferência das Partes, como parte das emendas feitas então ao Protocolo de Kyoto.

Segundo estabelecido pela Conferência e pelo Fundo:

Partes que forem países desenvolvidos deverão apoiar as Partes que forem países em desenvolvimento, especialmente as que forem particularmente vulneráveis, em suas ações de adaptação, através da provisão de meios de implementação, incluindo financiamento, tecnologia e capacitação.⁶³ (BARCELONA, decisions, 2009. 7a)

Já os países em desenvolvimento “deverão (devem) identificar suas prioridades de adaptação e elaborar a partir destas seus planos de adaptação [...] assim como suas políticas de desenvolvimento nacional e setorial, programas e planos, e outros documentos e estratégias relevantes”⁶⁴ (BARCELONA, decisions, 2009. 7a). O financiamento do fundo se dará com 2% do retorno das emissões de certificadas de carbono e dos projetos de MDL. Contribuições voluntárias de países do Anexo I também são previstas. (ADAPTATION FUND). O destino dos recursos do fundo é determinado por projetos e programas individuais “que apoiem atividades concreta de adaptação que reduzam os efeitos adversos da mudança do clima em face de comunidades, países e setores” (Decision 5/CMP.2, 2006) apresentados pelas Partes de acordo com as “*prioridades, políticas e diretrizes estratégicas*” (Decision 5/CMP.2, 2006).⁶⁵

“Além do Fundo, outras instituições internacionais, como o Banco Mundial, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e a Oxfam International, provêm assistência para a adaptação. A grande diferença entre essas e o mecanismo estabelecido no Protocolo de Kyoto é o fato deste último ser focado em ações concretamente ligadas ao aquecimento global, enquanto os primeiros geralmente colocam o desenvolvimento como ferramenta fundamental. Resumidamente, a diferença entre os dois é que nos programas do Fundo a adaptação é o objetivo e o desenvolvimento é (quase sempre) o meio. Nos programas

⁶³ No original: “Developed country Parties [shall] [should] support developing country Parties, especially those that are particularly vulnerable, in their adaptation action, through the provision of means of implementation, including finance, technology and capacity-building”;

⁶⁴ No original: “Developing country Parties [shall] [should] identify their adaptation priorities and elaborate on these in their adaptation plans as well as in their national and sectoral development policies, programmes and plans, and other relevant documents and strategies”[...]

⁶⁵ Os principais critérios são: nível de vulnerabilidade, o nível de urgência e os riscos de atraso; o acesso justo e equilibrado, lições aprendidas com o projeto e o desenho e implementação do programa, a garantia de co-benefícios regionais, a maximização de benefícios multi-setoriais e inter-setoriais, capacidade adaptativa para reverter os efeitos adversos do aquecimento global” (UNFCCC/KP/CMP/2008/11/Add.2)

do Banco mundial e outros fundos multilaterais, o objetivo é o desenvolvimento e a adaptação é o meio (McGRAY et al. 2007). De qualquer maneira, de acordo com McGray et al. (2007), esforços de adaptação raramente deixam de promover desenvolvimento e a questão estritamente adaptativa vem principalmente da avaliação dos riscos oferecidos pelo clima e da escolha de caminho adaptativo daí decorrente.

Alguns problemas importantes surgem dos mecanismos de financiamento da adaptação e da escolha de projetos e atividade elegíveis. Em relação ao primeiro, a operacionalidade do Fundo da UNFCCC depende do funcionamento dos mecanismos de mitigação projetados em Kyoto. Já foi exposto neste trabalho que esses mecanismos padecem de uma série de falhas e de baixa adesão das Partes. Além disso, o fundo já entrou em operação, mas ainda não cobriu nenhum projeto e não conta com os recursos necessários⁶⁶ (UNFCCC). Ademais, e essa é considerada sua pior falha, o Fundo, ao taxar projetos de MDL, serve de desincentivo aos investimentos em países em desenvolvimento (KLEIN et al. 2008). Outras instituições multilaterais devem escolher a alocação de recursos escassos dentre uma série de outras medidas de desenvolvimento urgentes. Para que os valores projetados pelo banco mundial (2009) (entre 75bi e 100bi USD) sejam atingidos, “serão necessários não apenas recursos novos, adicionais, previsíveis e suficientes, mas também o acesso pontual, efetivo, direto, equilibrado e simplificado a esses recursos,”⁶⁷ (FCCC/AWGLCA/2009/9 – Long term Coop. Parágrafo 18) de maneira que esforços de longo prazo possam ser empreendidos aos menores custos.

As questões relativas à escolha dos projetos também é bastante complexa. De acordo com Klein et al. (2008) são dois os principais problemas a resolver: o primeiro é definir se os projetos serão focados em atividades isoladas, focadas estritamente na adaptação, ou se as atividades deverão ser inseridas em contextos de desenvolvimento mais amplos. O segundo é determinar se o apoio à adaptação deverá ser uma atividade adicional aos fundos de ODA ou se o princípio de “quem polui paga” (taxação de emissões revertida a investimentos em programas relacionados à mudança climática) deverá ser seguido. A resposta lógica para a primeira deveria ser que a escolha depende do tipo de adaptação e objetivos contemplados. No entanto, as incertezas em relação ao financiamento fazem com que essa questão tenha uma

⁶⁶ De acordo com o sítio na internet da UNFCCC (www.unfccc.int), as das taxas do MDL já destinaram 7,4 milhões de CER (créditos de carbono) ao Fundo de Adaptação, o que em valores transacionados em novembro de 2009, no mercado de carbono europeu, resultaria em menos de 150 milhões de dólares (EUROPEAN CLIMATE EXCHANGE).

⁶⁷ No original: “new, additional, predictable, sufficient and sustainable resources are required, as well as timely, effective, direct, equitable and simplified access to these resources.”

excessiva carga política, o que impede que ela seja analisada de maneira ponderada (KLEIN et al., 2008). De maneira geral, no entanto, ações de adaptação são associadas a esforços de desenvolvimento tendem a trazer os melhores resultados aos menores custos (WORLD BANK, 2009, Eco Adapt).

Por fim, diversos autores apontam para a importância de incluir o setor privado na discussão da adaptação em países em desenvolvimento. McKinsey (2009 – desenvolvimento), desenvolveu uma base de uma série de medidas custo-efetivas, que poderiam abater uma grande parte dos riscos identificados. De acordo com esse estudo, investimentos localizados em infra-estrutura e bens⁶⁸, respostas de otimização tecnológica e de processos, e mudanças comportamentais podem gerar resultados excelentes a custos relativamente baixos. Para os eventos climáticos mais extremos e imprevisíveis, a aquisição de seguros é apontada como uma opção potencialmente rentável.

3.1.3 Cooperação Internacional

Conforme mencionado no início desta seção, a adaptação começou a ser contemplada como uma medida necessária, vinculada a qualquer regime climática efetivo. Na criação da UNFCCC (1992) e na primeira redação do Protocolo de Kyoto (1997), a adaptação era tratada como uma questão secundária, vinculada à mitigação e fortemente ligada à proteção das Partes particularmente vulneráveis.

É na COP7, que também estabeleceu os últimos detalhes operacionais do Protocolo de Kyoto, que a questão da adaptação ganha proeminência política. Nessa Conferência, a questão emerge como a necessidade de auxiliar os países menos desenvolvidos a responder a situações de emergência e de baixa previsibilidade. Em Marrakesh são estabelecidos os Programas de Ação Nacionais de Adaptação (PANA), que têm como objetivo “servir como canais simplificados e diretos para informações relativas a necessidades adaptativas urgentes e imediatas dos países menos desenvolvidos” (UNFCCC, 2001. Anexo I).

Com o estabelecimento dos PANA, a adaptação ganha uma importância maior dentro das negociações climáticas, mas ainda é vinculada essencialmente a ações individuais. Além disso, até a conferência do ano seguinte, em Nova Deli, os PANA ainda não haviam sido

⁶⁸ Do inglês Infrastructure / assets

implementados. É com a Declaração de Deli que o tratamento da adaptação chega a outro nível. Nesse documento, ministros de Estado das nações em desenvolvimento declaram que:

A adaptação requer atenção urgente da parte de todos os países. Medidas efetivas e baseadas em resultados deverão ser apoiadas para o desenvolvimento de abordagens, em todos os níveis, sobre vulnerabilidade e adaptação, bem como capacitação para a integração da adaptação com preocupações relativas ao desenvolvimento sustentável⁶⁹ (DELHI DECLARATION, 2002, par. e)

A partir de então, a adaptação e o tratamento do aquecimento global como um todo passam a estar cada vez mais ligados à questão do desenvolvimento sustentável. É o Plano de Ação de Bali, adotado na COP13, que dará o passo mais avançado para o tratamento atual da adaptação, em que a questão é vista como uma necessidade de longo prazo e não apenas como medida de emergência. Além de estabelecer o Fundo de Adaptação, Bali demanda das Partes a ação intensificada em relação à adaptação, incluindo:

Cooperação internacional para apoiar a implementação de medidas de adaptação, dentre elas a avaliação de vulnerabilidades, a priorização de ações, avaliações de necessidades financeiras, capacitação e respostas estratégica [...] e outras maneiras de estimular o desenvolvimento resistente ao clima e reduzir a vulnerabilidade de todas as partes [...] especialmente os países menos desenvolvidos e os pequenos Estados insulares. (DELHI DECLARATION, 2008)

Assim, em Bali estabeleceu-se um cenário completamente novo, em que a adaptação é reconhecida como uma necessidade ampla e complexa. A Conferência em Bali ocorreu pouco após a publicação do Quarto Relatório do IPCC e as negociações foram fortemente influenciadas pelas descobertas científicas do Painel. Em Bali a comunidade internacional como um todo respondeu à mudança do clima como um assunto urgente, diante do qual ações imediatas deveriam ser tomadas (WITOELAR, 2007). Naquela ocasião, dois importantes caminhos foram traçados: o Protocolo de Kyoto é revisado previamente à sua entrada em vigor no ano seguinte, especialmente em relação ao funcionamento dos mecanismos de mercado; e se estabelece 2009, na décima quinta Conferência das Partes, como ano limite para que sejam apresentadas as linhas gerais do sucessor do protocolo de Kyoto. O Plano de ação de Bali decidiu:

lançar um processo amplo para permitir a implementação plena, efetiva e sustentável da Convenção através de ações cooperativas de longo-prazo, agora, até 2012 e além

⁶⁹ No original: “Adaptation requires urgent attention and action on the part of all countries. Effective and result-based measures should be supported for the development of approaches at all levels on vulnerability and adaptation, as well as capacity-building for the integration of adaptation concerns into sustainable development strategies,”

de 2012, de maneira a atingir um resultado acordado e adotar uma decisão até sua décima quinta sessão (BALI ACTION PLAN, parágrafo 1)⁷⁰

3.2 Geoengenharia

3.2.1. *Uma Breve História*

As primeiras avaliações práticas de manipulação do clima surgiram ainda antes da Segunda Guerra Mundial, em 1932, quando cientistas russos criaram o “Instituto de Criação de Chuva de Leningrado.” Em 1946, cientistas estadunidenses, descobriram uma maneira de “semear” nuvens: basicamente com a emissão na atmosfera de substâncias químicas como iodeto de prata (KEITH, 2000). Essa técnica, até hoje não comprovada, deu início ao que KEITH (2000) refere-se como uma obsessão competitiva por parte das potências da Guerra Fria: o controle do clima, no qual vastos recursos foram despendidos⁷¹. Esse tipo de medida foi caindo em desuso, tanto por causa da falta de evidências a respeito de sua eficácia, quanto devido a questionamentos éticos e ambientais que emergiram no final da década de 60 (WEART, 2008).

Em 1992, em uma publicação da Academia Nacional de Ciências (NAS, 1992) dos EUA, a geoengenharia é proposta como alternativa a ser considerada no combate ao aquecimento global. O estudo estadunidense deixa claro que qualquer tentativa nesse sentido só poderia ser empreendida se fosse o resultado de pesquisas extensas a respeito de seus efeitos colaterais potenciais, e também dos riscos e das questões éticas relacionadas. A cautela na abordagem da NAS denota um aspecto delicado de levantar o tópico da geoengenharia: tratá-lo como possível solução para o aquecimento global poderia dar a entender que a questão é facilmente aplicável, e desencorajar tomadores de decisão a aplicar políticas de mitigação; ao mesmo tempo, deixar de tratar dessa questão poderia eliminar de um leque já bastante limitado de opções uma ferramenta de grande potencial.

As pesquisas a respeito da geoengenharia escassearam durante os anos noventa até meados desta década – especialmente as pesquisas relativas a suas implicações políticas. À

⁷⁰ No original: “to launch a comprehensive process to enable the full, effective and sustained implementation of the Convention through long-term cooperative action, now, up to and beyond 2012, in order to reach an agreed outcome and adopt a decision at its fifteenth session.”

⁷¹ De acordo com Keith (2000), em meados dos anos 60, os gastos do governo americano em pesquisas de manipulação climática somavam cerca de US\$10mi (em valor da época).

medida que o fenômeno causador do aquecimento global – a emissão antrópica de GEE – foi compreendido cientificamente, quaisquer sugestões de políticas que não fossem focadas exclusivamente na mitigação passaram a ser rejeitadas, como foi o caso da adaptação. No meio científico, e também entre ambientalistas, a menção ao tema era vista com certo ceticismo ainda em 2006. Conforme afirma Lawrence (2006), cientistas proeminentes consideravam irresponsável que seus pares publicassem artigos focados no tema, pois poderiam criar a falsa idéia de que a mitigação é desnecessária. As pesquisas em geoengenharia, portanto, eram escassas (e ainda o são em grande parte), pouco revisadas pelos pares e não gozavam de estímulos de pesquisa da parte de governos e instituições privadas (VICTOR et al, 2009). Ao mesmo tempo em que era praticamente proibida de ser tratada nos meios acadêmicos e ambientalistas como opção séria e viável contra a mudança do clima, a geoengenharia, frequentemente voltava à tona com o trabalho individual de alguns cientistas, ou mesmo na mídia (VICTOR et al, 2009).

Com os resultados insatisfatórios dos acordos climáticos e com as evidências crescentes de que mesmo com soluções drásticas de mitigação o aquecimento global ainda poderá gerar conseqüências desastrosas, a geoengenharia aos poucos voltou a ser contemplada, inclusive por líderes como Barack Obama (Ver, The Guardian, 8 de abril de 2009). A situação atual, portanto, é a de uma opção sendo levantada com freqüência cada vez maior, sem evidências científicas conclusivas a respeito de seu funcionamento e de possíveis efeitos colaterais, e sem mecanismos institucionais que regulem sua eventual aplicação. À escala em que a geoengenharia pode, hoje, ser aplicada, esta é uma posição arriscada.

3.2.2 Definição e propostas de geoengenharia

A geoengenharia, tal como descrita em Mathews e Caldeira, 2007, é “a manipulação intencional e em larga escala do meio ambiente, que tem como objetivo a redução de mudanças climáticas antropogênicas indesejadas”. Ou seja, no combate à mudança do clima, a geoengenharia busca “reverter alguns aspectos da modificação inadvertida do clima [aquecimento global causado pelo homem] através de esquemas de modificação intencional do clima” (SCHNEIDER, 1996). Diversos métodos vêm sendo contemplados para esses fins, com resultados, objetivos, tecnologias e custos bastante distintos entre si. Os tipos de medida

se dividem entre aqueles visam à remoção de CO₂ da atmosfera, e os que alteram a capacidade da Terra de absorver radiação solar.

A remoção de dióxido de carbono da atmosfera permite que o calor na forma de radiação infra-vermelha escape mais facilmente para o espaço. Dentre esses métodos, alguns são atividades tradicionais de preservação ambiental, como o reflorestamento e outras mudanças no uso de terras que aumentem ou modifiquem as capacidades que determinadas estruturas naturais possuem de absorver CO₂. Sumidouros de carbono, a utilização de biocombustíveis, dentre outros, são considerados como geoengenharia por um relatório da Royal Society (2009), mas pode-se dizer que esse tipo de medida não se limita à descrição, feita acima, do que é a geoengenharia. Outras técnicas, como a fertilização de oceanos e a captura aérea de CO₂ por meios químicos, envolvem a possibilidade de riscos ambientais não previstos ou trazem custos econômicos e complexidades tecnológicas que limitariam a possibilidade prática de sua utilização.

Uma das características desses métodos é a de necessitarem de um tempo longo para gerar resultados, pois não alteram diretamente a absorção de radiação solar e são sujeitos à inércia do sistema climático como um todo. Mesmo assim, dentre as medidas de geoengenharia até hoje apresentadas, aquelas focadas na remoção de carbono são, em geral, consideradas menos arriscadas, pois apresentam uma menor chance de gerar consequências negativas imprevistas no meio ambiente. Além disso, esses métodos “lidam com as causas do problema diretamente (a sociedade emite CO₂ na atmosfera e o método o remove), são relativamente mais controláveis, e não resultariam em um aquecimento abrupto se interrompidas repentinamente.”⁷² (INSTITUTE OF MECHANICAL ENGINEERS).

Como as tecnologias de remoção de carbono, de maneira geral, respondem aos problemas da mudança climática em sua origem, a grande maioria dos estudos de geoengenharia não são concentradas nessas alternativas (MATTHEWS e CALDEIRA, 2007; KEITH, 2000). Assim, as próximas considerações sobre geoengenharia serão referentes às técnicas de manejo de radiação, a menos que explicitado o contrário.

Os métodos de manejo da radiação solar são mais controversos que a remoção de CO₂. O objetivo dessas técnicas é reduzir a capacidade da atmosfera de absorver radiação

⁷² A maior parte da radiação infra-vermelha causadora do efeito estufa é oriunda da superfície terrestre, depois de ser aquecida pelo Sol. Regiões da Terra com um albedo elevado praticamente não absorvem a radiação solar, apenas refletindo-a de volta. Mas um objeto com um baixo albedo absorverá quase toda a luz incidente, terá sua temperatura aumentada, e irradiará calor na forma de ondas infra-vermelhas. O CO₂ e outros GEE presentes na atmosfera fazem com que uma parte dessa radiação infra-vermelha emitida pela Terra seja retida, no chamado efeito estufa (IPCC, 2007)

solar através do aumento de sua capacidade de refletir essa radiação (albedo), alterando a temperatura da terra de maneira praticamente imediata. No entanto, não há na aplicação dessas técnicas a preocupação com a diminuição da concentração de GEE na atmosfera, e sim com a reversão dos seus efeitos (MATTHEWS e CALDEIRA, 2007). Os métodos de manejo de radiação podem ser baseados em modificações na superfície, na troposfera (modificação nos ciclos de nuvens), na atmosfera (a partir da troposfera), e no espaço.

Propostas de alterações na superfície visam à ampliação do albedo de terras e oceanos. Uma das propostas supostamente mais simples é a de pintar de branco telhados, de maneira que absorvam menos calor. Apesar da aparente facilidade, essa proposta é ineficiente para resfriar o planeta como um todo⁷³ e excessivamente cara (NAS, 1992). Dentre essas medidas estão também propostas de modificar geneticamente determinadas plantas para que elas reflitam mais luz solar, o que poderia gerar impactos desastrosos na agricultura e economia globais; e a cobrir com superfícies refletoras os desertos mais quentes, o que seria eficiente no resfriamento do planeta, porém poderia trazer conseqüências ambientais desastrosas, como a interrupção das monções leste-africanas, responsáveis por chuvas em toda a África subsaariana (ROYAL SOCIETY, 2009). Assim, a alteração em larga escala do albedo superficial da Terra, no nível tecnológico e científico atual, pode ser considerada extremamente arriscada (MACCRACKEN, 2006).

Medidas para manipular o clima a partir da troposfera (Camada mais baixa da atmosfera), baseiam-se principalmente no “branqueamento” de nuvens a partir da emissão de pequenas partículas (núcleos de condensação de nuvens NCN) lançadas sobre os oceanos, e que no ar tornam-se superfícies sobre as quais o vapor d’água pode se condensar e formar gotas. Essas gotas, menores do que as gotas de nuvens normais, espalham-se mais e refletem mais radiação, além de tornarem as nuvens mais duradouras (ROYAL SOCIETY, 2009). As bases dessa tecnologia já são bastante conhecidas, no entanto, diversos desafios técnicos, como o tipo de partícula e a maneira de emití-las, bem como o mecanismo de colocá-las na troposfera, não foram resolvidos. As principais vantagens potenciais desse método seriam sua flexibilidade, pode ser rapidamente interrompido, seu rápido efeito sobre o clima, e a possibilidade de empregá-lo para efeitos localizados. Os principais problemas são o fato de que: o resfriamento se daria de maneira muito mais intensa no local em que os NCNs forem

⁷³ De acordo com MacCracken (2009), esse tipo de medida pode ser eficiente em nível local, especialmente em latitudes mais baixas, pois diminui a necessidade de sistemas de resfriamento. No entanto, seu impacto sobre o albedo terrestre como um todo é mínimo.

aplicados, o que poderia alterar padrões climáticos de regiões inteiras; a poluição potencialmente gerada por essas partículas; e a imprevisibilidade dos custos de manter esse tipo de operação (ROYAL SOCIETY, 2009).

Ações no espaço são consideradas “as propostas de geoengenharia mais extravagantes” (KEITH e DOWLATABADI, 1992. Pg.3) e têm como princípio o posicionamento de objetos entre a Terra e o Sol⁷⁴. Existem várias propostas de quais objetos lançar, tais como: minúsculas lentes fabricadas na Lua; fios ultrafinos de alumínio fabricados na Terra; finos discos metálicos produzidos em asteróides; e cerca dez trilhões de discos refratores extremamente finos, cada um com 60cm de diâmetro, a serem lançados um milhão por minuto nos próximos 30 anos (ROYAL SOCIETY, 2009). Propostas desse tipo trazem uma série de diferentes incertezas e dificuldades: primeiramente o nível das pesquisas relativas a esse tema ainda é incipiente e está longe de ser empregável; qualquer desses projetos, se for decidido pelo seu emprego, levará décadas (no mínimo) para ser implementável; e todas essas medidas terão um custo inicial alto (da ordem dos trilhões de dólares – KEITH e DOWLATABADI, 1992), ainda que o custo de manutenção baixo possa torná-las uma opção relativamente rentável. Pro fim, em relação à eficácia e a segurança ambiental dessas opções, pode-se afirmar que, caso fossem corretamente empregadas, elas certamente reduziriam o aquecimento global, mas seus efeitos potenciais sobre o meio ambiente ainda são bastante incertos (ROYAL SOCIETY, 2009).

Estudos do manejo da radiação solar através da atuação na atmosfera vêm se concentrando predominantemente em medidas de injeção de aerossóis refletores na estratosfera. De fato, o termo geoengenharia é mais comumente empregado para referir-se apenas a essas técnicas (MATTHEWS e CALDEIRA, 2007). Estudos recentes (RASH et al. 2008, e MacCRACKEN, 2009) confirmam que aerossóis de enxofre⁷⁵ exercem um efeito resfriante na estratosfera. Um exemplo dessa característica é dado por grandes erupções vulcânicas, que em diversas ocasiões levaram à diminuição da temperatura média do planeta durante um curto período de tempo (um ou dois anos).

Essas medidas de geoengenharia, além de confirmadamente eficazes, são relativamente pouco custosas e poderiam ser empregadas expeditamente (BARRETT, 2008). As dúvidas técnicas em relação a sua aplicação dizem respeito principalmente ao tamanho de

⁷⁴ A maioria das técnicas citadas utiliza o chamado ponto L1 da órbita terrestre em torno do Sol, caracterizado por ser uma região onde objetos podem ficar estáticos entre os dois Astros.

⁷⁵ O dióxido de enxofre é o principal componente desses aerossóis.

partícula de aerossóis empregado e à difícil previsão dos efeitos dessa técnica sobre o meio ambiente e o clima no longo prazo. Além disso, esse tipo de medida apresenta riscos ambientais severos, que precisam ser profundamente estudados para que se possa avaliar a empregabilidade dessas medidas (ROYAL SOCIETY, 2009). Dentre os possíveis efeitos negativos estariam danos à camada de ozônio; alterações dramáticas nos padrões pluviais, apontando para uma redução das chuvas em baixas latitudes; e a alteração da produtividade biológica (ROYAL SOCIETY, 2009).

Todas as medidas apresentadas acima, especialmente as de manejo de radiação, apresentam uma série de riscos e incertezas que eliminam a possibilidade de elas serem empregadas imediatamente. Nos principais estudos sobre a questão científica da geoengenharia (ROYAL SOCIETY, 2009; MATTHEWS e CALDEIRA, 2007; KEITH, 2000; NAS, 1992) é um consenso que essas técnicas só poderão ser aplicadas se mais estudos forem feitos a respeito, de maneira a esclarecer ao máximo as dúvidas em relação aos seus custos, efeitos diretos sobre o clima, e efeitos colaterais sobre o meio ambiente. Além disso, também é objeto de consenso desses estudos que, esclarecidas positivamente essas dúvidas, a geoengenharia deva ser apenas uma ferramenta secundária à mitigação no combate às mudanças climáticas. Isso porque essa técnica não combate a origem do problema, e sempre haverá a possibilidade de efeitos secundários imprevistos e consideravelmente negativos. Por fim, se a geoengenharia fosse empregada em um cenário em que as emissões de dióxido de carbono não fossem expressivamente mitigadas e a técnica fosse em seguida interrompida, os GEE acumulados na atmosfera (e cujo efeito aquecedor estava apenas se maquiou) seriam liberados repentinamente e poderiam levar a níveis de aquecimento 20 vezes maiores dos que os atuais (MATTHEWS e CALDEIRA, 2007).

Se a geoengenharia oferece tantos riscos e incertezas, é de se indagar o porquê de defender o seu estudo. Manipular o clima em larga escala não é uma possibilidade imediata, nem mesmo é uma solução válida para os impactos da mudança do clima ocorrida até o momento. Em um futuro talvez próximo, em que se apresente um desafio climático maior, como o desaparecimento das geleiras da Groenlândia ou a interrupção da corrente do Golfo, ela pode ser a alternativa “menos pior” (SCHNEIDER, 1996). Caso se atingisse tal situação, com o nível tecnológico e científico atual, a aplicação da geoengenharia provavelmente causaria uma série de conseqüências danosas. Caso sejam devidamente estudadas, as técnicas serão, no mínimo, mais adequadas às necessidades do planeta e as suas possíveis

consequências serão mais conhecidas. Além disso, enquanto o tema for considerado um tabu, a opção não é devidamente eliminada da lista de possibilidades.

Por fim, a tecnologia para empregar alternativas precárias de geoengenharia já existe e pode ser empregada isoladamente por um Estado, ou mesmo por indivíduos (VICTOR et al., 2009). Além de o nível tecnológico e científico dessas propostas estar aquém do desejado, as consequências de sua utilização não ficariam limitadas ao território do país que as aplicar, gerando efeitos no planeta como um todo. Um exemplo é o possível efeito de aerossóis de enxofre sobre os índices pluviais na região do equador. Enquanto para um país de latitudes mais elevadas, ou para uma pequena ilha, o uso desses aerossóis pode ser benéfico, nos países tropicais poderia ser alterado todo o padrão de produção agrícola, por exemplo. Assim, o que é visto como uma solução para um país pode ser considerado uma catástrofe para outro. A possibilidade de ações unilaterais de geoengenharia é um dos principais riscos políticos que ela oferece e a regulação dessa questão tem algumas particularidades que merecem ser melhor analisadas.

3.2.3 Governança da Geoengenharia

Em termos de regime internacional a geoengenharia é diferente de qualquer outro tema das mudanças climáticas. Em primeiro lugar, ao contrário da mitigação, não é um problema de ação coletiva (VIRGOE, 2008). Para que a geongenharia dê resultados, não é preciso que todos (ou a grande maioria dos) os países se esforcem para colocá-la em prática. Em segundo lugar, e em decorrência do primeiro, a geoengenharia pode ser empregada por um pequeno grupo de países, ou mesmo por um país isoladamente. Neste caso, portanto, ao invés de precisar criar incentivos para que todos os países desempenhem um papel ativo em sua implementação, o regime internacional de geoengenharia terá como desafio

O estabelecimento de normas que restrinjam todos os potenciais geoengenheiros bem como os princípios que governem suas escolhas em relação à combinação de sistemas de geoengenharia a serem empregados. Restrições e normas eficazes no governo dessas escolhas demandarão que se esteja de acordo em relação aos fatos básicos a respeito das opções e perigos da geoengenharia. (VICTOR, 2008)

Ou seja, o regime da geoengenharia precisará em primeiro lugar estabelecer os fatos científicos básicos a seu respeito e, depois, deverá criar regras e norma claras que limitem a ação de qualquer atividade relacionada.

De acordo com o estudo da Royal Society (2009) o principal problema da governança do problema da geoengenharia é que “enquanto problemas em potencial podem ser identificados com todas as tecnologias de geoengenharia, esses problemas só podem ser resolvidos com pesquisa, desenvolvimento e demonstração” (ROYAL SOCIETY, 2009. Pg. 37). Ao contrário da ciência da mudança climática em que os riscos e impactos podem ser avaliados probabilisticamente com a coleta extensiva de dados, em relação à geoengenharia esses dados não existem. Ao invés de se tratar de uma questão de risco, portanto, trata-se de uma questão de desconhecimento, que se for devidamente investigado poderá criar as bases para uma avaliação probabilística, a partir da qual poderão ser desenvolvidas políticas apropriadas. Ou seja, por mais que já se apresentem riscos potenciais que a priori eliminariam a possibilidade de emprego de determinadas técnicas de geoengenharia, as pesquisas sobre essas técnicas não podem ser impedidas, sob o risco de “tornar praticamente impossível o acúmulo de informações necessárias para que se tomem decisões informadas sobre a factibilidade e a aceitabilidade da tecnologia em questão” (ROYAL SOCIETY, 2009. Pg. 37). Assim, a primeira conclusão sobre a governança da geoengenharia é que a posição mais segura em relação a essa tecnologia é o estímulo para sua investigação, e não a proibição.

Outra questão emerge do desconhecimento sobre a aplicabilidade e os efeitos da geoengenharia. Mesmo que extensas pesquisas levem à conclusão de que uma determinada tecnologia pode ser aplicada, podem haver impactos negativos que só serão conhecidos quando ela estiver em operação. Por exemplo, a mudança climática e o empobrecimento da camada de ozônio são fenômenos decorrentes de tecnologias que inicialmente eram consideradas benéficas. No entanto, as possíveis conseqüências ambientais das tecnologias emissoras de CFC e GEE não haviam sido plenamente estudadas antes de serem aplicadas. Mesmo assim, é impossível saber o total impacto de uma técnica que pretende alterar o clima do planeta como um todo, assim como é impossível determinar todos os impactos, ou mesmo o grau de aquecimento, causados pela emissão desimpedida de gases de efeito estufa. Destarte, apesar de a investigação da geoengenharia ser necessária, é igualmente importante a precaução em relação à sua implementação.

Além de gerar considerações científicas importantes, a geoengenharia também suscita importantes questionamentos éticos e sociais. Por exemplo, Kiehl (2006) considera arrogante a noção de que se pode controlar a Terra e tratar o sintoma e não a causa. Crutzen (2006) argumenta que, mesmo que seja a pior das opções de combate ao aquecimento global, a geoengenharia pode ser necessária em face do aumento constante na emissão planetária de

GEE. Por fim, Barrett (2008) afirma que os custos muito mais baixos do que os da mitigação, fazem da geoengenharia uma alternativa a ser considerada imediatamente⁷⁶. Ademais, alguns pesquisadores como Bengtsson (2006), levantam a questão do impacto moral que uma solução tecnológica para o aquecimento global apresenta: podendo-se consertar o clima com o uso de tecnologias relativamente baratas, por que manter uma política de mitigação? Não há, no entanto, evidências que a geoengenharia realmente tenha esse efeito na opinião pública e na posição de tomadores de decisão (ROYAL SOCIETY, 2009).

Além disso, a necessidade de empregar geoengenharia não seria vista da mesma maneira por todos os países. Um evento visto positivamente por cidadãos da Groenlândia, como o derretimento parcial de glaciares, pode ser tido por pequenos Estados insulares como uma calamidade que justificaria a geoengenharia. Assim, Barrett (2008) levanta a seguinte pergunta: quem deverá decidir se e quando empregar uma alternativa de geoengenharia? Além disso, caso essa alternativa seja empregada, os países menos favorecidos pelo aumento do albedo terrestre deverão receber algum tipo de compensação? E como será garantido que a alternativa escolhida será mantida pelo tempo que for necessário e não será abandonada, com conseqüências previsivelmente desastrosas para o clima do planeta? Atualmente essas questões, e a geoengenharia de maneira geral, não são abordadas pelo Direito Internacional Ambiental.

Algumas técnicas de geoengenharia, como as que lidam com o espaço sideral e as que concernem a proteção dos oceanos, são parcialmente cobertas por determinados tratados internacionais (VIRGOE, 2000)⁷⁷. Geralmente, no entanto, as técnicas de geoengenharia empreendidas por um Estado em seu território e cujos efeitos são direcionados para esse território são apenas minimamente limitadas por normas internacionais (ROYAL SOCIETY, 2009). Mesmo que hajam normas internacionais, no entanto, é difícil determinar se um Estado deixaria de empreender uma ação que protegeria seus cidadãos e que está a seu alcance tecnológico, apenas porque um conjunto de regras estabelecidas em um outro contexto o impedem. Victor (2008) afirma que essa é uma possibilidade bastante improvável. O autor argumenta que para que futuras normas de geoengenharia sejam universalmente

⁷⁶ Barrett (2007) defende um regime climático em que medidas de mitigação, adaptação e geoengenharia sejam empregadas em conjunto, focando-se nos custos e resultados realísticos mais do que em possíveis dilemas morais.

⁷⁷ No caso da proteção dos oceanos, determinados aspectos da geoengenharia poderiam ser regulados pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, de 1982. Já as técnicas espaciais recaem sobre o Tratado sobre o Espaço Exterior, de 1967.

construídas e respeitadas, elas deverão ser estabelecidas apenas após ampla pesquisa científica a seu respeito.

Uma abordagem mais efetiva para a construção de um sistema regulatório se concentraria em construir os fundamentos para as futuras negociações a respeito das normas, ao invés de buscar codificar normas imaturas imediatamente. Normas significativas não são elaboradas do ar. Elas podem ter efeito se elas fizerem sentido aos atores centrais e se tornarem socializadas pela prática. Para que sejam normas razoáveis devem ser baseadas em evidências e na razão; e devem ser relevantes os atores principais, levando em consideração seus interesses centrais.⁷⁸(VICTOR, 2008. Pg.331)

Assim, o que se sabe sobre a geoengenharia é um pouco como a máxima socrática: só sabemos que nada sabemos. A ciência a seu respeito é incerta e potencialmente perigosa. A mera existência de uma alternativa de geoengenharia pode desestimular a ação internacional de mitigação. E, para completar, o emprego desse tipo de técnica, cujos resultados são altamente imprevisíveis (talvez imprevisíveis), não é fortemente regulado por nenhum mecanismo internacional. Um país, caso isso o beneficiasse, poderia inclusive empregar técnicas de geoengenharia que prejudicassem nações em regiões completamente afastadas da sua. Então por que se contempla a geoengenharia? Por que a comunidade internacional, até o momento, foi incapaz de responder efetivamente à mudança climática. Diante da alternativa de jacarés no Pólo Norte, fim da vida marinha e extinção da Amazônia, a emissão de dez trilhões de discos refratores pode parecer uma opção saudável, e pode, pelo menos, comprar tempo até a necessária transformação da economia do planeta. No entanto, de acordo com o que foi exposto nesta seção, não há nada de aparentemente saudável em relação à geoengenharia e, a menos que se estude e se compreenda essa alternativa a fundo, ela não tem condições de ser empregada em um futuro próximo.

⁷⁸ No original: “A more effective approach to building a relevant regulatory system would concentrate, today, on laying the groundwork for future negotiations over norms rather than attempting to codify immature norms now. Meaningful norms are not crafted from thin air. They can have effect if they make sense to pivotal players and then they become socialized through practice. To be sensible the norms must be based on evidence and reason; they must be relevant and responsive to core interests of pivotal players”.

CONCLUSÃO

Foram avaliadas até o momento as diferentes possibilidades de resposta à mudança climática e como elas foram abordadas em termos de cooperação internacional. É importante agora retornar à pergunta inicial, qual seja: por que, dada a seriedade da mudança climática, a resposta internacional ainda é insuficiente para combater esse fenômeno?

O primeiro motivo é a própria constituição da mudança climática enquanto um fenômeno reconhecido como grave, mas inerentemente marcado por desequilíbrios, riscos e incertezas. Seus impactos se darão de maneiras distintas nas diferentes regiões e países, sendo que os efeitos serão mais intensos e prejudiciais nas nações em desenvolvimento. Esta característica, conforme apresentada no primeiro capítulo, faz com que os países com maior responsabilidade pela situação não sejam necessariamente os que possuem maior estímulo para atuarem em relação a ela. Além disso, o fato de a ação internacional de combate ao fenômeno ser um bem público global atua como um desestímulo adicional, pois países que não aderirem aos esforços globais poderão gozar de seus benefícios tanto quanto seus pares.

Por sua vez, os riscos e os impactos do aquecimento global não são plenamente previsíveis, ou seja, mesmo que haja a possibilidade de ocorrência de alguma catástrofe, as probabilidades de que isso ocorra no curto ou médio prazo são mínimas, desestimulando a ação imediata. Ademais, os custos, tanto dos eventuais impactos do aquecimento não impedido, quanto dos cenários de mitigação mais extensa, são em si bastante incertos. Mesmo que no longo prazo haja uma tendência clara de os custos econômicos da mudança climática se tornarem muito mais elevados do que a ação tomada a seu respeito no presente, não há uma posição definitiva quanto às relações custo-benefício dessas duas variáveis.

O segundo motivo é relacionado às falhas das instituições atuais em responder às dificuldades acima. Em uma comunidade internacional composta por Estados maximizadores de seus interesses próprios, as instituições atuais foram incapazes de tornar o combate ao aquecimento global parte desses interesses. Um dos principais motivos para isso é que os mecanismos estabelecidos para garantir a mitigação são demasiado limitados, disputam entre si por recursos (vide relação entre o Fundo de Adaptação e o MDL) e não dão conta da complexidade do fenômeno abordado. Esses mecanismos baseiam-se quase que exclusivamente nas forças de mercado como instituição auto-reguladora das atividades econômicas, ignorando o fato apontado por Stern (2008) de que a emissão de GEE constitui a

maior falha de mercado já vista e que mercados que lidem com virtualmente todos os setores econômicos são em si naturalmente falhos em pelo menos alguns aspectos. Por fim, esses mecanismos baseiam-se exclusivamente na criação de estímulos positivos para a mitigação, não havendo nenhum desincentivo econômico que torne atividades intensivas em carbono imediatamente mais onerosas.

Outra falha importante é o fato de os mecanismos obrigatórios de mitigação, tais como estabelecidos no protocolo de Kyoto, excluem as nações emergentes e em desenvolvimento das responsabilidades das atividades de mitigação. A participação desses países, que serão os futuros líderes nos índices de emissão de CO₂, é essencial para garantir a reversão das tendências atuais de emissão. Além disso, a desobrigação desses países em desacelerar suas emissões desestimulou a adesão do mais importante emissor individual, qual seja, os Estados Unidos.

Outro aspecto diz respeito ao estabelecimento pela cooperação internacional apenas de metas de curto prazo, o que não colabora para que sejam feitos os investimentos na transformação necessária para que o aquecimento global seja efetivamente combatido. Investimento em setores como o industrial e o de fornecimento energético, tal como avaliado no capítulo 2, são caracterizados por altos gastos iniciais, com retornos de longo prazo, diante dos quais a incerteza sobre a manutenção de políticas de mitigação após o período de compromisso desestimularia o gasto na compra e desenvolvimento de tecnologias mais eficientes. O regime atual falha também ao ignorar políticas de custo negativo que poderiam ser adotadas num cenário de mitigação.

Por fim, as políticas que adotadas deixaram de lado duas importantes respostas ao aquecimento global: adaptação e geoengenharia. Sem que sejam levados em conta os custos, benefícios e riscos associados a essas políticas, a formulação de um regime climático internacional é necessariamente incompleta. Mesmo que tenha ganhado um espaço importante nas negociações climáticas, a adaptação ainda não é plenamente contemplada pelos mecanismos internacionais. Já a geoengenharia, especialmente se não for objeto sistemático de pesquisas, pode inibir ações de mitigação, por oferecer uma solução tecnológica em potencial.

Essas dificuldades, ainda que bastante sérias, são potencialmente contornáveis. Diversas propostas de arquiteturas alternativas às atuais foram feitas ao longo dos últimos anos por autores como Barrett (2003), Victor (2007), e Ackerman et al. (2009). Um estudo mais detalhado dessas propostas seria importante para analisar as alternativas à situação atual.

Da mesma forma, as negociações iniciadas este ano em Copenhague oferecerão um importante ponto de análise e deverão ser objeto de intensa investigação, como foi o caso do Protocolo da Kyoto.

Quando este trabalho for avaliado, a décima quinta Conferência das Partes estará em seus últimos dias. Até lá, é provável que a posição estadunidense já esteja clara e que os países em desenvolvimento tenham estabelecido sua posição em relação à adoção de compromissos de redução. Se uma mudança positiva for identificada em relação a esses pontos, é provável que o mundo saia de Copenhague com mais garantias contra as mudanças climáticas. O Brasil já foi à conferência disposto a assumir metas concretas de redução (baseadas principalmente na preservação florestal), distanciando-se dos argumentos das outras grandes nações emergentes, de que apenas os países industrializados deverão assumir metas. Esse pode ser um excelente caminho para que o Brasil assuma uma posição de liderança no combate ao aquecimento global. Posição esta que lhe será muito menos custosa do que aos outros países emergentes, dada sua matriz energética largamente renovável e a tendência atual de queda nos níveis de desmatamento da Amazônia.

Os próximos dias de negociação, e, muito provavelmente os próximos meses, terão o potencial de determinar se a humanidade ira atuar como fez no caso do risco de guerras nucleares, agindo contra suas tendências iniciais diante do risco em potencial da destruição do planeta. Caso siga-se no caminho inercial da atualidade, será provavelmente necessário contemplar métodos bizarros de geoengenharia para esfriar a Terra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERMAN, Frank. **Carbon Embedded in China's Trade**. Suécia: Stockholm Environment Institute, 2008. Disponível em: <<http://www.sei.se>>.

_____; STANTON, Elizabeth A.; DECANIO, Stephen J.; et al. **The Economics of 350: The Benefits and Costs of Climate Stabilization**. Economics for Equity and Environment, out. 2009. Disponível em: <<http://www.e3network.org>>.

ADAPTATION FUND. Disponível em: <<http://adaptation-fund.org>>.

ADDING Value and Promoting Higher Impact Through the GEF's. Programmatic Approach. **Global Environment Facility**. Disponível em: <<http://www.thegef.org>>.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. World Energy Outlook. The authoritative source of energy analysis and projections. Disponível em: <<http://www.worldenergyoutlook.org/>>

ALDY, Joseph; LEY, Eduardo; PARRY, Ian. **What is the role of carbon taxes in climate change mitigation?** The World Bank, 2009. Disponível em: <http://www1.worldbank.org/prem/PREMNotes/Note2_role_carbon_taxes.pdf>.

_____; STAVINS, R.N. **Architectures for Agreement: Addressing Global Climate Change in the Post-Kyoto World**. Cambridge University Press, 2007

_____; PIZER, William A. The Competitiveness Impacts of Climate Change Mitigation Policies. **Pew Center on Global Climate Change**. Arlington, VA, 2009. Disponível em: <<http://www.pewclimate.org/docUploads/competitiveness-impacts-report.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

AMAZÔNIA: Desafio Brasileiro do Século XXI. A Necessidade de uma Revolução Científica e Tecnológica. Rio de Janeiro: **Academia Brasileira de Ciências**, [s.d].

ANDONOVA, L.B. Transnational Climate Governance. **Global Environmental Politics**, v. 9, n. 2, pp. 52-73, 2009.

BANCO MUNDIAL. **The Cost to Developing Countries of Adapting to Climate Change**. New Methods and Estimates. The Global Report of the Economics of Adaptation to Climate Change Study. Executive Summary. Consultative Draft. The World Bank, novembro de 2009. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/>>.

_____. **Public attitudes toward climate change: findings from a multi-country poll**, dez. 2009. Disponível em: <<http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/Background-report.pdf>>.

BANG, Guri. Energy security and climate change concerns: Triggers for energy policy change in the United States? **Energy Policy**, 2009. Disponível em: < journal homepage: www.elsevier.com/locate/enpol>.

BARNETT, Jon. How to Prevent Climate Change Summit from Failure, 2009. In: **Climate Policy**. An American Meteorological Society Project. Disponível em: <<http://www.climatepolicy.org/?p=69>>.

_____. The Meaning of Environmental Security: **Ecological Politics and Policy in the New Security Era**. Zed Books, 2001.

_____. **The prize of peace (is eternal vigilance): a cautionary editorial essay on climate geopolitics**. Climate Change, Springer Netherlands, maio, 2009.

_____. The prize of peace (is eternal vigilance): a cautionary editorial essay on climate geopolitics. **Springer Science**, 2009

BARRET, Scott. **Environment and Statecraft: The Strategy of Environmental Treaty-Making**. USA, Oxford University Press, 2006.

_____. **Why Cooperate?: The Incentive to Supply Global Public Goods**. USA, Oxford University Press, 2007.

_____. The Coming Global Climate–Technology Revolution. **Journal of Economical Perspectives**, v. 23, n. 2, p. 53-75, 2009.

_____. A multitrack climate treaty system. In: ALDY, J. E.; STAVINS, R.N. **Architectures for Agreement: Addressing Global Climate Change in the Post-Kyoto World**. Cambridge University Press, 2007.

_____. The Incredible Economics of Geoengineering. **Environ Resource Econ**, 39:45–54, 2008.

BARROS-PLATIAU, Ana Flávia; VARELLA, Marcelo Dias; SCHLEICHER, Rafael T. Meio ambiente e relações internacionais: perspectivas teóricas, respostas institucionais e novas dimensões de debate. **Revista Brasileira de Política Internacional**, n. 47 (2): 100-130, 2004.

BELL, R. G. What to Do About Climate Change. **Foreign Affairs**, v. 85, n. 3, 2006.

BENEDICK, Richard Elliot. **Ozone Diplomacy**. New Directions in Safeguarding the Planet. Enlarged Edition, 1998. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=4yM9uPRUvi4C&printsec=frontcover&dq=montreal+p+rotocol+benedick&ei=RUYdS6PQOZX0zATBuuCGCQ#v=onepage&q=&f=false>>.

BENGTSSON, Lennart. Geo-Engineering To Confine Climate Change: Is It At All Feasible? *Climatic Change* (2006) 77: 229–234, 2006.

BODANSKY Daniel. May We Engineer the Climate? ***Climatic Change***, 33: 309-321, 1996.

BODIRSKY, Benjamin; CRASSOUS-DOERFLER, Renaud; VAN ESSEN, Huib et. al. How can each sector contribute to 2C? Report on Energy and Climate Policy in Europe – RECIPE, 2009. Disponível em: <<http://www.pikpotsdam.de/recipe>>.

BOLIN, Bert. **Respondin to Climate Change**. Knowledge and Insight Required to Act under Uncertainty. Focusing on Robust Findings. Suécia: Stockholm Environment Institute, 2008. Disponível em: <<http://www.sei.se>>.

BOOTH Ben. Climate feedbacks: from the known to the unknown. Disponível em: <<http://www.metoffice.com/climatechange/science/explained/feedbacks.html>>

BORGESON, S.G. Arctic Meltdown. ***Foreing Affairs***, v. 87, n. 2, 2008

BREITMEIER, H. et al. Analyzing International Environmental Regimes: From Case Study to Database. ***Global Environmental Accord: Strategies for Sustainability and Institutional Innovation***, The MIT Press, 2006.

BREWER, Peter G. **Inventing the future: scenarios, imagination, mastery and control**. Sustainability Science, ***Springer Japan***, v. 2, n. 2, 2007.

_____. **Evaluating a technological fix for climate**. Disponível em: <<http://www.pnas.org/search?author1=Peter+G.+Brewer&sortspec=date&submit=Submit>>.

BROVKIN, Victor; PETOUKHOV, Vladimir; CLAUSSEN, Martin; et. al. Geoengineering climate by stratospheric sulfur injections: Earth system vulnerability to technological failure. ***Climatic Change***, 92:243–259, 2009.

CALDEIRA, K. & al. Sensitivity of ocean acidification to geoengineered climate stabilization. ***Geophysical Research Letters***, v. 36, 2009

CAMPOS. Christiano Pires de. **A Conservação das Florestas no Brasil, Mudança doClima e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

CHARVÉRIAT, Céline. **Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk**. Inter-American Development Bank, October 2000. Disponível em: <<http://idbgroup.org/sds/doc/ENVNatDisastLACeline.pdf>>.

CHRISTOPLOS, Ian ; ANDERSON, Simon ; ARNOLD, Margaret; et. al.

CLAUSSEN, Eileen. **Climate Change: The Political Challenges**. Stanford University. Sustainability Days, oct. 2004. Conference. Disponível em:
<http://www.pewclimate.org/press_room/speech_transcripts/stanford.cfm>.

_____. **Climate Change Politics: A Landscape Transformed**. Albuquerque, Novo México, 9 mar. 2007. Discurso. Disponível em:
<http://www.pewclimate.org/press_room/speech_transcripts/xeriscape_10.cfm>.

COLLIER, D.; BRADY, H. E. **Rethinking Social Inquiry: Diverse Tools, Shared Standards**. Rowman & Littlefield Publishers, 2004.

COLLINS, Matthew; BOOTH, Ben B. B.; HARRIS, Glen R. et al. **Towards quantifying uncertainty in transient climate change**. Springer-Verlag, 2006.

COMMISSION ON CLIMATE CHANGE AND DEVELOPMENT. **The Human Dimension of Climate Adaptation: The Importance of Local and Institutional Issues**. Suécia, 2009.

CONTRIBUTION of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental. In: **Climate Change, 2007** : Cambridge University Press, Cambridge, UK.

DALBY, S. **Security and Environmental Change**. Polity, 2009

DEVELOPMENT and Climate Change. A Strategic Framework for the World Bank Group. IPCC, 2007. **Climate Change 2007. Contributions of Working Groups I, II, and III to the Fourth Assessment**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.

EDENHOFER, Ottmar; CARRARO, Carlo; HOURCADE, Jean-Charles et al. **The Economics of Decarbonization. Potsdam-Institute for Climate Impact Research: Potsdam. Report on Energy and Climate Policy in Europe – RECIPE**, 2009. Disponível em:
<<http://www.pik-potsdam.de/recipe>>.

ERICKSON, Peter; HEAPS, Charles; LAZARUS, Michael. **Greenhouse Gas Mitigation in Developing Countries**. Suécia: Stockholm Environment Institute, 2008. Disponível em:
<<http://www.sei.se>>.

EUROPEAN CLIMATE EXCHANGE. Disponível em: <<http://www.ecx.eu>>.

FIGUERES, Christiana; STRECK, Charlotte. **Enhanced Financial Mechanisms for Post 2012 Mitigation**. In: The World Bank. Development Economics. Office of the Senior Vice President and Chief Economist, July 2009.

FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇA CLIMÁTICA, I, 2009. **A Crise Financeira Mundial e a Mudança do Clima**. Rio de Janeiro: Secretaria Executiva do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas - IVIG / COPPE / UFRJ, 2009. Disponível em:
<<http://www.forumclima.org.br>>.

FRONDIZI, Isaura Maria de Rezende (coord.). **O Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.** Guia de Orientação – 2009. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio, FIDES, 2009.

FÜSSEL, Hans-Martin. **Development and Climate Change.** The World Bank, 2009.

G. BALA, G.; P. B. DUFFY, P. B.; TAYLOR, K. E. **Impact of geoengineering schemes on the global hydrological cycle.** Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/105/22/7664.full>>.

GIDDENS, Anthony. The Politics of Climate Change. National responses to the challenge of global warming. **Policy Network**, Londres, 2008.

GILBERT, Natasha. End of the road for Copenhagen? **Nature**, 2009, p. 144-5,

GLOSSARY. Annex I. Netherlands: A.P.M. Baede.

GOLDEMBERG. José. As negociações sobre o clima e seus mitos. **Academia Brasileira de Ciências.** 2009. Disponível em: < http://www.abc.org.br/imprensa.php3?id_article=404>.

GOVINDASAMY, B.; CALDEIRA, K. **Geoengineering Earth's radiation balance to mitigate CO₂-induced climate change.** **Geophysical Research Letters**, v. 27, n. 14, p. 2141-2144, 2000

GRIECO, M. Joseph. **Cooperation among Nations.** Europe, America, and non-tariff barriers to trade. Nova Iorque: Cornell University Press, 1990. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=bcji1fUj_o0C&pg=PA1&lpg=PA1&dq=Cooperation+among+nations:+Europe,+America,+and+non-tariff+barriers+to+trade&source=bl&ots=vLr7toWCXc&sig=hTjKLt1yAO1hBT3zWmhM5AmWmBQ&hl=en&ei=6gEeS8jRHNPQIAfk_ZSJDA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CBIQ6AEwAQ#v=onepage&q=&f=false>.

GRUNDIG, Frank. Patterns of International Cooperation and the Explanatory Power of Relative Gains: An Analysis of Cooperation on Global Climate Change, Ozone Depletion, and International Trade. **International Studies Quarterly** – ISQ, 2006 n. 50, 781–801

HAAS, D. W. Climate Change Governance after Bali. **Global Environmental Politics**, v. 8, n. 3, p. 1-7, 2008.

HANSEN, James. A bomba-relógio do aquecimento global. Deter o processo requer cooperação internacional urgente e sem precedentes. **Scientific American Brasil**, n. 23, abr. 2004.

HARVARD KENNEDY SCHOOL. **The Harvard Project on International Climate Agreements.** Climate Finance. Nov. 2009.

HOMER-DIXON, T. F. Environment, Scarcity, and Violence. **Princeton University Press, 2001.**

HUNTINGFORD, Chris; FISHER, Rosie A.; MERCADO, Lina et al. Towards quantifying uncertainty in predictions of Amazon “dieback”. **Philosophical Transactions of The Royal Society – Biological Sciences**. Disponível em: < <http://rstb.royalsocietypublishing.org>>. Acesso em: 16 nov. 2009.

HURRELL, J. W.; DELWORTH, T. L.; DANABASOGLU, G. Decadal Climate Prediction: Opportunities and Challenges. **Community White Paper**, 2009.

INSTITUTE OF MECHANICAL ENGINEERS. **Environment**. Geo-engineering Giving US the Time to Act. Ago. 2009. Disponível em: <<http://www.imeche.org/NR/rdonlyres/448C8083-F00D-426B-B086-565AA17CB703/0/IMechEGeoengineeringReport.pdf>>.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. 2007: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, p. 7-22.

_____. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: **Climate Change 2007: Mitigation**. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment. United Kingdom and New York, NY, USA. Cambridge: University Press, 2007.

_____. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the, Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working, 2007. United Kingdom and New York, NY, USA. Cambridge: University Press, 2007.

_____. Disponível em: < <http://www.ipcc.ch>>.

IRWIN, Timothy. **Implications for Climate-Change Policy of Research on Cooperation in Social Dilemmas. Consultative Draft**. The World Bank, julho de 2009.

JERVIS, Robert. MAD is the best possible deterrence. **Bulletin of the Atomic Scientists, 1985**. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=CAYAAAAAMBAJ&pg=PA43&lpg=PA43&dq=han+s+morgenthau+nuclear+destruction&source=bl&ots=w08Z69V1S0&sig=rrt0ydilxSSTvYYfPJySPiNNNuQ&hl=pt-BR&ei=RXkdS9fqFYKmuAfhzOzOCA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=9&ved>

=0CEUQ6AEwCA#v=onepage&q=hans%20morgenthau%20nuclear%20destruction&f=false
>.

JHA, Alok. Obama Climate Adviser Open to Geoengineering to Tackle Global Warming. **Guardian**, 8 abr. 2009. Disponível em:
<http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=1605&page=R1>

KEITH, David W. Geoengineering the Climate: History and Prospect. **Annual Review of Energy and the Environment**, v. 25, p. 245-284, 2000

_____.; DOWLATABADI, Hadi. 1992COULD we/should we engineer the Earth's climate? **Journal Climatic Change**. Subject Collection Earth and Environmental Science. Netherlands: Publisher Springer , v. 33, n. 3, jul. 1996, p. 275-78. Disponível em:
<<http://www.springerlink.com/content/t871pj4647717333/>>.

KEOHANE, Robert O. **After Hegemony: Cooperation and Discord in the World Political Economy**. Princeton University Press's Notable Centenary Titles, 1989. Disponível em: < After Hegemony: Cooperation and Discord in the World Political Economy>.

KIEHL, Jeffrey T. Geoengineering .

KINTISCH, Eli. COPENHAGEN CLIMATE CONGRESS. Projections of Climate Change Go From Bad to Worse, Scientists Report. Copenhagen, 20 MARCH 2009 VOL 323 SCIENCE Pg: 1546-47, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org>>. Acesso em: 16 nov. 2009

KLEIN, Richard. **Financing Adaptation to Climate Change**. Suécia: Stockholm Environment Institute, 2008. Disponível em: <<http://www.sei.se>>.

_____. Identifying Countries that are Particularly Vulnerable to the Adverse Effects of Climate Change: An Academic or a Political Challenge? **CCLR**, Suécia: STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE, 2009. Disponível em: <http://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/Climate-mitigation-adaptation/Equitable_approaches_to_mitigation_and_adaptation/identifying-countries-vulnerable-adverse-effects-klein.pdf>.

KOUSKY, Carolyn; ROSTAPSHOVA, Olga; TOMAN, Michael. **Responding to Threats of Climate Change Mega-Catastrophes**. The World Bank, 2009.

LAWRENCE, Mark G. The Geoengineering Dilemma: To Speak Or Not To Speak. **Climatic Change**, 77: 245–248, 2006.

LEVI, Michael A. **Artigo**. Senado dos Estados Unidos. Comitê de Energia e Recursos Naturais. Washington, 17 nov. 2009.

_____. Copenhagen's Inconvenient Truth: How to Salvage the Climate Conference. **Foreign Affairs**, sep.-out., 2009. Disponível em: <<http://www.foreignaffairs.com>>.

LIVERANI, Andrea. **Climate Change and Individual Behavior Considerations for Policy**. The World Bank, 2009.

MACCRACKEN, Michael C. Geoengineering: Worthy Of Cautious Evaluation? **Climatic Change**, 77: 235–243, 2006.

_____. **Beyond Mitigation**. Potential Options for Counter-Balancing the Climatic and Environmental Consequences of the Rising Concentrations of Greenhouse Gases. The World Bank, 2009.

MARENGO, José A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade**. Caracterização para o Território Brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2006.

MATHEWS, H. Damon; CALDEIRA, Ken. Transient climate–carbon simulations of planetary geoengineering. **Proceedings of the National Academy of Science of the USA**, v. 104, n. 24, 2007

_____; _____. **Transient climate–carbon simulations of planetary geoengineering**. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/104/24/9949.full>>.

MATTOO, Aaditya; SUBRAMANIAN, Arvind; MENSBRUGGHE, Dominique van der; et. al. **Reconciling Climate Change and Trade Policy**. Policy Research Working Paper. The World Bank, novembro de 2009.

McGINNIS, Michael Vincent. **Addressing biodiversity loss in a changing climate**: the importance of coastal marine ecosystem-based regulatory policy in the Euro-mediterranean, United States, and California.

McGRAY, Heather; HAMMILL, Anne; BRADLEY, Rob. **Weathering the Storm**. Options for Framing Adaptation and Development. Washington, USA: World Resources Institutes, 2007. Disponível em: <<http://www.wri.org>>.

MCKIBBEN, Bill. **The End of Nature**. Nova Iorque: Random House Trade Paperbacks, 2006.

McKINSEY & COMPANY. **Pathways to a Low-Carbon Economy**. Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve, 2009. Disponível em: <https://solutions.mckinsey.com/climatedesk/default/en-us/contact_us/fullreport.aspx>.

MEADOWCROFT, James. **Climate Change Governance**. The World Bank, 2009.

MENDELSON, Robert; MORRISON, Wendy; SCHLESINGER, Michael E.; ANDRONOVA, Natalia G. Country-Specific Market Impacts of Climate Change. **Climatic Change**, Springer Volume 45, Numbers 3-4 / June, 2000. Disponível em: <<https://commerce.metapress.com/content/wj835313u172l412/resource-secured/?target=fulltext.pdf&sid=s3ikwrbisnwvewisucnkf4ik&sh=www.springerlink.com>>.

METZ, B. ; DAVIDSON, O.R. ; BOSCH P.R. ; et.al. (eds). **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. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>>

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia. Emissões de Dióxido de Carbono e de Metano pelos Reservatórios Hidrelétricos Brasileiros. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Relatórios de Referência. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, 2006.

_____. _____. Emissões de Dióxido de Carbono por Queima de Combustíveis: Abordagem Top-down. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Relatórios de Referência. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, 2006.

_____. _____. Emissões de Gases de Efeito Estufa por Queima de Combustíveis. Abordagem Bottom-up. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Relatórios de Referência. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006.

_____. _____. Emissões e Remoções de Dióxido de Carbono por Conversão de Florestas e Abandono de Terras Cultivadas. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Relatórios de Referências. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004.

_____. _____. Emissões e Remoções de Dióxido de Carbono por Mudanças nos Estoques de Florestas Plantadas. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Relatórios de Referências. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - FBDS, 2006.

_____. _____. Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal. Comunicação Inicial do Brasil. **Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia.

_____. **Nota do governo do Brasil sobre as negociações internacionais relativas à mudança global do clima**. Brasília, 20 jun. 2001. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/21282.html>>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/sitio>>.

_____. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo.** Última compilação do site da CQNUMC: 02 de outubro de 2009.

MORGAN, M. Granger. **Unilateral Geoengineering:** A few basic ideas about the science to start our discussions. Council on Foreign Affairs. Disponível em: <http://www.cfr.org/content/thinktank/GM_CFR_briefing_REV.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2009.

MUDANÇA do Clima. Volume II. Paraná, **Cadernos NAE**, n. 4, 2005.

MUYLAERT, Maria Silvia. **Análise dos acordos internacionais sobre mudanças climáticas sob o ponto de vista do uso do conceito de ética.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2000. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energéticos). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

NATIONAL ACADEMIES PRESS. **Policy Implications of Greenhouse Warming**, 1992. Disponível em: <http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=1605&page=R1>.

NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change.** United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge.

_____. **Introduction.** United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge.

NAYAR, Anjali. How to save a Forest. **Nature**, 2009, p. 26-9.

NILSSON, Annika E.; SWARTLING, Åsa Gerger. **Social Learning about Climate Adaptation: Global and Local Perspective.** Suécia: Stockholm Environment Institute, 2009. Disponível em: <<http://www.sei.se>>.

NISHI, Marcos Hiroshi; JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves, SILVA, Márcio Lopes da et. al. **Influência dos Créditos de Carbono na Viabilidade Financeira de Três Projetos Florestais.** Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, v. 29, n. 2 p. 263-70, 2005.

NORDHAUS, William. **The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy.** New Haven, Connecticut, USA: Yale University, 2007.

OBAMA, Barack. Discurso do Presidente nas Nações Unidas. Climate Change Summit. Nova Iorque, Sede das Nações Unidas, Gabinete do Secretário de Imprensa, 22 set. 2009.

OPPENHEIMER, Michael; O'NEILL, Brian C.; WEBSTER, Mort; et al. The limits of Consensus. **Science**, v. 317, set. 2007. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org>>.

ORESQUES, Naomi. **Beyond The Ivory Tower: The Scientific Consensus on Climate Change**. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/306/5702/1686>>.

PATAKI, George E.; VILSACK, Thomas J. ; LEVI, Michael A. et al. **Confronting Climate Change: A Strategy for U.S. Foreign Policy. Independent Task Force Report**, New York, NY, n. 61, 2009. Disponível em: <<http://www.fsc.org>>.

PIELKE JR, Roger; PRINS, Gwyn; RAYNER, Steve. Climate Change 2007: Lifting the taboo on adaptation. **Nature**, 445, 597-598, 8 fev. 2008. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/journal/v445/n7128/abs/445597a.html>>.

POPE; Vicky. **What can climate scientists tell us about the future?** Disponível em: <<http://www.metoffice.gov.uk/climatechange/science/explained/explained1.html>>.

PRÉSIDENCE de la République. **Position commune de la France et du Brésil sur le changement climatique**. Palais de l'Élysée . Samedi 14 novembre 2009.

PROJETO PRODES. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. Apresentação Geral. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>.

RAHMSTORF, Stefan. The Current Climate. **Nature**, v. 421, fev. 2003.

RASCH, Philip. J. et al., An overview of geoengineering of climate using stratospheric sulphate aerosols. **Philosophical Transactions of the Royal Society A**, v. 366, n. 1882, 2008.

_____. Exploring the geoengineering of climate using stratospheric sulfate aerosols: The role of particle size, **Geophysical Research Letters**, 35, Jan 2008

_____; TILMES, Simone; TURCO, Richard P.; et. al. An overview of geoengineering of climate using stratospheric sulphate aerosols. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 2008. Disponível em: <<http://climate.envsci.rutgers.edu/pdf/RaschPhilTrans.pdf>>.

REPORT of the Conference of the Parties on its thirteenth session, held in Bali from 3 to 15 December 2007. **Addendum**. Part Two: Action taken by the Conference of the Parties In: CONFERENCE OF THE PARTIES. United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC. United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge.

RICHARDSON, Katherine; STEFFEN, Will; SCHELLNHUBER, Hans Joachim et. al. **Synthesis Report**. Climat Echange – Global Risks, Challenges & Decisions. In:

Copenhagen Climate Congress, 2009. Copenhagen, mar. 2009. Disponível em:
<<http://www.climatecongress.ku.dk>>.

ROSA, Luiz Pinguelli; SILVA, Neilton Fidelis da; FREITAS, Marcos. **Contribuições à Construção da Posição do Brasil na COP-15**. In: FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2009, Rio de Janeiro. Reunião com o Presidente da República Luis Inácio Lula da Silva. Rio de Janeiro: UFRJ, 2009.

ROYAL SOCIETY. **A Guide to facts and fictions about climate change**, mar. 2005.

_____. **Geoengineering the climate. Science, governance and uncertainty**. Londres, SW, set. 2009. Disponível em:<<http://royalsociety.org>>.

SCHNEIDER, Stephen H. **Geoengineering: Could - Or Should - We Do It? Climatic Change**, 33: 291-302, 1996.

SHALIZI, Zmarak; LECOCQ, Franck. **Climate Change and the Economics of Targeted Mitigation in Sectors with Long-Lived Capital Stock**. The World Bank, 2009.

SMITH, V. Kerry. **Economic Impact Analysis and Climate Change: A Conceptual Introduction. Climatic Change**, n. 4 p. 5-22, 1982.

SPRINZ Detlef F.; WOLINSKY-NAHMIAS, Yael. **Models, Numbers, and Cases Methods for Studying International Relations**. Introduction: Methodology in International Relations Research. Michigan: The University of Michigan Press, 2004

STERN, Nicholas. **Stern Review: The economics of climate change**, 2006. Disponível em:
<http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm>.

_____. **The Economics of Climate Change. American Economic Review: Papers & Proceedings**, 98:2, 37, 2008. Disponível em:
<<http://www.aeaweb.org/articles.php?doi=10.1257/aer.98.2.1>>.

STERN, Todd. **Statement to the House Foreign Affairs Committee**. U.S. Department of State. Washington, DC, nov. 2009

THE BALI Roadmap. **Address to Closing Plenary by his Excellency Mr. Rachmat Witoelar, President, UN Climate Change Conference . Closing of Joint High-Level Segment . Bali, dez. 2007.**

THE GREENHOUSE Effect and the Carbon Cycle. United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC. **Fact sheet: Climate change science**. Disponível em:
<<http://unfccc.int/2860.php>>.

THOMPSON, Allen. Responsibility for the End of Nature or, How I Learned to Stop Worrying and Love Global Warming. *Ethics & the Environment*, n. 14, 2009.

TOLLEFSON, Jeff. Brazil mulls major climate action. *Nature*, 2009, p. 18.

_____. Counting carbon in the Amazon. *Nature*, 2009, p. 1048-52.

TORRE, Augusto de la; FAJNZYBER, Pablo; NASH, John. **Low Carbon High Growth.** Latin American Responses to Climate Change. The World Bank Latin American and Caribbean Studies, novembro de 2009.

UN POPULATION DIVISION. World Population to Exceed 9 Billion by 2050: Developing Countries to Add 2.3 Billion Inhabitants with 1.1 Billion Aged Over 60 and 1.2 Billion of Working Age.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT – UNCED. Rio de Janeiro, jun. 1992. Disponível em: <<http://www.un.org/geninfo/bp/envirp4.html>>.

UNITED NATIONS DEVELOPEMENT PROGRAMME - UNEP. Disponível em: <<http://www.undp.org>>.

_____. Ozone Secretariat. Disponível em: <http://ozone.unep.org/Ratification_status>.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. Operational Policies and Guidelines for Parties to Access Resources from the Adaptation Fund. **Adaptation Fund Board.** Disponível em: <http://www.adaptation-fund.org/images/AFB.Operational_Policies_and_Guidelines.pdf>.

_____. Conference of the Parties Serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol, 2008. **Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its fourth session, held in Poznan.** United Nations: Framework Convention on Climate Change, dez. 2008.

_____. **Ad Hoc Working Group On Long-Term Cooperative Action Under The Convention.** Resumed seventh session. Barcelona, 2.6 November 2009, Page 1 of 3, Non-paper No. 35, 20 out. 2009. Disponível em: <http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/35adap201009v2.pdf>.

_____. Clean Development Mechanism – CDM. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/index.html>>.

_____. **Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation In Developing Countries.** Disponível em: <[http:// http://unfccc.int/2860.php](http://http://unfccc.int/2860.php)>.

_____. **Decision 5/CMP.2.** Adaptation Fund. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol. Disponível em:
<<http://unfccc.int/resource/docs/2006/cmp2/eng/10a01.pdf#page=28>>.

_____. **Decision -/CP.13.** Bali Action Plan. Advance Unedited Version., 2007. Disponível em: <http://unfccc.int/files/meetings/cop_13/application/pdf/cp_bali_action.pdf>.

_____. **Decision /CP.8.** The Delhi Ministerial Declaration on Climate Change and Sustainable Development, 2002. Advance unedited version.

_____. **Framework Convention on Climate Change.** Ad Hoc Working Group On Long-term Cooperative Action. **Under The Convention.** IPCC, 2007 e FCCC/AWGLCA/2009/9) Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2009/awglca6/eng/09.pdf>>.

_____. **FCCC/KP/CMP/2008/11/Add2 Decision 1/CMP.419.** Março de 2009 Adaptation Fund.

_____. The Bali Roadmap Address To Closing Plenary By His Excellency Mr. Rachmat Witoelar, President, Un Climate Change Conference Closing of Joint High-Level Segment Bali, 15 December 2007.

_____. **The Marrakesh Accords & the Marrakesh Declaration,** 2001. Disponível em: <http://unfccc.int/cop7/documents/accords_draft.pdf>.

_____. The Status Of Climate Change Science Today. **Fact sheet: Climate change science,** jun. 2009, p. 1-6. Disponível em: <<http://unfccc.int/2860.php>>.

_____. **Thirteenth Session of the Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change and Third Session of the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol.** Pew Center on Global Climate Change Report, Bali, 2007. Disponível em: <http://www.pewclimate.org/docUploads/Pew%20Center_COP%2013%20Summary.pdf>. Disponível em: 10 jun. 2009.

_____. Fact sheet: Climate change science. Disponível em: <http://unfccc.int/files/press/backgrounders/application/pdf/press_factsh_science.pdf>

UNITED NATIONS. Ad Hoc Working Group On Long-Term Cooperative Action Under The Convention. **FCCC/AWGLCA/2009/9. United Nations.** United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível em: <<http://www.unfccc.int>>

_____. Ad Hoc Working Group on Long-Term Cooperative Action Under the Convention. Resumed seventh session. Contact Group On Enhanced Action On Adaptation And Its Means Of Implementation. Revised streamlined text on adaptation. **FCCC/AWGLCA/2009/9.** Barcelona, nov. 2009. Disponível em: <<http://www.unfccc.int>>

_____. Kyoto Protocol. United Nations Framework Convention On Climate Change. UNITED NATIONS, 1998.

_____. Kyoto Protocol. Status of Ratification, 2009. Disponível em: <http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/status_of_ratification/application/pdf/kp_ratification_20091203.pdf>

_____. Disponível em: <<http://www.un.org/en/>>

UN-REDD PROGRAMME AT COP15. Disponível em: < <http://www.un-redd.org>>.

VICTOR, David G. Global Warming Policy After Kyoto: Rethinking Engagement with Developing Countries. **Program on Energy and Sustainable Development Working Paper #82**, January 28, 2009. Disponível em: <http://www.cfr.org/content/thinktank/GeoEng_041209.pdf> Acesso em: 10 jun. 2009.

_____. Toward Effective International Cooperation on Climate Change: Numbers, Interests and Institutions. **Global Environmental Politics** - Volume 6, Number 3, August 2006, pp. 90-103.

_____. Global Warming Policy After Kyoto: Rethinking Engagement With Developing Countries. **Program on Energy and Sustainable Development**. Stanford, CA: Freeman Spogli Institute for International Studies, 2009

_____. On the regulation of geoengineering. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 4, n. 2, 2008, p. 1-15; 322–36.

_____. What Governments, Scientists, and Big Business Can Do About Global Warming. **Foreign Affairs**. Disponível em: <<http://www.foreignaffairs.com/print/64878?page=3>> .

_____; MORGAN, M. Granger; APT, Jay; et al. The Geoengineering Option. A Last Resort Against Global Warming? **Foreign Affairs**, v. 88, n. 2, mar.-abr. 2009.

VIOLA, Eduardo. Brazil in The Context of Global Governance Politics and Climate Change, 1989-2003. **Ambiente & Sociedade**, v. VII, n. 1, jan.-jun. 2004.

_____. O Regime Internacional de Mudança Climática e o Brasil. **RBCS**, v. 17, n. 50, out. 2002.

_____. Mitigação da Mudança Climática e Oportunidades para o Brasil. **Revista Interesse Nacional**. Disponível em: < http://interessenacional.com/artigos-integra.asp?cd_artigo=5>.

VIRGOE, Joe. **International governance of a possible geoengineering intervention to combat climate change**. Climatic Change, Springer Netherlands, dezembro, 2008.

WEART, Spencer. **The Discovery of Global Warming**. In: Climate Modification Schemes, 2008. Disponível em: <<http://www.aip.org/history/climate/pdf/RainMake.pdf>>.

WEISS JR, Charles. Can Market Mechanisms Ameliorate the Effects of Long-Term Climate Change? **Climatic Change**, 15: 299-307, 1989.

WORLD BANK. **Scaling-Up Climate Change Mitigation Efforts.**, 2009. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2008/smsn/igo/006.pdf>>.

WORLD Energy Outlook 2009 Fact Sheet. Why is our current energy pathway unsustainable? **International Energy Agency**. Paris, 2009.

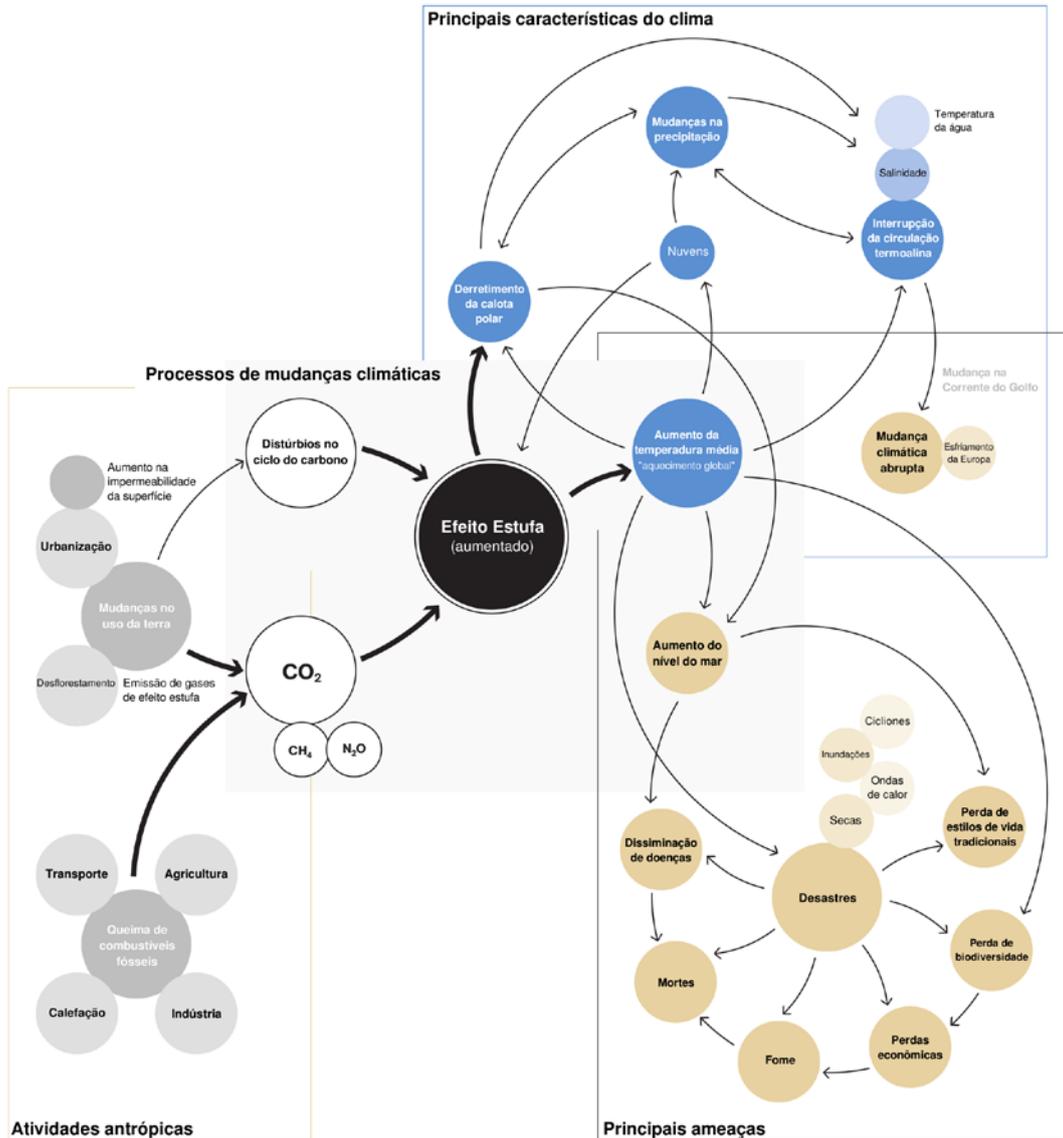
WYNN, Gerard. Climate expert says He underestimated threat. **Reuters**, Reino Unido, abr. 2008.

YOUNG, O.R., **Institutions and Environmental Change: Principal Findings, Applications, and Research Frontiers**. The MIT Press, 2008.

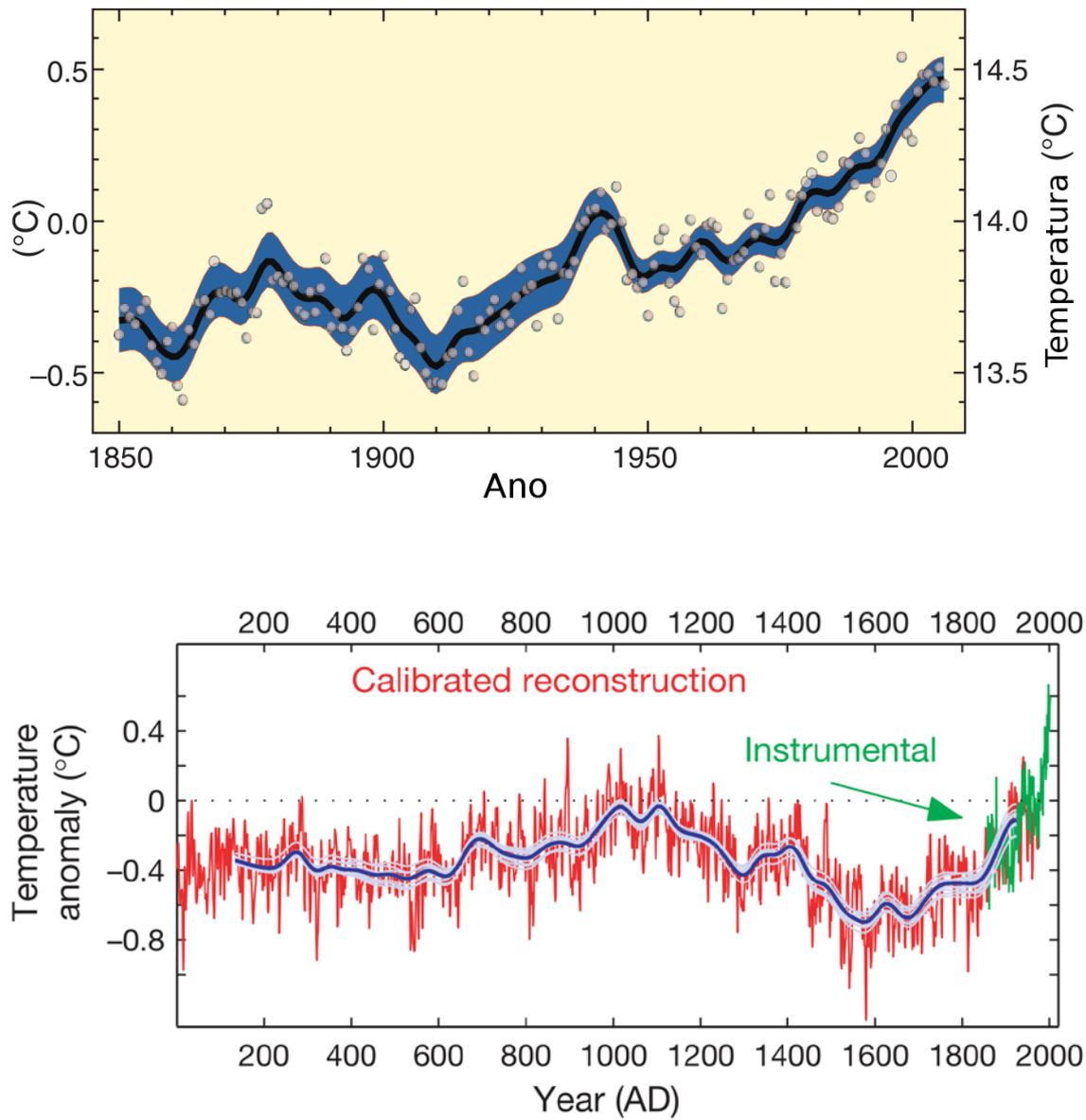
ANEXOS

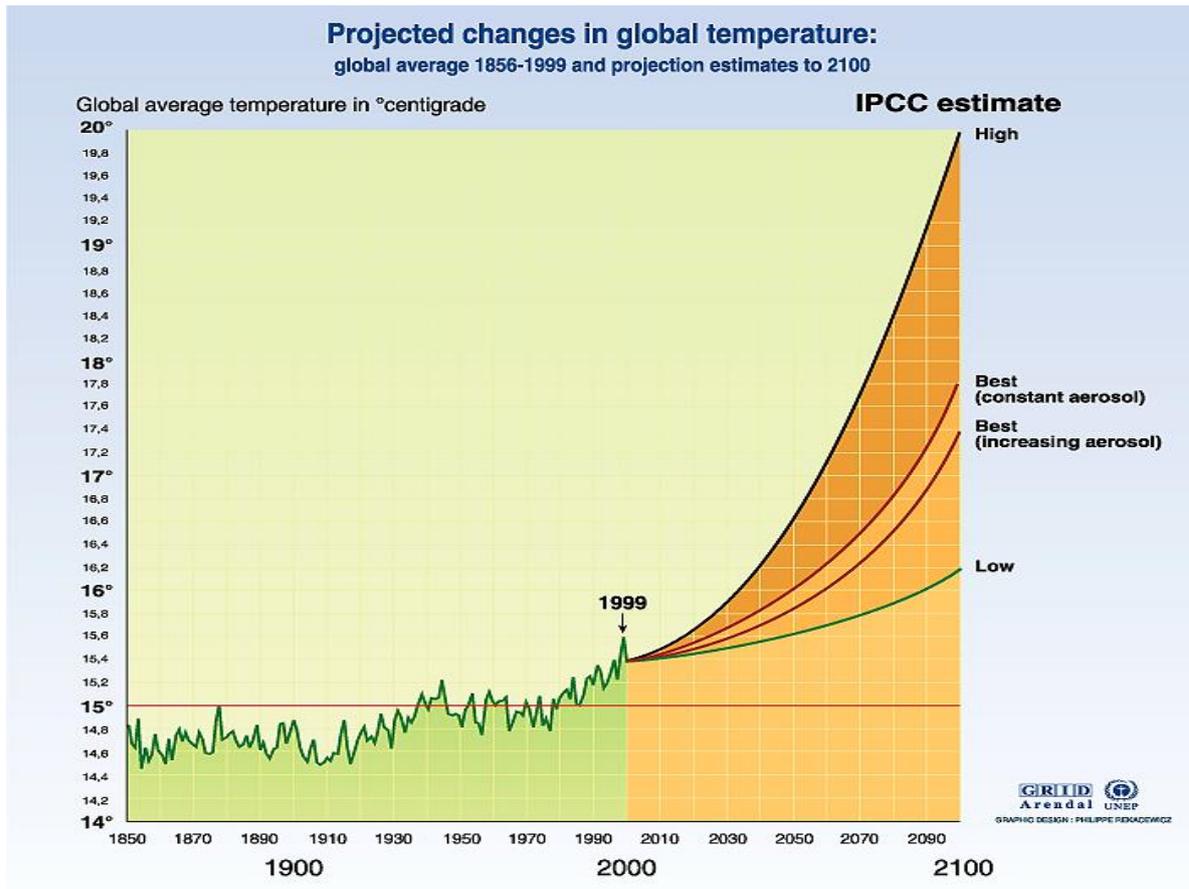
ANEXO A – Mudanças Climáticas: Processos, Características e Ameaças

Mudanças Climáticas: processos, características e ameaças



ANEXO B– Gráficos Relevantes





Source : Temperatures 1856 - 1999: Climatic Research Unit, University at East Anglia, Norwich UK. Projections: IPCC report 95.