

**FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS**  
**ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO**

**GUILHERME BARDELLA ARATANGY**

**PROTOCOLO DE QUIOTO:**  
**UMA APLICAÇÃO DA TEORIA DA AÇÃO COLETIVA**

**SÃO PAULO**

**2007**

GUILHERME BARDELLA ARATANGY

**PROTOCOLO DE QUIOTO:**  
**UMA APLICAÇÃO DA TEORIA DA AÇÃO COLETIVA**

Dissertação apresentada à Escola  
de Administração de Empresas de  
São Paulo da Fundação Getúlio  
Vargas, como requisito para  
obtenção do título de Mestre em  
Economia de Empresas

Campo de conhecimento:  
Economia Institucional

Orientador: Prof. Dr. Marcos  
Fernandes Gonçalves da Silva

SÃO PAULO

2007

Aratangy, Guilherme Bardella.

Protocolo de Quioto: uma aplicação da teoria da ação  
coletiva. / Guilherme Bardella Aratangy. – 2007.  
91 f.

Orientador: Marcos Fernandes Gonçalves de Silva  
Dissertação (mestrado) – Escola de Administração de  
Empresas de São Paulo.

1. Teoria da Ação Coletiva. 2. Protocolo de Quioto. 3.  
Economia ambiental.

GUILHERME BARDELLA ARATANGY

**PROTOCOLO DE QUIOTO:**  
UMA APLICAÇÃO DA TEORIA DA AÇÃO COLETIVA

Dissertação apresentada à Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia de Empresas

Campo de conhecimento:  
Economia Institucional

**Data de aprovação**

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Banca examinadora:**

---

Prof. Dr. Marcos Fernandes  
Gonçalves da Silva (orientador)  
FGV-EESP

---

Prof. Dr. Alexandre Lahóz  
Mendonça de Barros  
FGV-EESP

---

Prof. Dr. Pedro Carvalho de Mello  
USP-ESALQ

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Fernandes Gonçalves da Silva pela orientação desse trabalho, sempre me incentivando e me contagiando com seu otimismo nos momentos mais difíceis.

Ao Prof. Dr. Ramon Garcia Fernandez, coordenador do Mestrado Acadêmico, sempre atencioso e eficiente na solução das questões relacionadas ao curso.

Aos meus colegas do GV Agro Pesquisa, Davi, Felipe, Luiz Henrique, Renata e especialmente aos coordenadores Prof. Dr. Alexandre Lahóz Mendonça de Barros e Prof. Dr. Paulo Furquim de Azevedo.

Aos colegas nas disciplinas cursadas no mestrado na FGV-EESP, especialmente à Adriana, Andréia, Juliana, Rubens e Ulysses pelas horas de estudo.

Aos meus pais por terem me apoiado em toda minha vida, me propiciando as melhores condições para progredir.

À minha namorada, Ana Paula Goyos Browne, que passou comigo todos os momentos importantes da minha vida e sempre me incentivou nesta árdua empreitada.

## RESUMO

Esta dissertação possui a finalidade de pesquisar, a partir da teoria da ação coletiva, o caso do aquecimento global, com destaque para o papel exercido pelo ambiente institucional criado com o objetivo de mitigar a mudança climática, mais especificamente o Protocolo de Quioto. Este trabalho pretende responder a seguinte pergunta: O Protocolo de Quioto será capaz de alcançar a estabilização da concentração de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático (objetivo da Convenção do Clima)? Ao focar o estudo na ciência do aquecimento global, na teoria da ação coletiva e na evolução do ambiente institucional criado, pretende-se formar a base para a conclusão da dissertação. A dissertação chega às seguintes conclusões: O Protocolo de Quioto não será capaz de atingir o objetivo da Convenção do Clima. Primeiro, Quioto gera custos elevados para que as nações industrializadas cumpram suas metas de compromissos. Segundo, a imposição de metas de emissão apenas para os países desenvolvidos e para as nações com economia em transição (Anexo B) representa um obstáculo para restringir as emissões globais, já que os países com maiores projeções de elevação de emissões nas próximas décadas (países em desenvolvimento) não possuem nenhuma restrição de emissão. Terceiro, a duração do Protocolo de Quioto (2008-2012) é limitada para que os países tomem medidas eficazes, pois o ambiente institucional está definido apenas até 2012. Quarto os mecanismos de punição em Quioto são falhos.

**Palavras-Chave:** Teoria da Ação Coletiva, Protocolo de Quioto, economia ambiental.

## **ABSTRACT**

The purpose of this dissertation is to research about global warming, based on the collective action theory, emphasizing the role of the institutional environment created to diminish the climate changes, more specifically the Kyoto Protocol. This work intends to answer the following question: Will the Kyoto Protocol be capable of reaching the stabilization of greenhouse gas (GHGs) in the atmosphere, at a level that hinders a dangerous human interference in the climate system (objective of the Climate Convention)? When focusing the studies on the science of global warming, the collective action theory and the evolution of the created institutional environment, it is intended to establish the base to the conclusion of this dissertation, which is: The Kyoto Protocol will not be capable of reaching the purpose of climate convention. First of all, it originates high costs for the developed nations to fulfill their commitment goals. Second of all, the imposition of emission goals only to developed countries and for nations with economies in transition (Annex B) represents an obstacle in the restriction of global emissions, since countries with the greater emission projections in the next decades (developing countries) do not have any emission control. Third of all, the lasting of the Kyoto Protocol (2008-2012) is limited, so the nations can't take effective measures, since the institutional environment is defined only until 2012. And finally fourth of all, the punishment mechanisms of the protocol are unsuccessful.

**Keywords:** Collective Action Theory, Kyoto Protocol, environmental economics.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	11
1. AS REGRAS DO JOGO 1: A CIÊNCIA DO AQUECIMENTO GLOBAL .....	14
1.1 Efeito estufa.....	14
1.2 O homem e o aquecimento global .....	16
1.3 Impactos do aquecimento global .....	19
1.4 Os donos do aquecimento global .....	23
2. A TEORIA .....	30
2.1 Ação coletiva .....	30
2.2 Bens coletivos .....	32
2.3 Tamanho do grupo .....	34
2.3.1 Tamanho do grupo: <i>privilegiado Vs latente</i> .....	34
2.3.2 Dilemas Sociais.....	36
2.3.3 Nível de oferta .....	39
2.4 Composição dos grupos.....	40
2.5 Superação das falhas da ação coletiva .....	42
2.5.1 Reestruturação dos incentivos.....	44
3. AS REGRAS DO JOGO 2: O AMBIENTE INSTITUCIONAL .....	48
3.1 A Convenção do Clima (CQNUMC) e as Conferências das Partes .....	48
3.2 O Protocolo de Quioto.....	51
3.2.1 Mecanismos de flexibilização.....	52
3.3 O Protocolo de Quioto em funcionamento .....	55
3.3.1 Estrutura do mercado de carbono .....	55
3.3.1.1 Mercado baseado em licenças.....	57
3.3.1.1.1 Regimes de comércio de emissão de GEEs .....	58
3.3.1.2 Mercado baseado em projetos .....	63
3.3.2 Considerações finais .....	66
4. CRÍTICAS AO PROTOCOLO DE QUIOTO.....	67
4.1 Rigor nas metas.....	67
4.1.1 O custo do Protocolo de Quioto.....	68



<b>4.2 Participação parcial.....</b>	<b>71</b>
<b>4.2.1 As emissões de GEEs .....</b>	<b>71</b>
<b>4.2.1.1 A trajetória das emissões de GEEs .....</b>	<b>72</b>
<b>4.2.1.2 Projeções das emissões de GEEs .....</b>	<b>75</b>
<b>4.2.1.3 Considerações finais .....</b>	<b>77</b>
<b>4.2.2 Ineficiência ambiental .....</b>	<b>77</b>
<b>4.3 Incentivos.....</b>	<b>79</b>
<b>4.3.1 Mecanismos de punição em Quioto.....</b>	<b>80</b>
<b>4.4 Considerações finais .....</b>	<b>82</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>90</b>

## **ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1. Os 25 maiores países: em emissão de GEEs, PIB e população .....	24
Tabela 2. Parcela das emissões nacionais provenientes de diferentes fontes .....	26
Tabela 3. Emissões acumuladas, 1950-2000 .....	28
Tabela 4. Principais Conferências das Partes .....	50
Tabela 5. Compromisso de limitação quantificada de emissão (porcentagem do ano base ou período) dos países do Anexo B .....	52
Tabela 6. Mercado de Carbono, volumes e valores correspondentes aos anos de 2005-2006 .....	56
Tabela 7. Preços de fechamento e volume negociado, Bolsa do Clima de Chicago (para entrega em 2007 e 2008) .....	63
Tabela 8. Variação das emissões de GEEs (1990-2004) para as Partes do Anexo I e Anexo B ...	73

## **ÍNDICE DE ESQUEMA**

Esquema 1. Balanço global anual médio de energia da Terra.....	15
Esquema 2. Níveis de estabilização e faixas de probabilidade para aumentos de temperatura ....	21

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Mudanças na concentração dos GEEs a partir de testemunhos de gelo.....	18
Gráfico 2. Mudanças na temperatura, no nível do mar e na cobertura de neve no hemisfério norte .....	20
Gráfico 3. Hipótese da exploração .....	41
Gráfico 4. Mercado à vista, dez/07 e dez/08 de EUAs (preços diários de fechamento) de 06/02/2006 até 25/09/2007 .....	60
Gráfico 5. Preços observados para transações baseadas em projetos em 2005-06 (até 30 de setembro) .....	65
Gráfico 6. Custos e benefícios do Protocolo de Quioto .....	70
Gráfico 7. Custos de abatimento do Protocolo de Quioto com/sem a participação dos Estados Unidos.....	71
Gráfico 8. Projeção de emissão de GEEs para 2025 .....	76

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Classificação dos bens .....	34
Quadro 2. Dilema dos Prisoneiros.....	37
Quadro 3. Jogo do frango .....	38
Quadro 4. Jogo da coordenação.....	38
Quadro 5. Dilema dos Prisoneiros $n$ jogadores.....	45
Quadro 6. Participação mínima ( <i>minimal threshold</i> ) .....	46
Quadro 7. Reembolso com participação mínima.....	46

## INTRODUÇÃO

Esta dissertação possui a finalidade de investigar a partir da teoria da ação coletiva e da descrição da evolução do ambiente institucional, se o Protocolo de Quioto será capaz de satisfazer o objetivo da Convenção do Clima. A Convenção do Clima possui como objetivo a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático.

A motivação para o estudo deste tema é a dimensão dos impactos que as mudanças climáticas provocarão. Stern (2006) estimou que o custo total nos próximos dois séculos das alterações climáticas equivale a uma redução média do consumo *per capita* global de, no mínimo, 5%, de hoje em diante. No entanto, quando considerados outros fatores, o custo total das alterações climáticas da trajetória de inação, *business-as-usual* (BAU), chega a atingir o equivalente a uma redução de 20% no consumo *per capita*, de hoje em diante (STERN, 2006).

Os seres humanos possuem uma contribuição importante para a mudança climática através das emissões de gases de efeito estufa (GEEs). Estes vêm sendo acumulados na atmosfera, principalmente, após a revolução industrial (1750). De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007) as atividades humanas são responsáveis pelo aquecimento global com *certeza muito grande*<sup>1</sup>.

Da mesma forma que muitos problemas ambientais, na teoria econômica, a mudança climática causada pelo homem (antrópica) é uma externalidade. Os indivíduos que emitem GEEs estão contribuindo para a mudança climática, impondo custos para o mundo e para as futuras gerações, no entanto estes não internalizam as conseqüências de suas ações. A redução das emissões de GEEs por determinado país é um bem público puro, pois gera benefícios não rivais entre as nações e não excluível globalmente.

---

<sup>1</sup> Em IPCC (2007) são utilizados níveis de confiança para expressar o julgamento de cientistas: *certeza muito grande* significa que existem pelo menos 9 entre 10 chances de estar correto.

No entanto, a mudança climática possui algumas características que a diferenciam de outras externalidades. Os impactos do aquecimento global são duradouros e se intensificam no longo prazo, pois determinados GEEs permanecem na atmosfera por centenas de anos. Existem muitas incertezas que impedem a quantificação precisa dos impactos e dos custos de combater a mudança climática. No entanto, a particularidade mais importante da mudança climática é que ela é global. O impacto adicional de uma tonelada de GEEs para a mudança climática independe da localização do planeta onde foi emitido, pois os GEEs se dissipam na atmosfera e porque mudanças climáticas locais dependem do sistema climático global.

A ação coletiva surge da necessidade da cooperação de dois ou mais indivíduos para atingir um resultado, envolve a dependência recíproca entre indivíduos, já que a contribuição de um indivíduo influencia as ações dos outros. Com o avanço da sociedade moderna e o incremento da globalização, a necessidade da ação coletiva se ampliou já que os problemas antes nacionais ou regionais passaram a ser globais.

A teoria econômica possui apenas um conjunto de ferramentas para o estudo da mudança climática. É a ciência que explica as características deste problema tão complexo. Desta forma, a ciência conduz a estrutura da análise econômica e onde esta análise deve focar, fazendo com que as ferramentas econômicas mais apropriadas sejam utilizadas.

Para tanto, essa dissertação divide-se em 4 capítulos. O capítulo 1 apresenta de forma concisa a ciência do aquecimento global. Para a análise econômica, a ciência juntamente com o ambiente institucional constituem as “regras do jogo”. Este capítulo introduz as principais definições e fatores para que o problema seja compreendido por todos que não possuem familiaridade com o problema. Desta forma, a análise econômica subsequente poderá ser realizada sem perda de compreensão.

O capítulo 2 busca estudar a teoria da ação coletiva, principalmente apresentar as principais contribuições desenvolvidas na literatura. O estudo foi formulado a partir do livro seminal de Mancur Olson, *The Logic of Collective Action: Public Goods and The Theory of Group*, e de trabalhos subsequentes que aperfeiçoaram seus estudos.

Na sequência desta dissertação, o capítulo 3 tem como objetivo descrever o processo de evolução das instituições constituídas através das discussões internacionais com a finalidade de mitigar a mudança climática. O capítulo 3 também analisa o funcionamento dos mecanismos de flexibilização, isto é, o mercado de carbono, apresentando as principais informações sobre o mercado como volume e preço das transações e os principais regimes de comércio de emissão de GEEs que estão em vigor.

O capítulo 4 finaliza a dissertação com a apresentação das mais importantes críticas à formulação do Protocolo de Quioto.

Neste trabalho a hipótese proposta e que se pretende verificar é que o Protocolo de Quioto é incapaz de reestruturar os incentivos dos países para que o objetivo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) seja alcançado.

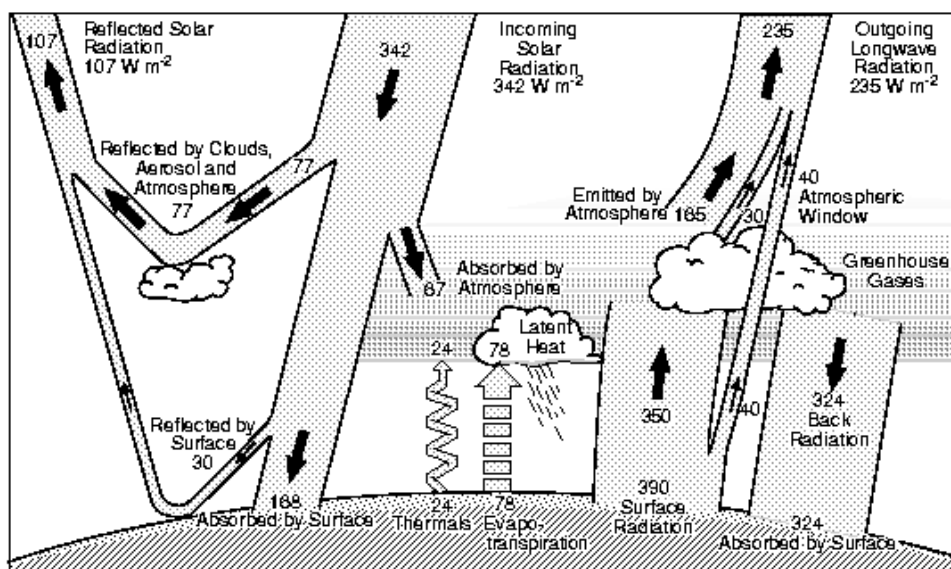
## 1. AS REGRAS DO JOGO 1: A CIÊNCIA DO AQUECIMENTO GLOBAL

### 1.1 Efeito estufa

A vida no planeta Terra se torna possível como consequência de dois fatores: A localização favorável da Terra no sistema solar e a presença dos gases causadores do efeito estufa na atmosfera. Planetas próximos ao sol como Mercúrio e Vênus são excessivamente quentes para permitir a existência de vida, enquanto planetas mais distantes são demasiadamente frios. A existência da atmosfera terrestre, que contém os gases de efeito estufa (GEEs), é essencial para que a temperatura média global da superfície da Terra seja de  $+15^{\circ}\text{C}$ , isto é,  $30^{\circ}\text{C}$  mais quente se comparado a ausência destes gases (MALER; VINCENT, 2003). De acordo com Kahn (2005), a presença dos GEEs na atmosfera da Terra e a ausência na atmosfera da Lua explicam a diferença de temperatura relativa da Terra com a da Lua apesar das suas distâncias serem aproximadamente iguais do Sol.

A energia da radiação eletromagnética emitida pelo sol é de aproximadamente  $342 \text{ Wm}^{-2}$  (watts por metro quadrado) por ano e atinge a atmosfera terrestre na forma de radiação luminosa. Cerca de 31% ( $107 \text{ Wm}^{-2}$ ) desta radiação é refletida de volta para o espaço como resultado da alta refletividade das nuvens, das geleiras e da neve. Desta forma, o restante, 69% ( $235 \text{ Wm}^{-2}$ ) da radiação solar é absorvida na atmosfera ( $67 \text{ Wm}^{-2}$ ) e na superfície ( $168 \text{ Wm}^{-2}$ ) da Terra (Esquema 1) (MALER; VINCENT, 2003).

No entanto, como a temperatura média corrente da Terra é de  $+15^{\circ}\text{C}$ , sua superfície naturalmente irradia  $390 \text{ Wm}^{-2}$ . Isto significa que  $155 \text{ Wm}^{-2}$  são irradiados a mais do que os  $235 \text{ Wm}^{-2}$  que finalmente deixam a Terra (*Outgoing Longwave Radiation*, no Esquema 1). Este calor que é irradiado da superfície da Terra ( $390 \text{ Wm}^{-2}$ ) é em grande parte absorvido pelos GEEs presentes na atmosfera ( $350 \text{ Wm}^{-2}$ ), sendo uma parte re-radiado para o espaço e outra re-radiada de volta para a superfície terrestre. Esta propriedade de aprisionamento de calor por parte dos GEEs é que mantém a temperatura média da superfície terrestre em  $+15^{\circ}\text{C}$  (MALER; VINCENT, 2003).



Esquema 1 – Balanço global anual médio de energia da Terra

Fonte: KIEHL; TRENBERTH, 1997, p. 206

Nota: Fluxos expressos em watts por metro quadrado ( $\text{W m}^{-2}$ ).

Em outras palavras, os GEEs aprisionam a radiação infravermelha e desta forma agem como um estabilizador contra mudanças abruptas na temperatura da superfície terrestre. A analogia com uma estufa é feita, pois os vidros ao redor desta permitem a entrada dos raios solares (que é convertido em calor em seu interior), porém bloqueiam a saída deste calor, fazendo com que a parte interna da estufa se mantenha em uma temperatura mais elevada do que a parte externa. Permitindo o cultivo de vegetais e flores fora das estações apropriadas (GOLDEMBERG, 2003).

Uma característica importante dos GEEs é que eles se dissipam pela atmosfera global, diferente de outros problemas ambientais como poluição do ar que se concentra em uma localidade específica, assim a mudança climática de uma região depende do sistema climático global. Isto significa que o impacto adicional de uma tonelada de GEEs no aquecimento global independe da região do planeta Terra em que este foi emitido.

A temperatura da Terra, tanto da superfície quanto da atmosfera, está sempre se movendo em direção a um equilíbrio. Caso um equilíbrio ainda não tenha se estabelecido entre a quantidade de calor que esta entrando e saindo da atmosfera, haverá um aquecimento ou esfriamento contínuo.



O aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera causará um distúrbio neste equilíbrio, pois haverá um número maior de moléculas de GEEs para absorverem calor. A temperatura da atmosfera e da superfície da Terra aumentará até um novo equilíbrio ser estabelecido. Esta capacidade de absorver calor é chamada de *força radioativa*<sup>2</sup> do gás. Se a concentração de GEEs aumentar, *a força radioativa* aumenta, e um novo equilíbrio é estabelecido com uma temperatura maior. Este processo leva centenas de anos para atingir um novo equilíbrio por causa da existência de efeitos retardados e pelo período de permanência (residência) destes gases na atmosfera.

Conseqüentemente os impactos da variação da concentração dos GEEs não são imediatamente conhecidos, mas serão sentidos de alguma forma no futuro. Existem diferenças significantes nas implicações de curto prazo e de longo prazo das emissões de GEEs. É o estoque de GEEs na atmosfera que conduz o aquecimento global ao invés do fluxo das emissões. Desta forma, há um descompasso intertemporal entre as emissões de GEEs e seus impactos.

## 1.2 O homem e o aquecimento global

A atmosfera terrestre é composta por um grande número de gases. Os três gases mais abundantes de ar seco são: nitrogênio (78,1%); oxigênio (20,9%) e argônio (0,93%). Estes gases com uma composição de 99,93% da atmosfera não estão relacionados ao efeito estufa. Os GEEs apresentam uma concentração menor do que 0,1% na atmosfera e os principais são: vapor de água (H<sub>2</sub>O); dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); óxido nitroso (N<sub>2</sub>O); metano (CH<sub>4</sub>); e ozônio (O<sub>3</sub>). Além destes, existem os hidrofluorcarbono (HFC), perfluorcarbono (PFC), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) cujas emissões são exclusivamente antrópicas (causada pelo homem) (IPCC, 2007).

O vapor da água é o maior causador do efeito estufa devido à sua abundância, contudo sua concentração na atmosfera não é diretamente afetada pelas atividades humanas. De acordo com

---

<sup>2</sup> O *forçamento radiativo* é uma medida da influência de um fator na alteração do equilíbrio da energia que entra e sai do sistema Terra-atmosfera. O forçamento positivo tende a aquecer a superfície, enquanto o forçamento negativo tende a esfriá-la (IPCC, 2007).

World Resources Institute (2005) (WRI) o CO<sub>2</sub> é o GEE antrópico que mais contribui para o aquecimento global (77%), seguido pelo CH<sub>4</sub> com uma contribuição de 14% e pelo N<sub>2</sub>O com uma participação antrópica no aquecimento global de 8%. Ao passo que os outros gases (fluoretados) contribuem apenas com 1% para o aquecimento global (WRI, 2005).

O termo poluição do ar geralmente denota mudanças na composição da atmosfera que possui efeitos danosos aos seres vivos. Entretanto, é importante fazer a distinção entre as emissões de substâncias que são diretamente prejudiciais para a saúde dos seres vivos com as emissões de gases que ocorrem devido a fenômenos naturais, mas que estão aumentando em decorrência das atividades antrópicas. Os principais GEEs se encaixam nesta segunda categoria, pois possuem funções fundamentais para a existência da vida, no entanto a intensificação destes gases pode causar importantes prejuízos ambientais e econômicos.

As concentrações atmosféricas globais de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O aumentaram bastante em consequência das atividades humanas a partir da revolução industrial. A concentração do dióxido de carbono na atmosférica aumentou de um valor de cerca de 280 partes por milhão (ppm) antes de 1750 para 379 ppm em 2005. A principal fonte de emissão de CO<sub>2</sub> se deve ao uso de combustíveis fósseis e da mudança no uso da terra e florestas<sup>3</sup>. Ao passo que o metano apresentou um aumento da concentração atmosférica de um valor pré-industrial de cerca de 715 partes por bilhão (ppb) para 1774 ppb em 2005 (Gráfico 1). As principais fontes emissoras de metano são: a exploração, transporte e uso de combustíveis fósseis; criação de ruminantes; decomposição de resíduos e queima de biomassa; e plantações de arroz em áreas inundadas (IPCC, 2007).

Já a concentração atmosférica de óxido nitroso aumentou de aproximadamente 270 ppb para 319 ppb em 2005. Segundo IPCC (2007), mais de um terço de todas as emissões de óxido nitroso é antrópica, devendo-se principalmente a queima de combustíveis fósseis e a utilização de fertilizantes na agricultura. A concentração de ozônio está aumentando em algumas regiões devido à poluição do ar (emissão de monóxido de carbono e de óxido nitroso). Enquanto a

---

<sup>3</sup> Mudança do Uso da Terra e Florestas - LUCF (*Land Use Change and Forestry*): Esta categoria abrange emissões e retiradas de GEEs de florestas e mudanças de atividade do uso da terra.

concentração de gases como os HFCs, PFCs e SF<sub>6</sub> é pequena, porém, estão se intensificando globalmente nos últimos 50 anos (IPCC, 2007).

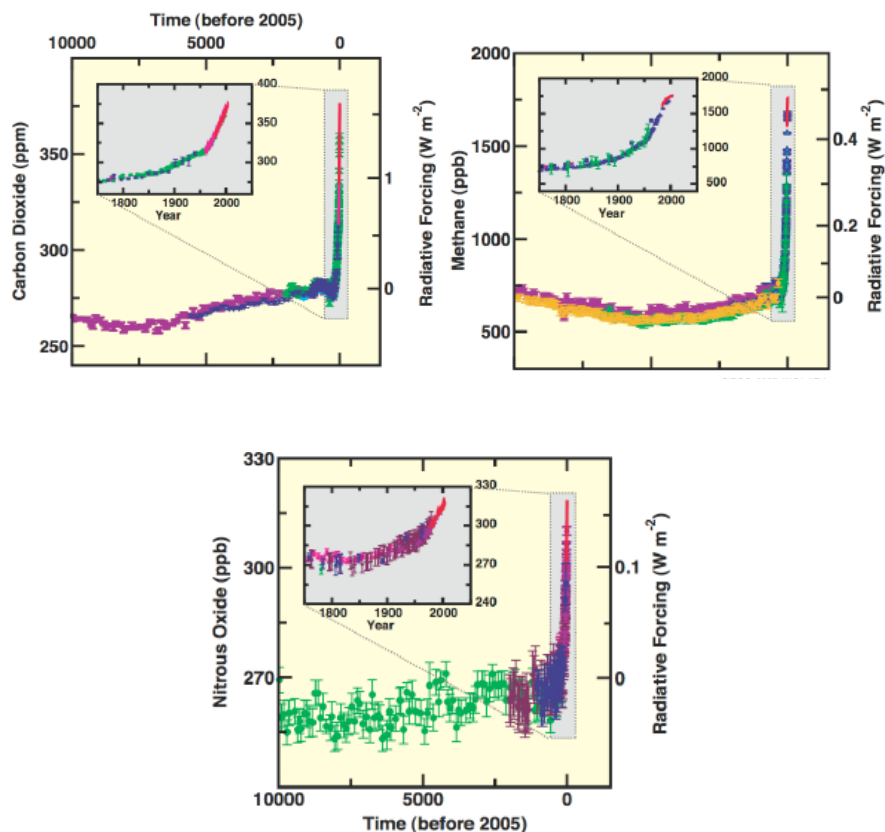


Gráfico 1 – Mudanças na concentração dos GEEs a partir de testemunhos de Gelo  
Fonte: IPCC, 2007, p. 3

Um progresso importante do Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre mudança climática está relacionado com a compreensão das influências antrópicas no aquecimento do clima, concluindo que o efeito líquido global das atividades humanas, desde a revolução industrial foi de aquecimento com uma *certeza muito grande*<sup>4</sup> (IPCC, 2007).

<sup>4</sup> Em IPCC (2007), os seguintes níveis de certeza foram usados para expressar a opinião dos especialistas sobre o conhecimento científico usado como base: *certeza muito grande*, chance de 9 em 10 de estar correto; *certeza grande*, chance de 8 em 10 de estar correto.

### 1.3 Impactos do aquecimento global

Esta seção foi elaborada com base nas partes II e III do estudo de Nicholas Stern, *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Stern é diretor do *Government Economics Service* e conselheiro do *Government on the economics of climate change and development* do governo britânico.

O nível de concentração atual dos GEEs na atmosfera é equivalente a 430 ppm de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e), em comparação com 280 ppm pré revolução industrial. De acordo com o IPCC (2007), estas concentrações já provocaram impactos importantes no meio ambiente: onze dos últimos doze anos (1995 a 2006) estão entre os 12 anos mais quentes do registro da temperatura da superfície global (desde 1850); a média anual do nível do mar subiu a uma taxa média de 1,8 [1,3 a 2,3] milímetros (mm) por ano no período de 1961 a 2003; as geleiras montanhosas e a cobertura de neve diminuíram em média nos dois hemisférios. No Gráfico 2 pode se ver: a) as mudanças observadas na temperatura média global da superfície; b) média global da elevação do nível do mar; e c) a cobertura de neve do hemisfério norte (IPCC, 2007).

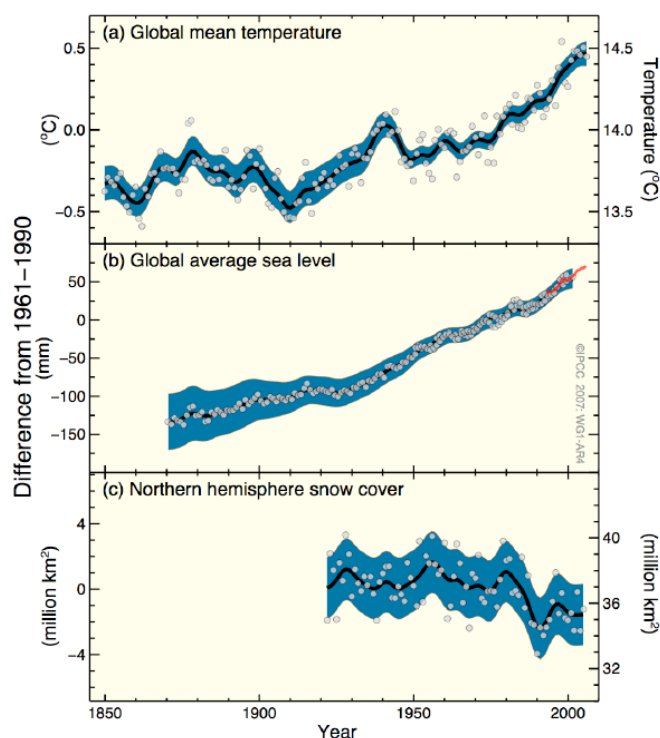
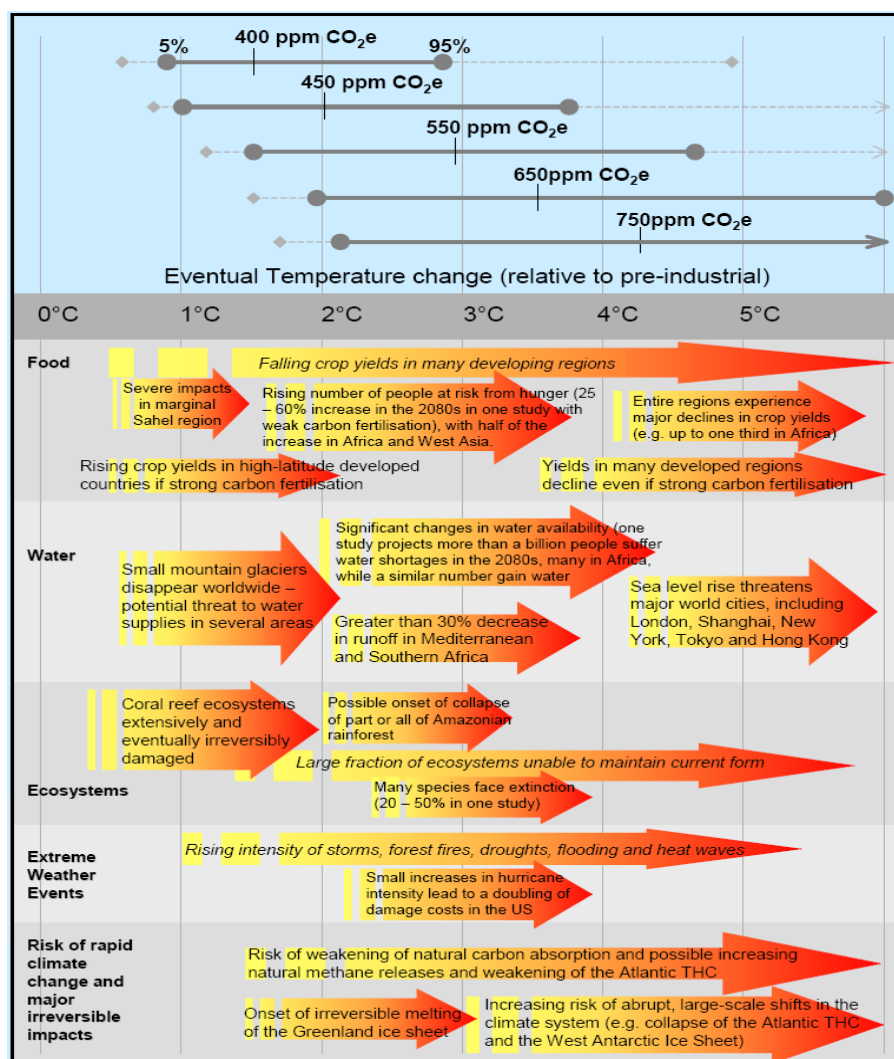


Gráfico 2 – Mudanças na temperatura, no nível do mar e na cobertura de neve no hemisfério norte

Fonte: IPCC, 2007, p. 6

Nota: Todas as mudanças são relativas às médias correspondentes para o período de 1961 a 1990. As curvas suavizadas representam valores médios decenais, enquanto que os círculos indicam valores anuais. As áreas sombreadas são os intervalos estimados com base em uma análise das incertezas conhecidas (a e b) e nas séries temporais (c).

Mesmo se o fluxo anual de emissões não aumentasse com relação ao atualmente registrado, a concentração dos GEEs na atmosfera atingiriam em 2050 o dobro dos níveis pré-industriais, isto é 550 ppm de CO<sub>2</sub>e. No entanto, o fluxo anual das emissões vem aumentando. De acordo com o cenário *business-as-usual* (BAU), cenário de inação, a concentração dos GEEs poderia mais que triplicar até o fim do século, provocando, no mínimo, 50% de risco de uma mudança da temperatura média global superior a 5°C durante as décadas subseqüentes. De acordo com Stern (2006), tais mudanças alterariam a geografia física do mundo. Uma ilustração da proporção de tal aumento é o fato de hoje em dia a temperatura só ser mais quente aproximadamente 5°C do que na última era glacial. O Esquema 2 resume as provas científicas das conexões que existem entre a concentração dos GEEs, a probabilidade de níveis de mudança da temperatura média global, e os impactos previstos relativo a cada nível (STERN, 2006).



Esquema 2 – Níveis de estabilização e faixas de probabilidade para aumentos de temperatura  
Fonte: Stern, 2006, p. 294

Nota: A figura mostra os tipos de impactos que poderão ser sentidos quando o mundo entrar em equilíbrio com diferentes concentrações de GEEs. A parte superior apresenta o intervalo de temperaturas projetado a níveis de estabilização entre 400 ppm e 750 ppm de CO<sub>2</sub>e. As linhas horizontais contínuas indicam os 5 a 95% das possibilidades de reação climática com base em estimativas do IPCC 2001<sup>5</sup> e de um estudo recente do Hadley Centre<sup>6</sup>. As linhas pontilhadas indicam os 5 a 95% do intervalo com base em onze estudos recentes<sup>7</sup>. A parte inferior ilustra os diferentes impactos previstos a diversos níveis de aquecimento.

<sup>5</sup> Wigley, T.M.L.; S.C.B. Raper (2001): *Interpretation of high projections for global-mean warming*, Science **293**: 451-454 based on Intergovernmental Panel on Climate Change (2001): Climate change 2001: the scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton JT, Ding Y, Griggs DJ, et al. (eds.)], Cambridge: Cambridge University Press.

<sup>6</sup> Murphy, J.M., D.M.H. Sexton D.N. Barnett et al. (2004): *Quantification of modelling uncertainties in a large ensemble of climate change simulations*, Nature **430**: 768 – 772.

<sup>7</sup> Meinshausen, M. (2006): *What does a 2°C target mean for greenhouse gas concentrations? A brief analysis based on multi-gas emission pathways and several climate sensitivity uncertainty estimates*, Avoiding dangerous climate change, in H.J. Schellnhuber et al. (eds.), Cambridge: Cambridge University Press, p. 265 - 280.

Conforme Stern (2006) e IPCC (2007), os impactos socioeconômicos e ambientais resultantes do aquecimento global serão sentidos em toda a superfície do planeta. As vulnerabilidades das populações e dos sistemas naturais à mudança climática diferem substancialmente entre as regiões, pois estes possuem características naturais, recursos e instituições distintas. Conseqüentemente a capacidade de adaptação às mudanças climáticas será diferente. Abaixo segue resumidamente algumas das principais vulnerabilidades das diferentes regiões.

- a) O derretimento dos glaciais aumentará inicialmente o risco de inundações e em seguida reduzirá o abastecimento de água, ameaçando um sexto da população mundial, principalmente na Índia, partes da China e nos Andes da América do Sul.
- b) A redução do rendimento das plantações, principalmente na África, poderá deixar centenas de milhões de pessoas sem a possibilidade de produzir alimentos. Em latitudes médias ou elevadas, o rendimento das plantações poderá aumentar como resultado de modestos aumentos de temperatura (entre 2 e 3°C), mas baixar em seguida devido a um aquecimento maior. Com um aumento de 4°C ou superior, é provável que a produção global de alimentos seja gravemente afetada.
- c) Nas latitudes mais elevadas, as mortes relacionadas com o frio irão diminuir. No entanto, as alterações climáticas provocarão mais mortes em todo mundo resultantes da desnutrição e de variações térmicas. As doenças transmitidas por vetor, tais como malária e dengue poderão aumentar.
- d) A subida do nível dos oceanos ocasionará riscos graves para as áreas costeiras do sudeste da Ásia (Bangladesh e Vietnã), das pequenas ilhas do Pacífico, e de grandes cidades, tais como Tóquio, Nova Iorque, Cairo e Londres.
- e) Os ecossistemas serão particularmente vulneráveis às alterações climáticas, com cerca de 15 a 40% de espécies possivelmente sofrendo extinção como resultado de um aquecimento de apenas 2°C. A acidificação oceânica, um resultado direto do aumento dos

níveis de dióxido de carbono, terá efeitos importantes sobre os ecossistemas marinhos, com possíveis danos prejudiciais para as existências de peixes.

Stern (2006) estimou que o custo total nos próximos dois séculos das alterações climáticas equivale a uma redução média do consumo *per capita* global de, no mínimo, 5 %, de hoje em diante. O custo do cenário de inação (*BAU*) se elevará ainda mais, considerando três fatores: a inclusão de impactos diretos no ambiente e na saúde humana (denominados por impactos não comerciais); provas científicas recentes indicam que o sistema climático poderá ser mais sensível às emissões dos GEEs do que anteriormente imaginado devido à existência de *feedback climáticos*<sup>8</sup>; e uma parte desproporcional do custo das alterações climáticas recai sobre as regiões pobres do mundo. Segundo Stern (2006), a inclusão destes fatores aumenta o custo total das alterações climáticas da trajetória *BAU* para um valor equivalente a uma redução de 20% no consumo *per capita*, de hoje em diante (STERN, 2006).

#### 1.4 Os donos do aquecimento global

Esta seção foi elaborada com base nos estudos de Kevin Baumert, associado ao *WRI's Climate, Energy and Pollution (CEP) Program*, Tomothy Herzog, associado do *World Resources Institute working on domestic and international climate policy issues* e Jonathan Pershing, diretor do *Climate, Energy and Pollution Program at the World Resources Institute*.

De acordo com a coluna A da Tabela 1, um pequeno número de países produz a maior parte das emissões de GEEs, excluindo as emissões oriundas da mudança do uso da terra e florestas (LUCF). Juntos, os 25 países com as maiores emissões contabilizam 83,1% das emissões globais (Tabela 1 coluna A). O maior emissor são os Estados Unidos, com 20,6% das emissões, seguido pela China com 14,7%, enquanto o Brasil ocupa a 8ª posição com 2,5% das emissões. Recorrendo a Tabela 1, os cinco maiores emissores (Estados Unidos, China, EU-25, Rússia, e

---

<sup>8</sup> Um mecanismo de interação entre processos do sistema climático é chamado de *feedback* climático quando o resultado de um processo inicial provoca mudanças em um segundo processo que desta vez influencia o processo inicial. Um *feedback* positivo intensifica o processo original enquanto um *feedback* negativo reduz. (IPCC, 2007)



Índia) contribuem com 60,6% das emissões globais correntes. Pelas colunas B e C da Tabela 1, podemos ver que os principais países emissores de GEEs possuem as maiores economias e/ou populações (WRI, 2005).

Tabela 1 – Os 25 maiores países: em emissão de GEEs, PIB e população

A. Emissões (6 Gases, GEEs)			B. PIB		C. População	
País	MtCO <sub>2</sub> e	% mundo	País	% mundo	País	% mundo
Estados Unidos	6.928	20,6	EU-25	22,2	China	20,7
China	4.938	14,7	Estados Unidos	21,3	Índia	16,9
EU-25	4.725	14,0	China	12,0	EU-25	7,3
Rússia	1.915	5,7	Japão	7,0	Estados Unidos	4,7
Índia	1.884	5,6	Índia	5,8	Indonésia	3,4
Japão	1.317	3,9	Alemanha	4,6	Brasil	2,8
Alemanha	1.009	3,0	França	3,3	Paquistão	2,3
Brasil	851	2,5	Reino Unido	3,2	Rússia	2,3
Canadá	680	2,0	Itália	3,1	Bangladesh	2,2
Reino Unido	654	1,9	Brasil	2,8	Nigéria	2,1
Itália	531	1,6	Rússia	2,5	Japão	2,1
Coréia do sul	521	1,5	Canadá	1,9	México	1,6
França	513	1,5	México	1,9	Alemanha	1,3
México	512	1,5	Espanha	1,8	Vietnã	1,3
Indonésia	503	1,5	Coréia do Sul	1,7	Filipinas	1,3
Austrália	491	1,5	Indonésia	1,4	Turquia	1,1
Ucrânia	482	1,4	Austrália	1,1	Etiópia	1,1
Irã	480	1,4	Países Baixos	1,0	Egito	1,1
África do Sul	417	1,2	África do Sul	0,9	Irã	1,1
Espanha	381	1,1	Turquia	0,9	Tailândia	1,0
Polônia	381	1,1	Tailândia	0,9	França	1,0
Turquia	355	1,1	Irã	0,9	Reino Unido	1,0
Arábia Saudita	341	1,0	Polônia	0,8	Itália	0,9
Argentina	289	0,9	Argentina	0,8	Congo	0,8
Paquistão	285	0,8	Taiwan	0,8	Ucrânia	0,8
<b>Resto Mundo</b>	<b>5.751</b>	<b>16,9</b>	<b>Resto Mundo</b>	<b>13,2</b>	<b>Resto Mundo</b>	<b>22,0</b>

Fonte: adaptado de WRI, 2005, p. 110

Nota: Milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e (MtCO<sub>2</sub>e). Foram excluídas as emissões provenientes de LUCF. Os dados de GEEs são de 2000; os outros dados são de 2002. PIB está expresso em termos de paridade de poder de compra (PPC) (dólares de 2000).

De acordo com a Tabela 2, a ordenação dos países com relação às emissões de GEEs varia dependendo das fontes emissoras. A estimativa apresentada inclui o CO<sub>2</sub> proveniente dos combustíveis fósseis e cimento, emissões de metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), perfluorcarbono (PFCs) e hidrofluorcarbono (HFCs). A inclusão dos GEEs não-CO<sub>2</sub> aumenta a parcela das emissões dos países em desenvolvimento. Em economias agrárias o

CH<sub>4</sub> aparece como a maior fonte das emissões. Similarmente, LUCF representa uma parcela importante das emissões do CO<sub>2</sub> nos países em desenvolvimento com florestas tropicais como Brasil, Indonésia e Malásia.

Conforme a Tabela 2, a parcela das emissões globais dos Estados Unidos é estimada em 24% se contabilizarmos somente o CO<sub>2</sub> das emissões provenientes do uso dos combustíveis fósseis. No entanto, diminuem para 20,6% quando são adicionados os GEEs não-CO<sub>2</sub>, e para 15,8% quando são incluídos todos os GEEs e as emissões provenientes da LUCF. Por outro lado, o Brasil, que aparece na décima sexta posição em emissões de CO<sub>2</sub> provenientes de combustíveis fósseis, passa para a 5ª colocação quando são incluídas as emissões de LUCF e dos GEEs não-CO<sub>2</sub>.

Conforme WRI (2005), as taxas de crescimento das emissões são mais elevadas entre países em desenvolvimento, onde as emissões de CO<sub>2</sub> aumentaram em 47% no período de 1990-2002. Entre os principais emissores dos países em desenvolvimento, o crescimento foi mais acentuado na Indonésia (97%), Coreia do Sul (97%), Irã (93%) e Arábia Saudita (91%). As emissões na China cresceram aproximadamente 50% neste período, embora as estimativas preliminares para 2003 e 2004 sugere um crescimento de aproximadamente 35%. Em termos absolutos, este crescimento das emissões de CO<sub>2</sub> na China corresponde a mais da metade do aumento mundial das emissões durante o período de 2003-04.

Tabela 2 – Parcela das emissões nacionais provenientes de diferentes fontes

	CO <sub>2</sub> proveniente de combustíveis fósseis		CO <sub>2</sub> proveniente de combustíveis fósseis + GEEs não-CO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub> proveniente de combustíveis fósseis + CO <sub>2</sub> provenientes de LUCF + GEEs não-CO <sub>2</sub>	
<b>País</b>	<b>% mundo</b>	<b>(rank)</b>	<b>% mundo</b>	<b>(rank)</b>	<b>% mundo</b>	<b>(rank)</b>
Estados Unidos	24,0	1	20,6	1	15,8	1
EU-25	15,9	2	14,0	3	11,4	3
China	14,4	3	14,7	2	11,9	2
Rússia	6,4	4	5,7	4	4,8	6
Japão	5,0	5	3,9	6	3,2	8
Índia	4,4	6	5,6	5	4,5	7
Alemanha	3,6	7	3,0	7	2,5	9
Reino Unido	2,3	8	1,9	10	1,6	12
Canadá	2,2	9	2,0	9	1,8	11
Coréia do Sul	1,9	10	1,6	12	1,3	15
Itália	1,9	11	1,6	11	1,3	14
México	1,6	12	1,5	14	1,5	13
França	1,5	13	1,5	13	1,2	17
África do Sul	1,5	14	1,2	19	1,0	21
Irã	1,4	15	1,4	18	1,2	19
Brasil	1,4	16	2,5	8	5,4	5
Austrália	1,4	17	1,5	16	1,2	18
Ucrânia	1,3	18	1,4	17	1,2	20
Espanha	1,3	19	1,1	20	0,9	26
Polônia	1,3	20	1,1	21	0,9	24
Indonésia	1,2	21	1,5	15	7,4	4
Arábia Saudita	1,2	22	1,0	23	0,8	29
Taiwan	0,9	23	0,7	28	0,6	35
Turquia	0,9	24	1,1	22	0,9	25
Tailândia	0,7	25	0,8	26	0,8	31
Países Baixos	0,7	26	0,6	29	0,5	37
Argentina	0,6	27	0,9	24	0,8	28
Venezuela	0,6	28	0,7	27	0,9	23
Malásia	0,5	29	0,5	33	2,1	10
Paquistão	0,4	30	0,9	25	0,8	30
Mianmar	0,0	31	0,3	48	1,2	16
<b>Países desenvolvidos</b>	<b>59,0</b>		<b>51,9</b>		<b>41,4</b>	
<b>Países em desenvolvimento</b>	<b>41,0</b>		<b>47,6</b>		<b>59,0</b>	

Fonte: adaptado de WRI, 2005, p. 111

Nota: Dados de 2000. CO<sub>2</sub> originários de combustíveis fósseis incluem: CO<sub>2</sub> de processos químicos da manufatura de cimento. Os dados de LUCF para a Ucrânia e Taiwan não estão disponíveis.

Como o aquecimento global resulta das emissões de GEEs acumuladas na atmosfera ao longo do tempo, as emissões históricas são um indicador importante para capturar a contribuição de cada

país para as mudanças climáticas. Recorrendo à Tabela 3, os Estados Unidos ficam em primeiro lugar do *ranking* com 26,6% das emissões, enquanto a China aparece na quarta colocação com cerca de 9,0%. Juntos, os países desenvolvidos contribuíram com 71,4% das emissões globais acumuladas de CO<sub>2</sub> provenientes de combustíveis fósseis entre o período de 1950-2000, enquanto os países em desenvolvimento contribuíram com 28,6%. A Tabela 3 apresenta as emissões de CO<sub>2</sub> acumuladas desde 1950 para os maiores países emissores de CO<sub>2</sub>.

Em geral, as emissões históricas dos países industrializados são maiores do que as emissões correntes. A União Européia com 15,9% (Tabela 2) das emissões atuais provenientes de combustíveis fósseis contabiliza 22% (Tabela 3) de emissões acumuladas. Por outro lado, as emissões históricas para os países em desenvolvimento ficam abaixo de suas emissões correntes. As participações históricas (desde 1950) da China e do Brasil são 9,0% e 0,9% respectivamente, enquanto suas emissões atuais são de 14,4% e 1,4% (Tabelas 2 e 3). No geral, os países em desenvolvimento que geram 41% das emissões atuais do combustível fóssil, contribuíram somente com 28,6% das emissões acumuladas.

Tabela 3 – Emissões acumuladas, 1950-2000

% Mundo (Rank)					
País	CO <sub>2</sub> proveniente de combustíveis fósseis		CO <sub>2</sub> proveniente de combustíveis fósseis + CO <sub>2</sub> provenientes de LUCF		% Variação
Estados Unidos	26,6	1	16,7	1	-37
EU-25	22,0	2	15,8	2	-28
Rússia	9,6	3	8,1	4	-15
China	9,0	4	9,9	3	11
Alemanha	5,9	5	4,3	7	-28
Japão	4,7	6	3,8	8	-19
Reino Unido	3,7	7	2,7	9	-28
Ucrânia	2,6	8	1,9	12	-28
Índia	2,3	9	1,6	14	-33
França	2,3	10	1,7	13	-28
Canadá	2,2	11	2,0	10	-7
Polônia	2,0	12	1,4	15	-28
Itália	1,8	13	1,3	16	-28
África do Sul	1,3	14	0,9	21	-28
México	1,2	15	1,2	17	5
Austrália	1,2	16	0,9	20	-18
Espanha	1,0	18	0,7	26	-29
Brasil	0,9	19	6,1	6	560
Coreia do Sul	0,9	20	0,7	25	-20
Irã	0,8	23	0,6	32	-21
Arábia Saudita	0,6	27	0,4	38	-28
Indonésia	0,6	28	7,2	5	1.165
Argentina	0,6	29	0,6	28	11
Turquia	0,5	31	0,5	36	-4
Paquistão	0,2	46	0,3	48	22
<b>Países desenvolvidos</b>	<b>71,4</b>		<b>51,4</b>		<b>-28</b>
<b>Países em desenvolvimento</b>	<b>28,6</b>		<b>48,6</b>		<b>70</b>

Fonte: WRI, 2005, p. 114

Quando as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da mudança do uso da terra e floresta também são levadas em consideração os resultados mudam. Como visto na Tabela 3, a participação histórica dos países industrializados cai significativamente enquanto os maiores aumentos ocorrem em países tropicais com grandes florestas. Brasil e Indonésia, com 0,9% e 0,6% das emissões acumuladas provenientes de combustíveis fósseis, respectivamente, passam para 6,1% e a 7,2% com a inclusão do CO<sub>2</sub> da mudança do uso da terra e floresta. Desta forma, a participação dos países em desenvolvimento nas emissões acumuladas a partir de 1950 passam de 28,6% para 48,6%. No entanto, isto é em parte devido ao fato de que o desflorestamento nos países em

desenvolvimento está ocorrendo de forma acentuada no presente, enquanto o desflorestamento dos países desenvolvidos ocorreu antes de 1950 (WRI, 2005).

## 2. A TEORIA

Este capítulo possui como objetivo apresentar as principais contribuições desenvolvidas na literatura sobre a teoria da ação coletiva. O estudo foi formulado a partir do livro seminal de Mancur Olson, *The Logic of Collective Action: Public Goods and The Theory of Group*, denominado neste trabalho por *Logic*, e de trabalhos subsequentes que aperfeiçoaram seus estudos. Após a análise da teoria da ação coletiva será possível estudar o ambiente institucional existente para mitigar o aquecimento global, o Protocolo de Quioto.

### 2.1 Ação coletiva

A proposição da existência de falhas na ação coletiva, formulada por Olson (1965) é de que em muitos casos é difícil alcançar soluções cooperativas. Algumas situações associadas à presença de bens públicos ou de externalidades impedem as sociedades de alcançar equilíbrios eficientes no sentido de Pareto, pois indivíduos e firmas, agindo racionalmente, deixarão de ofertar bens públicos, enquanto produzirão em excesso bens e serviços que geram externalidades negativas. Nessas condições o teorema de Coase não é válido, pois os custos de transação impossibilitam que indivíduos negociem de forma a alocar eficientemente os custos gerados pela externalidade.

Pareto<sup>9</sup> (1935 apud HARDIN, 1982) apresenta uma manifestação do problema quando considera a seguinte situação:

“If all individuals refrained from doing A, every individual as a member of the community would derive a certain advantage. But now if all individuals less one continue refraining from doing A, the community loss is very slight, whereas the one individual doing A makes a personal gain far greater than the loss that he incurs as a member of the community”

---

<sup>9</sup> PARETO, Vilfredo. *The mind and society*. Livingston, ed., New York: Hartcourt Brace, 1935.

Desta forma, para qualquer indivíduo é racional perseguir seu próprio interesse ao invés de agir de acordo com o interesse coletivo. No texto citado acima, agindo racionalmente os indivíduos farão A e deste modo o coletivo atingirá uma posição inferior. De acordo com Sandler (2004, p. 18, tradução nossa), as falhas da ação coletiva baseiam-se na seguinte premissa: “a racionalidade individual não é suficiente para a racionalidade coletiva”.

No entanto, nenhuma sociedade pode sobreviver sem uma provisão mínima de bens coletivos. Segundo Olson (1993), as sociedades organizadas surgiram da seguinte forma: indivíduos liderando grupos nômades sobreviviam por meio de furto. No entanto em um mundo com indivíduos racionais, o produto do furto é cada vez menor quanto mais freqüente ele se repetir. Desta forma, os lavradores não destinavam parte substancial das suas colheitas para aumentar suas plantações, sabendo que todo ano seriam saqueados pelos nômades. Neste caso, o mais plausível seria manter a produção ao nível de subsistência, consumindo os excedentes, pois deste modo o roubo seria menos lucrativo. Neste contexto surgirá um líder que se mostrará mais confiável para as pessoas do que os demais bandidos e assegurará proteção aos agricultores em troca de uma parte da sua produção anual. Assim surge a sociedade (OLSON, 1993).

De acordo com Chamberlin (1974) um bem coletivo é geralmente caracterizado por pelo menos uma das seguintes propriedades: a) não rivalidade no consumo: o consumo do bem por um indivíduo não diminui o consumo dos outros indivíduos; b) não excludabilidade no consumo: indivíduos que não dividem o ônus do bem não podem ser excluídos de se apropriarem dos benefícios deste bem. Desta forma, os benefícios resultam automaticamente para todos os indivíduos. Segundo a clássica formulação de Olson, as soluções cooperativas mais importantes assumem a forma de bem público puro, isto ocorre quando as duas propriedades são satisfeitas simultaneamente.

As propriedades dos bens públicos puro podem ser facilmente compreendidas se observarmos a questão do aquecimento global. Corroborando com Sandler (2004), a redução das emissões de GEEs por determinado país, por exemplo, gera benefícios não rivais, pois os benefícios da não alteração climática sentidos por uma determinada nação não reduzirão os benefícios disponíveis para as outras. A propriedade de não excludabilidade também é verificada, pois é impossível



impedir a utilização dos benefícios do planeta sem as mudanças climáticas por países não cooperadores. Desta forma, a redução das emissões de GEEs é definida pela literatura como um bem público puro.

Quando um bem possui as propriedades de não rivalidade ou não excludabilidade, ocorrem falhas na ação coletiva. A presença da não excludabilidade resultará em uma quantidade ofertada do bem insuficiente devido ao “caronista”, enquanto a não rivalidade implica que a exclusão, se possível, irá reduzir o bem estar social pela impossibilidade do consumo para aqueles cujo benefício for menor que o preço cobrado.

A literatura da ação coletiva investiga fatores que motiva indivíduos a coordenar suas atividades para melhorar o bem estar coletivo. Algumas perguntas são importantes para a teoria da ação coletiva como: Existe alguma relação entre o tamanho do grupo e a provisão de bens coletivos? Qual a relação entre a composição do grupo e o nível de oferta do bem coletivo? Por que existem grupos que são bem sucedidos para prover bens coletivos enquanto outros fracassam? Algumas destas questões Olson procurou responder sobre a ação coletiva e serão desenvolvidas a seguir.

## 2.2 Bens coletivos

Para ilustrar a importância e as implicações políticas das propriedades de rivalidade e de excludabilidade serão analisadas três classes de bens coletivos que diferem com relação ao grau de rivalidade e excludabilidade no consumo dos bens. As três diferentes classes de bens coletivos são: bem público impuro com exclusão total, mas não rival; *club goods*; e *common-pool resources* (CPR).

*Bem Público Impuro com exclusão total, mas não rivalidade:* Um bem público impuro pode apresentar a propriedade de excludabilidade, mas não ser rival. Algumas aplicações são importantes para exemplificar esta classe de bem coletivo como o canal de televisão *pay-per-view*. Neste caso, os não assinantes podem ser excluídos de usufruírem os benefícios do bem, que

são não rivais entre os consumidores. Apenas o agente cujo benefício for pelo menos igual ao preço cobrado comprará o programa de televisão. A ineficiência se estabelece, pois indivíduos com benefício marginal maior do que zero, mas menor do que o preço cobrado, serão excluídos de usufruírem o programa de televisão. Desta forma, o bem estar social pode ser aumentado incluindo novos agentes.

*Club Goods:* Um clube é um bem público impuro caracterizado por benefícios excludentes. Quando *club goods* são compartilhados é necessária a existência de mecanismos de exclusão para impedir os não pagadores de usufruírem as benesses do bem.

O clube passa a ser uma alternativa viável à medida que os custos de exclusão não ultrapassem os ganhos de eficiência de alocar os bens coletivos em um clube. Em seu artigo seminal, Buchanan (1965) descreve como clubes voluntários ofertam bens públicos impuros. Buchanan argumenta que quando há a possibilidade de identificar os membros e excluir os não membros do grupo (caronistas) os mecanismos de exclusão, por exemplo, mensalidade, podem internalizar as externalidades negativas entre usuários e alcançar a otimalidade de Pareto sem a necessidade da intervenção governamental. Desta forma, um clube é uma solução institucional para o problema de ação coletiva (BUCHANAN, 1965).

*Common-pool resources (CPR):* O *Common-pool resources* é um tipo particular de bem em que os benefícios são totalmente ou parcialmente rivais, mas excluíveis. Quando os benefícios são parcialmente rivais ocorre *congestion* em que um usuário adicional reduz a quantidade ou qualidade do benefício do bem disponível para os outros indivíduos, desta forma o aumento do consumo de determinado indivíduo gera custos aos outros indivíduos. No entanto, a propriedade de não exclusão não permite limitar o tamanho do grupo, gerando um excesso de consumo do bem coletivo. Para exemplificar, considere um lago em que o número total de peixes pescados aumenta com o número de barcos de pesca, porém menos do que proporcionalmente. Assim, o número de peixes pescados por barco diminui à medida que a quantidade de barcos aumenta. Cada barco gera custos para os outros barcos que não são levados em consideração pelo dono de cada barco. Desta forma, quanto maior o número de barcos no pesqueiro, maior será o esforço

que a tripulação de cada barco precisa fazer para pescar uma dada quantidade de peixe (OSTROM, 1990).

No Quadro 1 pode-se ver algumas classificações de bens de acordo com as propriedades de rivalidade e de exclusão.

	excluível	não-excluível
rival	bens privados	<i>common-pool resources</i>
não-rival	<i>club-goods</i>	bens públicos puro

Quadro 1 – Classificação dos bens  
Fonte: elaboração própria

## 2.3 Tamanho do grupo

### 2.3.1 Tamanho do grupo: *privilegiado* Vs *latente*

Em *Logic*, Olson avaliou o comportamento dos grupos e contestou o senso comum de que grupos de indivíduos com objetivos em comum iriam necessariamente se mobilizar para satisfazer seus interesses. Olson concluiu que grupos grandes irão fracassar em contribuir com um bem coletivo, enquanto grupos pequenos poderão obter sucesso (OLSON, 1965).

Olson (1965) argumenta que é menos provável que grupos grandes sejam *privilegiados*<sup>10</sup>, *ceteris paribus*, do que pequenos grupos, já que a parcela individual dos benefícios dos grupos da ação

<sup>10</sup> Um grupo é privilegiado quando pelo menos um indivíduo obtém benefícios suficientes para prover o bem independentemente da contribuição dos outros indivíduos. Formalmente, para cada membro  $i$ , Olson considera  $A_i$ , o retorno da contribuição. Um grupo em que  $A_i$  é positivo para alguns membros é denominado *grupo privilegiado*. Em contraste, um *grupo latente* é definido como um grupo em que o retorno de contribuir com o bem público é negativo para todos os membros, isto é,  $A_i < 0$  para todo  $i$  (OLSON, 1965).

coletiva declina com o tamanho do grupo. Se a parcela do ganho individual diminui com o tamanho do grupo e se, além disso, os benefícios e os custos do grupo independem de seu tamanho, então esta relação valerá. Isto decorre, pois o benefício do grupo diminui com o tamanho do grupo, mas os custos permanecem inalterados (OLSON, 1965).

Se, no entanto, considerarmos que o custo do indivíduo também diminui com o tamanho do grupo, a diminuição na fração dos ganhos dos indivíduos do grupo será compensada pelo declínio nos custos, assegurando que o grupo permaneça *privilegiado*. Se os custos de provisão são compartilhados entre os membros indiferentemente do ofertante, o custo individual poderá certamente diminuir com o aumento do número de membros no grupo.

No entanto, segundo Hardin (1982) o fator crucial para motivar a contribuição não é o tamanho do grupo ou a parcela de contribuição do ganho coletivo, mas se o grupo é *privilegiado* ou *latente*. Assim, de acordo com Hardin (1982), a condição de *privilegiado* independe do tamanho do grupo. As condições para um grupo ser *privilegiado* dependem da tecnologia de agregação, da sua relação com a estrutura básica do jogo, ou da matriz de *payoff*, isto é, a alocação dos custos e dos benefícios.

Como Olson (1965, p. 49-51) expôs:

“A ‘privileged’ group is a group such that each of its members, or at least some one of them, has an incentive to see that the collective good is provided, even if he has to bear the full burden of providing it himself. In such a group there is a presumption that the collective good will be obtained, and it may be obtained without any group organization or coordination whatever. [...] large or ‘latent’ groups have no incentives to act to obtain a collective good because, however valuable the collective good might be to the group as a whole, it does not offer the individual any incentive to pay dues to any organization working in the latent group’s interest, or to bear in any other way any of the costs of the necessary collective action.”

De acordo com Sandler (2004), uma terceira propriedade de bens coletivos, tecnologia de agregação, tem sido analisada na teoria da ação coletiva em termos da oferta dos bens coletivos. A tecnologia de agregação está relacionada com a maneira que a provisão individual é agregada para gerar o nível de provisão do grupo. As principais tecnologias de agregação são: a)

*summation* onde cada unidade contribuída do bem público adiciona identicamente e cumulativamente ao total do bem disponível para consumo. Desta forma, o nível total do bem público é igual à soma das contribuições individuais. As emissões de GEEs é um exemplo desta tecnologia de agregação, pois como apresentado no capítulo 1 é indiferente para a mudança climática o agente que emitiu os GEEs. b) *weakest Link*, a menor contribuição limita a oferta do bem público para o grupo. c) *threshold* (participação mínima), a oferta total do bem público precisa ultrapassar um determinado nível para que os benefícios sejam usufruídos pelos indivíduos. d) *best shot*, o nível total do bem público se iguala ao maior nível de contribuição de um único indivíduo. Desta forma, apenas a maior contribuição determina o nível de provisão do bem público. e) *weighted sum*, pesos são atribuídos às contribuições individuais para se determinar o nível total do bem público disponível para consumo. Deste modo, a contribuição de cada indivíduo provoca um impacto diferente na provisão do bem público.

### 2.3.2 Dilemas Sociais

Para ilustrar como a relação dos custos e benefícios afeta a provisão do bem, serão apresentados alguns jogos. Estes exemplos demonstram que diferentes cenários de ação coletiva podem resultar de uma pequena alteração na configuração dos custos e benefícios. Em cada uma das matrizes, as estratégias do jogador 1 corresponde a linha, enquanto as estratégias do jogador 2 corresponde a coluna. O primeiro *payoff* nas matrizes é do jogador 1, enquanto o segundo é do jogador 2.

*Dilema dos Prisioneiros:* Considere o jogo exposto no Quadro 2. Imagine o cenário onde 2 indivíduos foram presos por alegação de participação em um crime grave e foram deixados em celas separadas. O delegado apresenta as regras do jogo separadamente para os prisioneiros: caso apenas um prisioneiro confessar este terá uma punição leve de apenas 1 ano de reclusão, enquanto o prisioneiro que não confessar pegará uma pena de 10 anos. No entanto se os dois prisioneiros confessarem eles terão uma pena de 5 anos de reclusão. Finalmente se nenhum prisioneiro confessar, eles serão punidos por um crime menor e terão uma pena de 2 anos de

reclusão. Cada prisioneiro deseja minimizar o tempo de reclusão. Desta forma o equilíbrio de Nash do jogo é (confessa, confessa) (Quadro 2).

Assim, o equilíbrio de Nash não será o socialmente ótimo, pois os prisioneiros ficariam em uma situação melhor caso atingissem (não confessa, não confessa). Conseqüentemente há uma falha na ação coletiva.

Jogador 1	Jogador 2		
		não confessa	confessa
	não confessa	-2,-2	-10,-1
	confessa	-1,-10	-5,-5

Quadro 2: Dilema dos Prisioneiros

Fonte: Mas-Colell; Whinston; Green, 1995, p. 236.

*Frango*: Considere o caso de dois vizinhos. O indivíduo 1 possui um gato que de vez em quando passeia pelo jardim do indivíduo 2, fazendo sujeira em seu jardim. O indivíduo 2 possui um cachorro que ocasionalmente invade a casa do indivíduo 1 e assusta seu gato. Um muro separando as duas propriedades preveniria que estes fatos ocorressem.

O Quadro 3 ilustra esta situação. Os indivíduos podem contribuir ou não contribuir para a construção do muro. Quando os indivíduos decidem não contribuir, o muro não será construído e os dois indivíduos recebem um *payoff* de 1. O *payoff* recebido pelos indivíduos é maior do que na ausência do muro, mesmo quando o indivíduo precisa pagar o muro sozinho. Quando os indivíduos dividem o custo do muro eles obtêm um *payoff* de 3 para cada um. Quando, no entanto, apenas um indivíduo contribui com a construção do muro o indivíduo que cooperou recebe um *payoff* de 2 e o indivíduo que não cooperou recebe um *payoff* de 3,5.

O jogo do frango não possui estratégia dominante, mas possui dois equilíbrios de Nash de estratégias puras (contribui, não contribui) e (não contribui, contribui), onde apenas um jogador contribui. Os equilíbrios de Nash deste jogo não são socialmente ótimos, pois a contribuição mútua gera o *payoff* agregado de 6, enquanto os *payoffs* agregados nos equilíbrios de Nash são de 5,5 (Quadro 3).

Jogador 1	Jogador 2		
		contribui	não contribui
	contribui	3;3	2; 3,5
	não contribui	3,5; 2	1,1

Quadro 3 – Jogo do frango  
Fonte: Mueller, 2003, p.16

*Coordenação:* O Quadro 4 apresenta o jogo da coordenação. Se os indivíduos jogarem a estratégia A, ambos receberão um *payoff* positivo de  $a$ . Caso os indivíduos joguem a estratégia B, ambos receberão um *payoff* positivo de  $b$ . No entanto caso um indivíduo jogue a estratégia A e o outro jogue a estratégia B (não coordenação) ambos receberão um *payoff* de zero. Suponha que cada jogador sabe a estrutura de *payoff* do Quadro 4 e escolhe uma estratégia independentemente da escolha do outro jogador. Os jogadores gostariam de escolher a mesma estratégia (coordenar a estratégia), mas sem saber a escolha da estratégia do outro jogador, não há uma escolha inequívoca para os jogadores.

Suponha, agora, que  $b > a$ . Claramente, os jogadores passam a ter a preferência para coordenar suas estratégias na estratégia B. No entanto, quando  $a = b$  os jogadores são indiferentes entre coordenar na estratégia A ou na estratégia B. Se algum jogador, por exemplo, propuser que eles coordenem na estratégia B, o outro possuirá o incentivo para coordenar, já que obterá um *payoff* maior. Desta forma os jogos da coordenação possuem uma estabilidade que não existe em outros dilemas sociais como, por exemplo, no dilema dos prisioneiros.

De acordo com o Quadro 4, o jogo da coordenação não possui estratégia dominante, mas ele possui dois equilíbrios de Nash de estratégia pura. Neste jogo há possibilidades de ocorrência de falhas coletivas, pois a ausência de coordenação bem sucedida pode fazer com que um resultado socialmente inferior seja alcançado.

Jogador 1	Jogador 2		
		estratégia A	estratégia B
	estrategia A	$a, a$	0,0
	estratégia B	0,0	$b, b$

Quadro 4 – Jogo da coordenação  
Fonte:Mueller, 2003, p.15

Algumas conclusões podem ser extraídas a partir dos exemplos expostos acima. Os jogos apresentados indicam que as falhas na ação coletiva não necessariamente possuem apenas a forma do Dilema dos Prisioneiros. Para Sandler (2004), o Dilema dos Prisioneiros é uma falha na ação coletiva, no entanto existem outras falhas como as apresentadas acima. Os jogos apresentados podem ser aplicados para mais do que uma configuração de custos, tecnologias de agregação e gostos. Portanto, a existência de inúmeras combinações de tecnologias de agregação, gostos e da estrutura de custo/benefícios impossibilita fazer generalizações com respeito a ação coletiva, mesmo no caso de apenas dois indivíduos (SANDLER, 2004).

### 2.3.3 Nível de oferta

Nos jogos apresentados na seção anterior a decisão da ação coletiva foi analisada como uma variável discreta, o indivíduo contribui ou não com o bem coletivo. A escolha do nível de provisão não era permitida. Assim, os jogos discretos apresentados não auxiliam na análise da relação entre o tamanho do grupo e o nível de oferta. A provisão coletiva precisa ser tratada como uma variável contínua. Alguns modelos permitem que os indivíduos otimizem o nível de provisão. Para tais modelos, a provisão total de um bem coletivo não diminui com o aumento no tamanho do grupo. Quando os bens coletivos são normais, Chamberlin (1974) e McGuire (1974) provaram que a provisão total aumenta em um equilíbrio simétrico<sup>11</sup>. Ainda que a contribuição de cada indivíduo reduza com o aumento do tamanho do grupo, o aumento da provisão dos indivíduos entrantes mais do que compensa a diminuição agregada na provisão coletiva dos membros existentes. Desta forma, no caso do equilíbrio simétrico com a agregação tecnológica *summation*, a contribuição média declina, enquanto a contribuição total aumenta. Este resultado é o oposto do conjecturado por Olson (CHAMBERLIN, 1974; MCGUIRE 1974).

---

<sup>11</sup> Em um equilíbrio simétrico jogadores idênticos contribuem com a mesma quantidade. Os jogadores são idênticos quando seus gostos e dotações são iguais.



## 2.4 Composição dos grupos

A composição do grupo, em termos da dotação dos membros e gostos também foi abordada em *Logic*. De acordo com Olson (1965), os grupos são homogêneos quando todos os membros possuem gostos e rendas idênticas e são heterogêneos quando possuem gostos e/ou rendas distintas. Olson (1965) argumenta que em grupos heterogêneos o “maior” pode ser explorado pelo “menor”. Isto porque, uma vez que o maior membro do grupo satisfizer sua demanda por um bem coletivo, os membros menores provavelmente terão suas demandas satisfeitas, livres de qualquer necessidade em cooperar. Olson (1965) conclui que a heterogeneidade pode favorecer que um grupo se torne *privilegiado*, já que a grande disparidade entre seus membros pode assegurar que pelo menos um membro, provavelmente o “maior”, obterá benefícios suficientes para arcar inteiramente com o ônus da provisão coletiva (OLSON, 1965).

“This suboptimality or inefficiency will be somewhat less serious in groups composed of members of greatly different size or interest in the collective good. In such unequal groups, on the other hand, there is a tendency toward an arbitrary sharing of the burden of providing the collective good. The largest member, the member who would on his own provide the largest amount of the collective good, bears a disproportionate share of the burden of providing the collective good. The smaller member by definition gets a smaller fraction of the benefit of any amount of the collective good he provides than a large member, and therefore has less incentives to provide additional amounts of the collective good. Once a smaller member has the amount of the collective good he gets free from the largest member, he has more than he would have purchased for himself, and has no incentive to obtain any of the collective good at his own expense. In small groups with common interests there is accordingly a *surprising tendency for the ‘exploitation’ of the great by the small.*” (OLSON 1965, p.35).

A hipótese de exploração foi mais desenvolvida em Olson e Zeckhauser (1966). Os autores usaram as curvas de benefício total para dois aliados de diferentes tamanhos para estabelecer a “exploração” do maior agente pelo menor. O estudo de Olson e Zeckhauser envolveu o compartilhamento de defesa por uma aliança militar (OLSON; ZECKHAUSER, 1966).

A análise de Olson e Zeckhauser (1966) está representada no Gráfico 3. A maior nação, denominada por *Big Atlantis*, possui a curva de benefício  $V_B$ , enquanto a *Little Atlantis* (a nação

menor) possui a curva de benefício  $V_L$ . A curva de benefício da nação grande é mais elevada, pois de acordo com os autores, o benefício absoluto da nação grande é maior do que o da nação pequena. A curva CC ilustra os custos de prover defesa para cada nação e, como podemos ver, Olson e Zeckhauser assumem que as nações possuem a mesma função de custo. Se considerarmos um cenário onde as duas nações estariam isoladas a *Big Atlantis* despenderia  $B_1$  unidades de defesa enquanto a *Little Atlantis* despenderia  $L_1$ . Se as duas nações continuassem ofertando estas quantidades em uma aliança, cada uma estaria desfrutando  $B_1 + L_1$ , no entanto, neste ponto o benefício marginal de cada nação é menor do que o custo marginal. Uma vez que o aliado grande ofertará  $B_1$ , não existe razão para o aliado menor contribuir, pois sua demanda por  $L_1$  está satisfeita. Desta forma, o equilíbrio de provisão de defesa das duas nações ocorre quando a *Big Atlantis* oferta  $B_1$  e a *Little Atlantis* não oferta defesa. A demonstração de Olson e Zeckhauser (1966) depende de algumas suposições como: custos lineares idênticos; efeito renda nulo; tecnologia de agregação *summation*; comportamento de Nash; e benefícios marginais positivamente correlacionados com o “tamanho” dos participantes (OLSON; ZECKHAUSER, 1966).

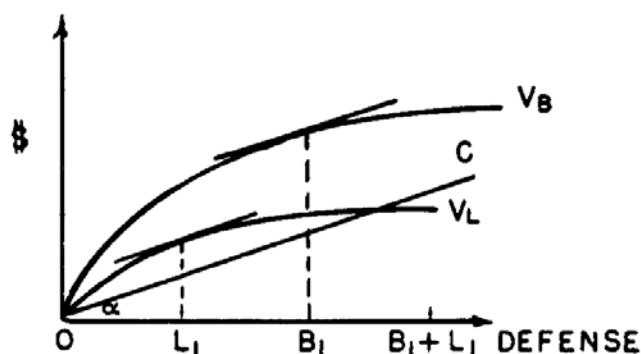


Gráfico 3 – Hipótese da exploração  
Fonte: Olson; Zeckhauser, 1966, p. 269.

Os próprios autores apontam a importância da simplificação de que os agentes possuem a mesma função custo assumida no modelo. No entanto as forças militares são compostas por diversos tipos de equipamentos e de poderio humano, desta forma é improvável que os custos sejam constantes e uniformes. Caso a vantagem comparativa seja aplicada, as vantagens dos custos

podem reverter a hipótese da exploração. Por exemplo, suponha que um pequeno aliado possui vantagem de custos com relação ao aliado maior, então o custo marginal do primeiro será menor do que do segundo. Assim, esta vantagem de custo aumentará o nível de defesa ótimo do menor aliado. Caso este acréscimo seja suficientemente grande, então o gasto em defesa do aliado menor convergirá ao do aliado maior, revertendo a hipótese de exploração (OLSON; ZECKHAUSER, 1966).

Olson (1965) também assumiu implicitamente o comportamento de Nash, onde as ações são simultâneas e cada jogador escolhe a melhor resposta dado a melhor resposta dos outros jogadores. Mudanças na suposição estratégica de Nash-Cournot divergem da hipótese de exploração. Em particular, Bruce (1990) mostrou que o comportamento de líder-seguidor pode gerar uma exploração do “pequeno” quando o “grande” assume o papel de líder. Com o comportamento de líder-seguidor, o seguidor considera como dado o nível de oferta do líder e desta forma contribui com a quantidade ótima como no comportamento de Nash. O líder sabe que o seguidor irá agir de acordo com sua reação de Nash e desta forma irá ofertar o nível que o coloca na melhor posição com respeito a trajetória de reação do seguidor. Segundo Bruce (1990), comparando com o equilíbrio de Nash, o equilíbrio de líder-seguidor implica um aumento no nível de contribuição pelo seguidor e uma diminuição no nível de contribuição do líder (BRUCE, 1990).

## 2.5 Superação das falhas da ação coletiva

Em *Logic*, Olson também questionou a formação de alguns grupos grandes contradizendo sua teoria de grupos *latentes*. Este fato é ilustrado pela seguinte passagem de *Logic*:

“If the individual in a large group have no incentive to organize a lobby to obtain a collective benefit, how can the fact that some large groups are organized be explained? Though many groups with common interests, like consumers, the white-collars workers, and the migrant agricultural workers, are not organized, other large groups, like the union laborers, the farmers, and the doctors have at least some degree of organization. The fact that there are many groups which, despite their needs, are not organized would seem to contradict the ‘group

theory’<sup>12</sup> of the analytical pluralists; but on the other hand the fact that other large groups have been organized would seem to contradict the theory of “latent groups” offered in this study.” (OLSON, 1965, p. 132)

Olson também analisou, em seu estudo, os mecanismos que poderiam ser criados para assegurar a provisão de bens coletivos. Olson sugeriu algumas possibilidades. A primeira possibilidade são os incentivos seletivos, por meio dos quais alguns membros do grupo poderiam ser capazes de induzir outros indivíduos a cooperar. Por incentivos seletivos, Olson (1965) vincula benefícios e custos privados à provisão do bem coletivo. Isto é, os benefícios privados motivariam qualquer membro (de qualquer tamanho) a contribuir, visto que estes só podem ser obtidos através de sua provisão. Os benefícios coletivos são não excluíveis, enquanto os benefícios privados são excluíveis. É por esta razão que os incentivos são seletivos, visto que dependem do comportamento de cada agente individual. Olson (1965, p. 133) também argumenta que as únicas organizações que possuem os incentivos seletivos disponíveis são aquelas que: “(1) have the authority and capacity to be coercive, or (2) have a source of positive inducements that they can offer the individuals in a latent group” (OLSON, 1965).

No entanto, existem algumas dificuldades com o uso de incentivos seletivos positivos e negativos. Primeiro, a provisão destes incentivos assume que um problema de ação coletiva de segunda ordem tenha sido solucionado pela autoridade central para impor incentivos seletivos negativos e oferecer incentivos seletivos positivos. Para exemplificar considere o caso de incentivos seletivos negativos, onde falhas em cooperar com a provisão de um bem público gera algum tipo de punição individual. A punição é individualmente custosa para o agente que aplicará a punição, beneficiando o grupo como um todo. Desta forma, a provisão de incentivos seletivos para assegurar cooperação também é um bem público puro. Portanto, o uso de incentivos seletivos possui problemas para superar as falhas na ação coletiva.

Uma segunda possibilidade que Olson apresentou é denominada de *by-product theory* (teoria do subproduto). O argumento é que grupos originalmente organizados para “outros propósitos” podem ocasionalmente cooperar para agir coletivamente como um *by-product* (subproduto). A teoria do subproduto está relacionada com os incentivos seletivos, pois os “outros propósitos”

---

<sup>12</sup> Segundo Olson (1965), a teoria do grupo baseia-se na idéia que os grupos irão agir quando necessário para favorecer o interesse do grupo.

fazem com que o grupo seja privilegiado, estimulando os indivíduos a se juntarem ao grupo e conseqüentemente prover o bem coletivo como um subproduto. No entanto, a diferença entre incentivos seletivos e a teoria do subproduto é que na segunda o grupo não se formou com o objetivo de ofertar o bem coletivo. Muitos grupos de interesse obtêm sucesso em prover bens públicos como um subproduto que foi organizado para outros propósitos e permanecem operando por longos períodos. Assim, a teoria do subproduto pode explicar, em alguns casos, porque grupos latentes solucionam o problema da ação coletiva.

### 2.5.1 Reestruturação dos incentivos

Olson (1965) também enfatiza o desenho das estruturas institucionais como um meio para superar os problemas da ação coletiva. Em particular, Olson indica que grandes grupos podem promover cooperação através da organização em uma estrutura federativa com pequenos subgrupos (OLSON, 1965).

A principal maneira para superar as falhas coletivas é a manipulação das tecnologias de agregação para eliminar a não cooperação como estratégia dominante. Abaixo será ilustrado através de um exemplo como mudanças na estrutura institucional podem fazer com que a cooperação se torne uma estratégia dominante.

Esta seção foi elaborada com base em Sandler (2004). Sandler utilizou uma representação com 6 nações. Neste trabalho o jogo representado por Sandler foi generalizado para  $n$  nações com o intuito de mostrar que não há diferença entre as duas formas em jogos estáticos.

*Forma básica:* Suponha que cada uma das  $n^T$  nações precisa decidir se coopera com uma unidade de um bem público puro ao custo unitário de  $c_i$ . Suponha também que toda unidade ofertada gera um benefício de  $b_i$  para todas as nações, contribuintes ou não. Assumimos que o grupo é *latente*, isto é  $(b_i - c_i < 0)$ . O Quadro 5 apresenta o *payoff* de uma nação representativa  $i$

em relação a contribuição das outras  $n^T - 1$  nações de acordo com as colunas da matriz. Caso a nação  $i$  não contribua com o bem público ela receberá o *payoff* de caronista,  $n^c b_i$ , onde  $n^c$  é o número de nações contribuintes. No entanto, caso a nação  $i$  contribua seu *payoff* será de  $n^c b_i - c_i$ . Como podemos ver no Quadro 5 os *payoffs* da linha superior excedem os *payoffs* correspondentes da linha inferior, desta forma a estratégia dominante da nação  $i$  e das outras  $n^T - 1$  nações é não contribuir, conseqüentemente no equilíbrio de Nash não há cooperação por parte das  $n^T$  nações. Ao passo que o nível socialmente ótimo é a cooperação entre todas as nações (SANDLER, 2004).

	Outras nações contribuintes com exceção de $i$					
	0	1	2	3	$n^T - 2$	$n^T - 1$
Nação $i$ não coopera	$n^c b_i$	$n^c b_i$	$n^c b_i$	$n^c b_i$	$n^c b_i$	$n^c b_i$
Nação $i$ coopera	$n^c b_i - c_i$	$n^c b_i - c_i$	$n^c b_i - c_i$	$n^c b_i - c_i$	$n^c b_i - c_i$	$n^c b_i - c_i$

Quadro 5 – Dilema dos Prisioneiros  $n$  jogadores

Fonte: Adaptado de Sandler (2004)

*Participação mínima:* Neste cenário o benefício de  $b_i$  por unidade só é recebido quando pelo menos  $X$  unidades são ofertadas. Como cada jogador pode cooperar com apenas uma unidade, então para que a participação mínima seja alcançada,  $X$  nações precisam cooperar. Assuma o custo unitário  $c_i$ . Quando menos do que  $X$  nações contribuem, a participação mínima não é obtida e desta forma não gera benefícios. Assim, na linha superior do Quadro 6, o *payoff* do caronista é de zero até que  $X$  (assuma neste exemplo  $X = 3$ ) ou mais nações contribuam. Desta forma, o jogo apresenta alguns equilíbrios de Nash: aquele onde não há contribuição e aqueles onde exatamente  $X$  (neste caso 3) nações contribuem. Se mais de  $X$  nações contribuírem, o *payoff* na linha superior novamente domina os na linha inferior. Para mais do que  $X$  contribuintes, a contribuição de uma unidade adicional gera um custo de provisão maior do que o benefício para um novo contribuinte. A tecnologia de agregação de participação mínima diminui as falhas na ação coletiva, pois agora há equilíbrio de contribuição positivo diferente do equilíbrio do Dilema dos Prisioneiros (SANDLER, 2004).

	Outras nações contribuintes com exceção de $i$					
	0	1	2	3	$n^T - 2$	$n^T - 1$
Nação $i$ não coopera	0	0	0	$n^c b_i$	$n^c b_i$	$n^c b_i$
Nação $i$ coopera	$-c_i$	$-c_i$	$n^c b_i - c_i$	$n^c b_i - c_i$	$n^c b_i - c_i$	$n^c b_i - c_i$

Quadro 6 – Participação mínima (*minimal threshold*)

Fonte: Adaptado de Sandler (2004)

*Reembolso com participação mínima:* No Quadro 7, uma recompensa igual a  $c_i$  é paga aos contribuintes caso a participação mínima não seja alcançado. Como consequência, a linha inferior domina fracamente a linha superior até que a participação mínima seja satisfeita. Os equilíbrios de Nash correspondem precisamente a  $X$  (assuma  $X = 3$ ) contribuintes. Após a participação mínima de  $X$  contribuintes ser alcançada, o *payoff* da estratégia de não cooperar é maior do que o *payoff* correspondente de cooperar. Assim, o ótimo social da cooperação de todos os agentes não é alcançado. Apesar disso, o equilíbrio de Nash é deslocado em direção a cooperação total quando comparado com o cenário do Dilema dos Prisioneiros (SANDLER, 2004).

	Outras nações contribuintes com exceção de $i$					
	0	1	2	3	$n^T - 2$	$n^T - 1$
Nação $i$ não coopera	0	0	0	$n^c b_i$	$n^c b_i$	$n^c b_i$
Nação $i$ coopera	0	0	$n^c b_i - c_i$	$n^c b_i - c_i$	$n^c b_i - c_i$	$n^c b_i - c_i$

Quadro 7 – Reembolso com participação mínima

Fonte: Adaptado de Sandler (2004).

*Interação:* Outro princípio favorável do desenho institucional envolve a criação de uma perpetuidade na estrutura do jogo. Desta forma, os membros do grupo poderão notar a interação como contínua e de longo prazo. Olson (1965) considerou os problemas da ação coletiva em jogos estáticos. No mundo real, no entanto, os indivíduos geralmente interagem repetidamente.

Considere um problema de ação coletiva com dois indivíduos com *payoffs* correspondendo ao do Dilema dos Prisioneiros. Em uma única jogada, o equilíbrio de Nash consiste em cada agente jogar sua estratégia dominante de não cooperação. Se ao invés, o jogo for repetido um número infinito de vezes e a taxa de desconto não for tão grande, então uma estratégia Tit-for-Tat<sup>13</sup> também será um equilíbrio de Nash. Se, entretanto, as taxa de desconto são elevadas, os benefícios futuros são reduzidos com relação aos benefícios presentes, assim, os ganhos de curto prazo da não contribuição podem exceder as perdas de longo prazo e a não contribuição pode ainda dominar.

---

<sup>13</sup> A estratégia Tit-for-Tat corresponde a escolher a estratégia cooperativa na primeira jogada e então igualar a escolha do oponente nas outras jogadas.



### **3. AS REGRAS DO JOGO 2: O AMBIENTE INSTITUCIONAL**

#### **3.1 A Convenção do Clima (CQNUMC) e as Conferências das Partes**

Na década de 1980, as evidências científicas relacionando as emissões dos gases de efeito estufa provenientes das atividades humanas ao aquecimento global começaram a provocar uma preocupação mundial. Nos anos 90, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM) criaram um grupo de trabalho intergovernamental que iniciou as negociações de um tratado. Desde então, foram criados o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), cujo objetivo é o estudo científico, e a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC), denominada neste trabalho como Convenção do Clima.

A Convenção do Clima possui como objetivo a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Segundo UNFCCC (2001a), “esse nível deverá ser alcançado num prazo suficiente que permita aos ecossistemas adaptarem-se naturalmente à mudança do clima, que assegure que a produção de alimentos não seja ameaçada e que permita ao desenvolvimento econômico prosseguir de maneira sustentável” (UNFCCC, 2001a, p. 6). A Convenção do Clima foi assinada durante a Cúpula da Terra no Rio de Janeiro em 1992 por 154 países (e a Comunidade Européia) e entrou em vigor em 21 de março de 1994 (UNFCCC, 2001a). De acordo com UNFCCC (2006a) até meados de 2006, 188 países (mais a União Européia) haviam ratificado a Convenção do Clima.

A Convenção do Clima é fundamentada nos princípios da precaução e da responsabilidade comum, porém diferenciada. O princípio da precaução afirma que: “as Partes devem adotar medidas de precaução para prevenir, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos. Quando surgirem ameaças de danos sérios ou irreversíveis, a falta de

plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar essas medidas [...]” (UNFCCC, 2001a, p.6). O segundo princípio reflete aspectos de equidade. Desta forma, os países desenvolvidos devem assumir a liderança na modificação das tendências de longo prazo das emissões por terem uma maior responsabilidade (contribuição histórica) com as mudanças climáticas e por contarem também com uma maior capacidade financeira e institucional para tratar o problema (UNFCCC, 2001a).

Na Convenção do Clima os países foram divididos em dois grupos para satisfazer o princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada. Partes do Anexo I<sup>14</sup>, basicamente países industrializados e nações com economias em transição, e Partes do não-Anexo I, que inclui os outros países membros da Convenção não incluídos no Anexo I, seus principais integrantes são os países em desenvolvimento. O art. 4º da Convenção do Clima afirma que os países desenvolvidos reconhecem que a volta, até o final da presente década, a níveis anteriores das emissões antrópicas de dióxido de carbono e de outros gases de efeito estufa seria desejável. Ele também possuía o anseio de que as Partes promovessem políticas com a finalidade de retornar os níveis de emissões individualmente ou conjuntamente aos níveis de 1990. No entanto, o texto final da Convenção não especificou compromissos legais para os países, esta é a razão pela qual o acordo foi assinado por um número expressivo de países (UNFCCC, 2001a).

Para a implementação da CQNUMC com base em seu art. 7º foi estabelecida a Conferência das Partes (COP). A COP é o órgão supremo da Convenção, abrangendo as nações que ratificaram a Convenção do Clima. As atribuições da COP são: “promover a efetiva implementação” da Convenção do Clima, “promover e facilitar o intercâmbio de informações sobre medidas adotadas pelas Partes para enfrentar a mudança do clima e seus efeitos, levando em conta as diferentes circunstâncias, responsabilidades e capacidades das Partes e suas respectivas obrigações assumidas sob esta convenção”; e “examinar periodicamente as obrigações das Partes e os mecanismos institucionais estabelecidos” pela Convenção do Clima “à luz de seus objetivos” (UNFCCC, 2001a, p. 13-14).

As principais Conferências das Partes e suas principais decisões estão expostas na Tabela 4.

---

<sup>14</sup> A lista completa dos países membros do Anexo I encontra-se no Anexo A.

Tabela 4 – Principais Conferências das Partes

COPs	Principais decisões
COP-1, Berlim (1995)	Neste encontro foi adotado o Mandato de Berlim, uma declaração de que a Convenção do Clima teria um efeito insignificante nas emissões de GEEs a não ser que os países do Anexo I tivessem limitações quantificadas para a redução de emissão. As Partes estabeleceram o prazo de dois anos para elaboração de um Protocolo com políticas e medidas que deveriam limitar as emissões de GEEs dos países do Anexo I.
COP-3, Quioto (1997)	Adotou o Protocolo de Quioto. No Protocolo foi determinado limites de emissão de GEEs para os países do Anexo B. No entanto, muitos detalhes para sua implementação foram deixados para futuras negociações.
COP-4, Buenos Aires (1998)	Foi adotado um plano de ação para implementar o Protocolo de Quioto. Este plano incluía transferências financeiras e o mecanismo de desenvolvimento limpo para a participação dos países em desenvolvimento. Também foram discutidos meios para incorporar <i>sumidouros</i> de carbono ( <i>a</i> ).
COP-6, Haia (2000)	Tinha como objetivo finalizar os detalhes da implementação do Protocolo de Quioto, no entanto as negociações terminaram sem nenhum entendimento. Muitos itens não foram resolvidos: como o funcionamento dos mecanismos de Quioto, as medidas de punição para o não cumprimento do Protocolo, a quantidade de licenças que seria atribuída pela remoção de CO <sub>2</sub> da atmosfera; e a existência de limites sobre o uso dos mecanismos de flexibilização para os países alcançarem suas metas. Divergências entre os Estados Unidos e a União Européia suspenderam a reunião.
COP-6 BIS, Bonn (2001)	Esta reunião foi a continuação da COP-6. No entanto, 4 meses antes o Presidente Bush declarou que os Estados Unidos não iriam participar do Protocolo de Quioto. Uma grande quantidade de <i>licenças de sumidouros</i> foi concedida ao Japão, Rússia, Canadá e Austrália. Neste encontro também foram elaboradas recomendações com relação a implementação do Protocolo de Quioto que seriam discutidas na COP-7.
COP-7, Marraqueche (2001)	Adotou formalmente a maioria das recomendações da COP-6. Finalizou as regras para o uso dos mecanismos de flexibilização. O encontro também enfatizou a importância da redução das emissões domésticas.
COP-11/ MOP-1, Montreal (2005)	Em Montreal foi realizada a COP-11 e o primeiro encontro após a implementação de Quioto, <i>Meeting of Parties to the Kyoto Protocol</i> (MOP-1). Um dos principais pontos foi o início das discussões para um segundo período de compromissos do Protocolo de Quioto, possivelmente entre 2013 e 2017.

Fonte: elaboração própria

Nota: Segundo CEPEA (2004, p. 49), sumidouros são: “Qualquer processo, atividade ou mecanismo que remova um gás ou precursor de efeito estufa da atmosfera, como oceanos, florestas, terras agrícolas e outras membranas que isolem carbono”.

### 3.2 O Protocolo de Quioto

Em 1997, com a participação de 160 nações, foi realizada a terceira Conferência das Partes (COP-3) que adotou o Protocolo de Quioto. Quioto impõe metas de emissão de GEEs que corroboram com o princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada. Desta forma as metas foram impostas apenas para os países industrializados. Ao mesmo tempo ele gera oportunidades para os países alcançarem seus compromissos através dos mecanismos de flexibilização que permitem a comercialização de carbono para que haja uma maior flexibilidade para os países do Anexo B do Protocolo de Quioto<sup>15</sup> atingirem suas metas. No entanto, no Protocolo ficaram pendentes algumas decisões com respeito a sua implementação, como por exemplo: as decisões de sua regulamentação e os mecanismos de punição. O tratado foi concluído apenas em novembro de 2001, durante a COP-7 (UNFCCC, 2001b).

O Protocolo de Quioto estabeleceu metas de emissão de GEEs para os 38 países do Anexo B durante o período de 2008-2012. No geral estes países possuem compromissos em reduzir suas emissões combinadas de GEEs em pelo menos 5% com relação aos níveis de 1990. Como se pode ver na Tabela 5 as metas ficam no intervalo de 8% de redução como, por exemplo, para a União Européia até um aumento de 10% no caso da Islândia. Considerando o crescimento econômico de alguns países após o ano de 1990 e a transição de algumas nações para a economia de mercado, o intervalo das metas se ampliou. De acordo com UNFCCC (2006b), em 2005, para os Estados Unidos alcançarem sua meta de redução precisaria reduzir aproximadamente 20% durante o período de compromisso, já que suas emissões de GEEs aumentaram 15,8% no período de 1990-2004.

Por outro lado, a Rússia poderia aumentar as emissões em 32% já que suas emissões de GEEs reduziram 32% durante o período de 1990-2004, em grande parte devido a transição de sua economia. Da mesma maneira, a Alemanha e o Reino Unido possuem “crédito” já que diminuíram suas emissões em 17,2% e 14,3%, respectivamente, durante o período de 1990-2004 devido a reunificação da Alemanha no ano de 1990, enquanto que no Reino Unido ocorreu a

---

<sup>15</sup> Os países incluídos no Anexo B do Protocolo de Quioto são os mesmos do Anexo I da Convenção do Clima com exceção da exclusão de Belarus e da Turquia.

privatização das empresas públicas de gás e eletricidade, acelerando a substituição de carvão por gás natural (UNFCCC, 2006b).

Assim, Quioto não irá restringir realmente as emissões de GEEs de todos os 38 países do Anexo B, tão pouco de todas as nações signatárias da Convenção do Clima

Tabela 5 – Compromisso de limitação quantificada de emissão (porcentagem do ano base) dos países do Anexo B

<b>Parte</b>	<b>Meta</b>	<b>Parte</b>	<b>Meta</b>
Alemanha	92	Islândia	110
Austrália	108	Itália	92
Áustria	92	Japão	94
Bélgica	92	Letônia	92
Bulgária	92	Liechtenstein	92
Canadá	94	Lituânia	92
Comunidade Européia	92	Luxemburgo	92
Croácia	95	Mônaco	92
Dinamarca	92	Noruega	101
Eslováquia	92	Nova Zelândia	100
Eslovênia	92	Países Baixos	92
Espanha	92	Polônia	94
Estados Unidos da América	93	Portugal	92
Estônia	92	Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte	92
Federação Russa	100	Republica Tcheca	92
Finlândia	92	Romênia	92
França	92	Suécia	92
Grécia	92	Suíça	92
Hungria	94	Ucrânia	100
Irlanda	92		

Fonte: Adaptado de UNFCCC (2001b)

### 3.2.1 Mecanismos de flexibilização

Os três mecanismos de flexibilização previstos para realizar a transferência de emissão de GEEs são:

*Implementação Conjunta – IC (Joint Implementation)*: permite que países do Anexo I compensem suas emissões financiando projetos de redução de emissão de GEEs em outros países industrializados (Anexo I). Desta forma, este mecanismo permite que os países que não conseguirem reduzir suas emissões internamente comprem créditos de carbono resultante de projetos em outros países do Anexo I.

Conforme o art. 6º, item 1, do Protocolo de Quioto (UNFCCC, 2001b, p. 10):

Art 6º, item 1 – A fim de cumprir os compromissos assumidos sob o artigo 3, qualquer Parte incluída no Anexo I pode transferir para ou adquirir de qualquer outra dessas Partes unidades de redução de emissões resultantes de projetos visando a redução das emissões antrópicas por fontes ou o aumento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa em qualquer setor da economia, desde que:

- (a) O projeto tenha a aprovação das Partes envolvidas;
- (b) O projeto promova uma redução das emissões por fontes ou um aumento das remoções por sumidouros que sejam adicionais aos que ocorreriam na sua ausência;
- (c) A Parte não adquira nenhuma unidade de redução de emissões se não estiver em conformidade com suas obrigações assumidas sob os Artigos 5 e 7; e
- (d) A aquisição de unidades de redução de emissões seja suplementar às ações domésticas realizadas com o fim de cumprir os compromissos previstos no Artigo 3.

*Comércio de Emissão (Emission Trading)*: Este mecanismo permite que os países do Anexo I negociem entre si suas cotas de emissões permitidas, denominadas de *assigned amount units* (AAUs), alocadas ou leiloadas pelos órgãos reguladores. Assim, os países que não atingirem as emissões permitidas domesticamente poderão negociar este excesso, vendendo para os países com dificuldades em alcançar suas metas, independentemente de realizar projetos em conjunto.

Conforme o art. 17 do Protocolo de Quioto, (UNFCCC, 2001b, p. 18):

Art. 17 - A Conferência das Partes deve definir os princípios, as modalidades, regras e diretrizes apropriadas, em particular para verificação, elaboração de relatórios e prestação de contas do comércio de emissões. As Partes incluídas no Anexo B podem participar do comércio de emissões com o objetivo de cumprir os compromissos assumidos sob o Artigo 3. Tal comércio deve ser suplementar

às ações domésticas com vistas a atender os compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos sob esse Artigo.

*Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (Clean Development Mechanism – CDM):* Reduções de emissões resultantes de projetos de desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento podem ser usadas por países desenvolvidos para atingir parte dos seus compromissos. Portanto, o MDL é um mecanismo facilitador para os países que possuem o compromisso de reduzir suas emissões. Uma vez que eles podem negociar certificados de emissões reduzidas (CERs) nos países em desenvolvimento ao invés de diminuir as emissões de GEEs em seus territórios;

Conforme o art. 12, item 2, do Protocolo de Quioto (UNFCCC, 2001b, p. 14):

Art 12, item 2 - O objetivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo deve ser assistir às Partes não incluídas no Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e assistir às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3.

Para entrar em vigor, o Protocolo de Quioto precisava ser ratificado por pelo menos 55 Partes da Convenção do Clima e as Partes do Anexo I que o ratificassem deveriam representar pelo menos 55% das emissões de dióxido de carbono emitidas em 1990. O Protocolo passou a vigorar em 16 de fevereiro de 2005 quando foram atendidos os requisitos necessários, dado que após a ratificação Russa, passou a ter a aprovação de 125 países responsáveis por 61,6% das emissões de GEEs das Partes do Anexo I. Desse modo, mesmo com a não ratificação da Austrália e dos Estados Unidos, cuja parcela das emissões de CO<sub>2</sub> em 1990 representava 2,1% e 36,1% respectivamente, o Protocolo de Quioto entrou em vigor. O ano de 2005 foi importante para o surgimento do mercado de carbono através dos mecanismos de flexibilização.

Assim, com os mecanismos de flexibilização criou-se uma forma (por meio de comércio) de internalizar os custos sociais gerados pelas emissões de GEEs. A possibilidade, gerada pelos mecanismos de flexibilização, de comercializar carbono gera incentivos para que os países e empresas com menores custos reduzam suas emissões. Como o custo de reduzir emissões varia de acordo com a fonte mitigadora, é plausível investir em fontes que apresente o menor custo de

redução de emissão de GEEs. Segundo o Banco Mundial (2004), o custo médio da tonelada de carbono evitada no ano de 1990 era de US\$ 270 na Comunidade Econômica Européia, US\$ 180 nos Estados Unidos e US\$ 580 no Japão.

### **3.3 O Protocolo de Quioto em funcionamento**

Esta seção foi elaborada com base nos trabalhos de Karan Capoor, membro do *Sustainable Development Operations* do Banco Mundial, e de Philippe Ambrosi membro do *Development Economics Research Group* do Banco Mundial. Estes pesquisadores publicam anualmente o *State And Trends of The Carbon Market*, um relatório que inclui informações sobre o mercado de carbono, volumes e preços das transações dos principais regimes de comércio entre outras informações relevantes sobre o tema.

#### **3.3.1 Estrutura do mercado de carbono**

Os mercados de carbono não estão restritos às Partes do Protocolo de Quioto. De acordo com a Tabela 6, este mercado foi estimado em US\$ 30.098 milhões em 2006, quase três vezes maior com relação ao ano de 2005 que foi de aproximadamente US\$ 10.864 milhões. O mercado foi dominado pela venda das *european union allowances* (EUAs) ao valor de US\$ 24.357 milhões sob o regime de comércio de emissão da União Européia (EU ETS). Enquanto as transações baseadas em projetos, através do mecanismo de desenvolvimento limpo e da implementação conjunta, atingiram o valor de US\$ 5.477 milhões em 2006 (CAPOOR; AMBROSI, 2007).



Tabela 6 – Mercado de Carbono, volumes e valores correspondentes aos anos de 2005-2006

	2005		2006	
	Volume (MtCO <sub>2</sub> e)	Valor (MUS\$)	Volume (MtCO <sub>2</sub> e)	Valor (MUS\$)
	<b>Licenças</b>			
EU ETS	321	7.908	1.101	24.357
New South Wales	6	59	20	225
Chicago Climate Exchange	1	3	10	38
UK ETS	0	1	Indisponível	Indisponível
Sub total	328	7.971	1.131	24.620
	<b>Transações baseadas em projetos</b>			
MDL primário	341	2.417	450	4.813
MDL secundário	10	221	25	444
IC	11	68	16	141
Outros compromissos	20	187	17	79
Sub total	382	2894	508	5.477
<b>TOTAL</b>	<b>710</b>	<b>10.864</b>	<b>1.639</b>	<b>30.098</b>

Fonte: Capoor e Ambrosi, 2007, p. 3

Capoor e Ambrosi (2007, p. 8, tradução nossa) definem transações de carbono como “contratos de compra pelo qual uma parte paga a outra em troca de uma dada quantidade de reduções de emissão de GEEs, podendo ser na forma de licenças ou créditos que podem ser utilizados pelo comprador para alcançar seus compromissos de redução de emissão de GEEs”. Ainda de acordo com Capoor e Ambrosi (2007), transações de carbono podem ser divididas em duas categorias principais:

*Transações baseadas em Licenças:* em que o comprador adquire licenças de emissões criadas e alocadas (ou leiloadas) por reguladores, sob o sistema de *cap-and-trade*<sup>16</sup>, tais como *assigned amount units* (AAUs) derivadas do Protocolo de Quioto, e *european union allowances* (EUAs) sob o regime de comércio de emissões da União Européia (EU ETS) (CAPOOR; AMBROSI, 2007).

*Transações baseadas em projetos (IC e MDL):* o comprador adquire créditos de emissões de um projeto que tenha sido verificado e cuja redução de emissões de GEEs tenha sido comprovada adicionalmente ao que ocorreria na ausência do projeto. Em conformidade com o Protocolo de

<sup>16</sup> No sistema *cap-and-trade* o total de emissões é limitado por licenças alocadas por reguladores, podendo ocorrer a comercialização entre os participantes do acordo.

Quioto, quanto ao MDL, são gerados os certificados de emissões reduzidas (CERs), já quanto a IC são gerados as unidades de emissões reduzidas (ERUs) (CAPOOR; AMBROSI, 2007).

Os créditos baseados em projetos (MDL e IC) possuem uma função importante no mercado de carbono. Alguns regimes de comércio de emissão que estão em vigor permitem a utilização dos créditos baseados em projetos para que estes sejam empregados no cumprimento das metas dos países do Anexo B, adicionalmente às licenças de emissão de GEEs alocadas pelos reguladores. Em outras palavras, os créditos de emissão de GEEs devidamente certificados provenientes da IC (ERUs) e do MDL (CERs) poderão ser utilizados para os países atingirem suas obrigações referentes ao Protocolo de Quioto.

Uma vez emitidos pelo Comitê Executivo do MDL os créditos baseados em projetos são exatamente iguais às licenças com relação ao cumprimento das metas. A diferença fundamental é que os créditos baseados em projetos são ativos que precisam ser “criados” através de um processo que possui certos riscos (risco de não obtenção do registro do Comitê Executivo do MDL, risco de não aprovação da metodologia de linha de base e risco de não performance do projeto de MDL). Tais riscos são tratados no contrato que definem sua alocação entre as partes. Juntamente com outros fatores os riscos refletem o valor da transação (CAPOOR; AMBROSI, 2007).

### **3.3.1.1 Mercado baseado em licenças**

Apesar do Protocolo de Quioto ter início apenas em 2008, alguns regimes de comércio de emissão tanto doméstico quanto regional estão se formando. Como mostrado adiante, as diferenças não estão apenas nos valores e volumes transacionados, mas também nas características específicas, nos estágios de implementação e nos propósitos de cada mercado individualmente. Alguns regimes de comércio são compulsórios, enquanto outros são voluntários. Alguns abrangem apenas fontes de emissões diretas, enquanto outros incluem, por exemplo, varejistas de energia ou usuários. As penalidades para o não cumprimento das metas também

variam entre os diferentes regimes. Além disso, existem diferenças quanto aos períodos de duração dos regimes.

Pela Tabela 6 pode-se observar que o regime de comércio de emissão da União Européia (EU ETS) é o maior mercado de carbono em valor e volume de transações. Em 2006 foram transacionados 1.101 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente ( $\text{MtCO}_2\text{e}$ ) com um valor financeiro de US\$ 24.357 milhões. Enquanto que o segundo maior regime de comércio, *New South Wales* (NSW), apresenta um volume de negociação de 20 milhões de toneladas de  $\text{CO}_2\text{e}$ , contabilizando US\$ 225 milhões. Apesar do volume negociado nos principais mercados de licenças ter alcançado 1.131  $\text{MtCO}_2\text{e}$  no ano de 2006, este volume corresponde apenas às emissões da Alemanha no ano de 2000 (1.009  $\text{MtCO}_2\text{e}$ ), isto é, somente 3% das emissões globais dos GEEs em 2000, como exposto na Tabela 1.

#### **3.3.1.1.1 Regimes de comércio de emissão de GEEs**

Os principais regimes de comércio de emissão de GEEs em atividade são:

*Regime de Comércio de Emissões da União Européia (EU ETS)*<sup>17</sup>: O EU ETS é o primeiro regime de comércio de emissão internacional, possuindo como objetivo auxiliar os Estados membros da União Européia (UE) a cumprirem os seus compromissos com relação ao Protocolo de Quioto. A primeira fase do regime teve início em janeiro de 2005 e se encerrará em dezembro de 2007. O EU ETS regula as emissões de GEEs oriundas de instalações intensivas em energia, representando aproximadamente 40% das emissões da UE (STERN, 2006). As emissões foram limitadas em 6.600  $\text{MtCO}_2\text{e}$  durante os cinco anos da primeira fase, o equivalente a 1.320  $\text{MtCO}_2\text{e}$  por ano, o que corresponde às emissões Japonesas (1.317  $\text{MtCO}_2\text{e}$ ) no ano de 2000, isto equivale a 3,9% das emissões globais de GEEs em 2000. A segunda fase terá o mesmo período do Protocolo de Quioto (2008-2012).

---

<sup>17</sup> Informações mais detalhada do regime em: <<http://ec.europa.eu/environment/climat/emission.htm>>

Para concretizar este objetivo foram criados os planos nacionais de atribuição (PNAs) que determinam a quantidade total de licenças de emissão de CO<sub>2</sub>e que os Estados membros concedem às suas empresas. Tais licenças poderão ser vendidas ou compradas entre as empresas. Pretende-se, desta forma, que os Estados membros limitem as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes dos setores energético e industrial através da atribuição de licenças, criando assim uma situação de escassez que permitirá o desenvolvimento do mercado e a redução efetiva das emissões.

De acordo com a Tabela 6, no EU ETS foram negociados 321 MtCO<sub>2</sub>e, contabilizando um valor de US\$ 7.908 milhões em 2005, enquanto que em 2006 foram negociados 1.101 de MtCO<sub>2</sub>e com um valor estimado de US\$ 24.357 milhões, isto significa um aumento de mais de 3 vezes no valor negociado.

De acordo com o Gráfico 4, o preço da *european union allowance* (EUA) referentes à primeira fase (EUA-I), denominado por dez/07 no Gráfico, passou por uma queda entre abril e início de maio de 2006, após a divulgação das emissões verificadas em abril do mesmo ano (dados de emissão para aproximadamente 93% das instalações cobertas pelo regime). O preço da EUA-I teve uma queda de €30 para €10 no período de 5 dias úteis. Os preços mostraram bastante volatilidade neste período com significativo volume transacionado (CAPOOR; AMBROSI, 2007).

No final de 2006 e no início de 2007, a fase I do EU ETS teve uma queda ainda maior para níveis abaixo de €1 (Gráfico 4). A impossibilidade de transportar as licenças não utilizadas na fase-I para a fase-II contribuiu para fazer com que as EUAs-I perdessem muito seu valor. Desta forma, segundo Capoor e Ambrosi (2007) os participantes do mercado informaram que estavam utilizando as EUA-I para o cumprimento de suas metas para a fase-I e poupando os créditos baseados em projetos para a fase-II.

Como podemos ver no Gráfico 4, o preço da *european union allowance* referentes à segunda fase de cumprimento (EUA-II), denominado por dez/08 no Gráfico, também passou por uma queda importante entre abril e início de maio de 2006. No entanto, o preço da EUA-II se recuperou no início de 2007 e atingiu um valor superior a €20 em setembro de 2007.

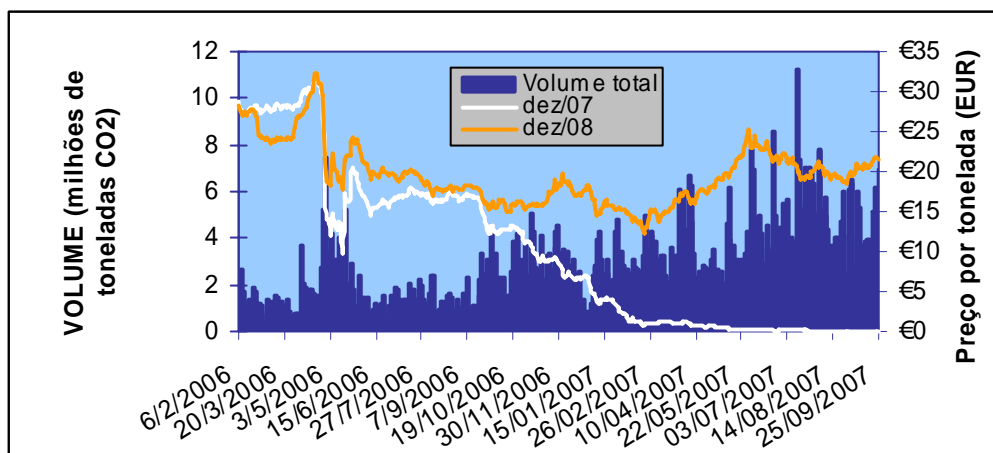


Gráfico 4 - Mercado à vista, dez/07 e dez/08 de EUAs (preços diários de fechamento) de 06/02/2006 até 25/09/2007

Fonte: Dados disponíveis em: <<http://www.europeanclimateexchange.com>>

*Regime de Comércio de Emissão da Noruega (Norway ETS):* O primeiro período de comprometimento foi introduzido em 1º de janeiro de 2005 e se encerrará em 31 de dezembro de 2007. O regime norueguês abrange emissões de CO<sub>2</sub> de 51 instalações produtoras de energia e da indústria de processamento (refino de óleo mineral e da produção e processamento de ferro e aço). Estes setores produziram 5,5 MtCO<sub>2</sub> anualmente, em média, entre os anos de 1998 e 2001, representando de 10 a 15% das emissões norueguesas. Em março de 2005 o governo aprovou um plano para alocação de 20,5 MtCO<sub>2</sub> de licenças para as instalações abrangidas pelo regime (IEA, 2005)

Similar em algumas características ao EU ETS, o regime norueguês reconhece os mecanismos de Quioto (mecanismos de flexibilização) e penaliza o não cumprimento das metas em 40 euros por tonelada de carbono. O governo norueguês estima que o regime reduza entre 500.000 e 1.000.000 de toneladas de carbono anualmente. Segundo o IEA (2005) estes números representam menos de 10% da meta da Noruega com relação ao Protocolo de Quioto (IEA, 2005).

*Regime de Abatimento de GEE New South Wales (NSW GGAS)<sup>18</sup> - Austrália:* O NSW GGAS possui como objetivo reduzir as emissões de GEE *per capita* de 8,65 tCO<sub>2</sub>e em 2003 para 7,27 tCO<sub>2</sub>e entre os anos de 2007 a 2012. Esta meta é restrita ao setor elétrico do estado de *New South*

<sup>18</sup> Informações mais detalhadas do regime em: <<http://www.greenhousegas.nsw.gov.au>>.

*Wales*. O regime impõe *benchmarks* compulsórios para a redução de emissão de GEEs aos distribuidores, produtores e para os maiores consumidores de energia (IEA, 2005).

Os participantes podem alcançar seus compromissos através da compra de certificados (*NSW greenhouse abatement certificates, NGACs*). Os projetos podem ser em geração de energia, eficiência energética, ou seqüestro de carbono proveniente de reflorestamento. Os projetos são submetidos a uma auditoria e os vendedores são responsáveis pela validade dos certificados de abatimento. A penalidade para não cumprimento é de 11 dólares australianos por tonelada de dióxido de carbono equivalente (AU\$ 11/ tCO<sub>2</sub>e).

Segundo Capoor e Ambrosi (2006, 2007), em 2004 foram negociados 5 milhões de toneladas de carbono equivalente (MtCO<sub>2</sub>e), enquanto que em 2005 foram comercializados 6 MtCO<sub>2</sub>e, contabilizando um valor estimado de US\$ 59 milhões. Em 2006 foram transacionados 20 MtCO<sub>2</sub>e no valor de US\$ 225 milhões. O mercado apresentou um aumento de 3,3 vezes com relação ao volume transacionado em 2005 e aproximadamente 3,8 vezes com relação ao valor. Os preços estão no intervalo de 11-15 dólares australianos (AU\$) (US\$ 8,14-11,10), próximos à multa por ultrapassar as metas de AU\$ 11 (AU\$ 15 incluindo os impostos) (CAPOOR; AMBROSI, 2006, 2007).

*Regime de Comércio de Emissão do Reino Unido (UK ETS)*<sup>19</sup>: O UK ETS é o primeiro regime de comércio de emissões em âmbito nacional, tendo entrado em operação em abril de 2002. A participação era voluntária e combinada com incentivo (redução de 80% no imposto sobre o consumo de energia comercial e industrial), penalidade (retenção do desconto sobre o imposto e diminuição das licenças) e flexibilidade (através do comércio de licenças). Apenas os créditos domésticos podiam ser negociados no UK ETS. As companhias com as metas utilizam o UK ETS tanto para comprar como para vender as licenças. (IEA, 2005)

O cronograma do regime era reduzir as emissões aproximadamente 12 MtCO<sub>2</sub>e dos participantes diretos durante o regime (2002-2006). As instalações participantes do UK ETS se juntaram ao EU ETS a partir de 1º de janeiro de 2007. No início de 2007 os preços ficaram em torno de US\$

<sup>19</sup> Informações mais detalhadas do regime em: <<http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/trading/UK/index.htm>>

4,70. A maior parte desta transação ocorreu entre dezembro de 2006 e fevereiro de 2007 para que os compromissos fossem cumpridos até o prazo final de março de 2007 (CAPOOR; AMBROSI, 2006, 2007).

*Bolsa do Clima de Chicago (CCX)*<sup>20</sup>: Os membros da Bolsa do Clima de Chicago (CCX) possuem um compromisso voluntário, porém legalmente obrigatório para reduzir as emissões de GEEs. No final da fase I (dezembro de 2006), todos os membros reduziram suas emissões diretas em 4% abaixo da *linha de base*<sup>21</sup> do período de 1998-2001. A Fase II, que estende o programa de redução até 2010, requererá que todos os membros reduzam as emissões de GEEs em 6% abaixo da *linha de base*. Entre os membros estão companhias do mundo inteiro, municípios e estados dos Estados Unidos e universidades.

A CCX tem mostrado interesse em expandir suas atividades para outros regimes e outras regiões. Por enquanto, mais de 11 MtCO<sub>2</sub>e de créditos baseados em projetos foram emitidos na CCX, a sua grande maioria originou-se na América do Norte (Estados Unidos: 34%, Canadá: 18%). Na CCX estão inclusos os seis diferentes GEEs. Os projetos incluem seqüestro de carbono em florestas e na agricultura, mudança de combustíveis, destruição de metano e energia renovável. Caso as metas não sejam alcançadas, as empresas terão que adquirir certificados de carbono no mercado (IEA, 2005).

De acordo com Capoor e Ambrosi (2007), a CCX transacionou 10 MtCO<sub>2</sub>e de licenças em 2006, dez vezes mais do que em 2005, ao valor de US\$ 38 milhões, treze vezes mais do que no ano de 2005. A Tabela 7 apresenta os preços negociados nesse regime entre abril de 2006 e agosto de 2007, para volumes com vigência em 2007 e 2008. Conforme a Tabela 7, podemos ver que o preço de fechamento da tonelada de carbono na CCX se elevou no início de 2006, alcançando o preço de US\$ 4,55 em julho, antes de declinar para aproximadamente US\$ 3,05 em agosto de 2007. O volume negociado oscilou bastante neste período, alcançando o pico de 1.378,7 tCO<sub>2</sub> em fevereiro de 2007, enquanto que em agosto de 2007 foram negociados 148,4 tCO<sub>2</sub>.

<sup>20</sup> Informações mais detalhadas do regime em: <<http://www.chicagoclimateexchange.com>>

<sup>21</sup> Linha de base (baseline): “Um certo nível de emissão utilizado como parâmetro. As linhas de base são utilizadas como comparativo entre, as emissões que ocorreriam sem a intervenção de qualquer política e a instalação de alguma política climática” (CEPEA, 2004, p. 31).

Tabela 7 – Preços de fechamento e volume negociado, Bolsa do Clima de Chicago (para entrega em 2007 e 2008)

Mês	Preço fechamento (US\$/tCO <sub>2</sub> )		Volume (tCO <sub>2</sub> )	
	2007	2008	2007	2008
abr/06	3,65	3,65	164,8	107,2
mai/06	3,90	3,90	590,7	637,5
jun/06	4,55	4,55	365,5	280,5
jul/06	4,45	4,45	13,5	10,6
ago/06	4,00	4,05	131,5	112,8
set/06	4,00	4,00	4,3	17,5
out/06	4,25	4,25	123,4	203,9
nov/06	4,10	4,10	83,6	81,6
dez/06	3,75	3,75	43,7	69,5
jan/07	3,30	3,30	87,5	44,3
fev/07	4,05	4,00	1.024,7	354,0
mar/07	3,35	3,35	190,0	358,0
abr/07	3,70	3,70	61,5	36,0
mai/07	3,45	3,50	131,6	85,5
jun/07	3,30	3,30	68,1	53,5
jul/07	3,75	3,75	136,0	174,0
ago/07	3,05	3,05	84,0	64,4
Média aritmética simples	3,800	3,803	194,376	158,282
Desvio-padrão	0,422	0,420	256,668	165,494

Fonte: elaborado pelo autor, a partir de Chicago Climate Exchange

### 3.3.1.2 Mercado baseado em projetos

Segundo Capoor e Ambrosi (2007), o volume total de redução de emissão de GEEs provenientes de transações baseadas em projetos aumentou de 382 MtCO<sub>2</sub>e em 2005 para 508 MtCO<sub>2</sub>e em 2006 (Tabela 6). A maior parte das transações baseadas em projetos ocorreu em mercados onde há compromissos de redução de emissões, como os regimes em conformidade com Quioto (por exemplo, EU ETS) ou regimes que possuem obrigações legais de redução de emissão de GEEs,



por exemplo, NSW. De acordo com Capoor e Ambrosi, desde 2002, aproximadamente 920 MtCO<sub>2</sub>e provenientes de projetos de MDL foram transacionadas (CAPOOR; AMBROSI, 2007).

No entanto, recorrendo a Tabela 1, o volume de todas as transações de créditos baseados em projetos desde 2002 é apenas 69 MtCO<sub>2</sub>e superior às emissões brasileiras no ano de 2000 (851 MtCO<sub>2</sub>e), excetuando as emissões provenientes do LUCF, isto equivale a 2,5% das emissões globais de GEEs em 2000.

O preço dos créditos baseados em projetos é apenas um entre muitos fatores do contrato de compra de carbono. Como não há um contrato padrão, a comparação de preço entre as transações é complexa. Por exemplo, um contrato que possui um alto valor de pagamento antecipado terá um preço nominal da tCO<sub>2</sub>e menor do que outro contrato cujo pagamento será feito apenas na distribuição, onde o vendedor deve ficar mais exposto aos riscos do projeto. Um segundo fator limitante é que os preços de negociações muitas vezes não estão disponíveis publicamente. Especificamente no estudo de Capoor e Ambrosi (2007), a informação do preço foi obtida em pouco mais de 60% das transações (CAPOOR; AMBROSI, 2007).

Como visto acima, as emissões reduzidas em conformidade com o Protocolo de Quioto são separadas de acordo com o mecanismo de flexibilização. Por meio do MDL as transações são divididas em dois grupos: no primeiro o vendedor assume o *carbon regulatory risk* (risco resultante da capacidade de regulação e das práticas dos países hospedeiros dos projetos), estas são as transações de projetos registrados no conselho executivo do MDL (CERs), enquanto no segundo os riscos são assumidos pelo comprador, estas são as pré-CERs. No segundo caso as reduções são validadas no conselho executivo, porém ainda não são registradas. Com relação a implementação conjunta as transações são feitas por meio das ERUs (unidades de emissões reduzidas) (CAPOOR; AMBROSI, 2007).

Os preços das transações baseadas em projetos em 2006 tiveram um aumento significativo com relação aos preços praticados em 2005 em todos os segmentos, como pode ser visto no Gráfico 5. O preço médio ponderado para o contrato primário de CERs de 2006 foi de US\$ 10,90 (diante de US\$ 7,15 em 2005), representando um aumento de mais de 52% (Gráfico 5). No entanto, o preço

médio oculta a amplitude da variação dos preços dos contratos. Devido a heterogeneidade de projetos estabelecidos e dos termos contratuais o intervalo dos preços das transações baseadas em projetos em um dado ponto do tempo é muito grande. O menor preço pago por um contrato primário de CER em 2006 foi de US\$ 6,80, enquanto que o menor preço pago em 2005 foi de US\$ 2,50. De acordo com o Gráfico 5, o preço dos CERs alcançam na média valores superiores aos preços dos pré-CERs, este fato mostra a importância da alocação do risco para os preços das transações baseadas em projetos (CAPOOR; AMBROSI, 2007).

Os preços que as ERUs foram negociadas em 2006 aumentaram para uma média de US\$ 8,70, representando um aumento de 45% com relação a 2005. Os preços das ERUs foram negociados no intervalo de US\$ 6,60-US\$ 12,40 o qual é inferior aos intervalos dos contratos primários dos CERs (US\$ 6,80-US\$ 24,75) e dos contratos secundários dos CERs (US\$ 10,75-US\$ 27,00) O preço médio de negociação dos pré-CERs também alcançaram um aumento significativo com relação ao nível de 2005 (+58%), no entanto os pré-CERs continuam possuindo um desconto com relação aos CERs e este desconto ampliou em 2006 com relação a 2005 (CAPOOR; AMBROSI, 2007).

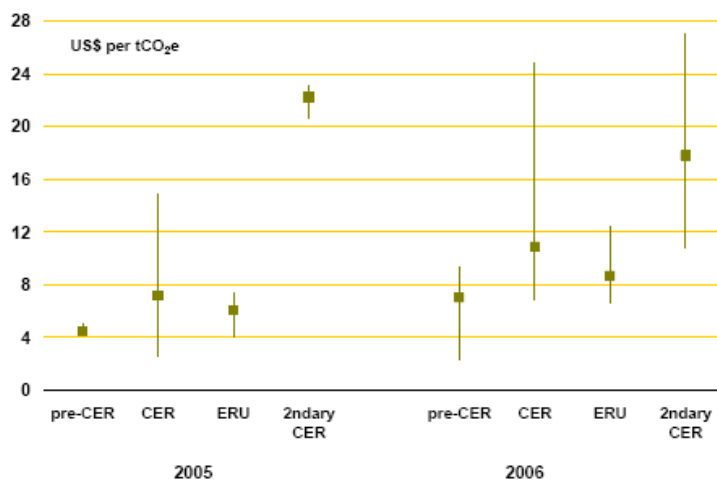


Gráfico 5 - Preços observados para transações baseadas em projetos em 2005 e 2006 (até 30 de setembro)  
Fonte: Capoor e Ambrosi, 2007 p. 31.

### **3.3.2 Considerações finais**

A despeito do que foi construído, pode-se concluir que os países participantes de reduções de emissão de GEEs estão limitados a um pequeno número, englobando apenas setores específicos da economia. Desta forma, somente uma pequena parcela das emissões globais de GEEs estão abrangidas pelos diferentes regimes de comércio de emissão limitados por determinadas fontes emissoras como, por exemplo, o setor elétrico.

Do mesmo modo, também foi constatado que não há convergência de preço da tonelada de carbono equivalente nos diferentes regimes de comércio de emissão de GEEs em vigor no mundo. Com a limitação das fontes emissoras de GEEs e a presença de divergência do preço da tonelada de carbono equivalente, o critério de minimização dos custos, em que o Protocolo de Quioto é fundamentado, não está sendo satisfeito, desta forma a redução das emissões de GEEs não está ocorrendo ao menor custo, causando ineficiência na internalização dos custos sociais.

## 4. CRÍTICAS AO PROTOCOLO DE QUIOTO

### 4.1 Rigor nas metas

Uma crítica importante ao Protocolo de Quioto está relacionada com sua duração e o rigor das metas de limitação das emissões dos GEEs. Stavins (2005, p.12) tem criticado que o Protocolo é “*too little, too fast*”, gerando custos excessivos nas reduções das emissões de GEEs de curto prazo, sem determinar a trajetória das emissões no longo prazo, já que no longo prazo há maior flexibilidade para que as reduções ocorram. Em 1997 foram estabelecidos compromissos para as emissões de GEEs para o período de 2008-2012, isto é, havia quinze anos para que as medidas fossem tomadas. Entretanto, como apresentado na seção 3.1, o Protocolo finalizou as regras para o uso dos mecanismos de flexibilização apenas em 2001 durante a COP-7.

Os impactos da mudança climática implicam a deterioração de ativos como, por exemplo, inundações de áreas costeiras, aumento das doenças causadas por vetores (por exemplo, dengue e malária), danos causados por eventos climáticos extremos, entre outros. No entanto, os diversos impactos são medidos em diferentes unidades. A inundação das áreas costeiras é medida em quilômetros, enquanto o aumento em doenças é medido em mortalidade e no aumento dos recursos destinados à saúde. Evidentemente, os impactos individuais são importantes, mas para se fazer uma análise ampla deve-se levar em consideração os impactos agregados. Para tanto, os diversos impactos individuais devem estar na mesma unidade de medida. Desta forma, é necessário designar valores aos impactos. Estes valores são denominados danos.

O cálculo dos danos requer um entendimento dos efeitos esperados da mudança climática nos sistemas econômicos e ecológicos. Como apresentado na seção 1.3, as regiões tropicais serão fortemente prejudicadas, os agricultores serão obrigados a mudar a plantação de suas terras. No entanto, a adaptação, especialmente pelos sistemas econômicos, provavelmente reduzirá os impactos da mudança climática, já que ocorrerão evoluções tecnológicas com o objetivo de minimizar estes danos. A biotecnologia poderá desenvolver novas variedades de sementes que

terão maior produtividade no novo clima. Da mesma forma, novas vacinas poderão evitar que doenças causadas por vetores se estabeleçam em novas regiões do planeta. Por outro lado, os sistemas ecológicos são geralmente mais lentos no processo de ajustamento do que os sistemas econômicos e, desta forma, serão mais vulneráveis ao aquecimento global. Evidentemente que a velocidade com que as mudanças climáticas ocorrerão é importante para a adaptação tanto dos sistemas econômicos como dos sistemas ecológicos.

Um ponto essencial da mudança climática é que ela beneficiará alguns setores de algumas economias em determinadas regiões do planeta, pelo menos no médio prazo. Como exposto na seção 1.3, em latitudes médias ou elevadas, o rendimento das culturas poderá aumentar como resultado de modestos aumentos de temperatura (entre 2 e 3°C). Estes ganhos ocorrerão, por exemplo, na Rússia, Canadá e norte dos Estados Unidos. No entanto haverá perdas em países tropicais como Brasil, Índia, e no continente Africano.

O aumento da concentração dos GEEs vem ocorrendo por mais de dois séculos e desta forma não será possível retornar a concentração aos níveis pré-industriais no curto prazo. Conseqüentemente, algumas mudanças climáticas ocorrerão independentemente das medidas que serão tomadas para combater as emissões de GEEs. No entanto, as ações que forem tomadas nas próximas décadas terão efeitos significativos no futuro, isto é, se houver redução das emissões nos próximos anos os efeitos negativos serão minimizados, mas caso não haja redução expressiva ou caso haja aumento das emissões os efeitos negativos para todo o planeta serão intensificados.

#### **4.1.1 O custo do Protocolo de Quioto**

Nordhaus e Boyer (2000) utilizam o modelo RICE<sup>22</sup> para fazer uma análise dos custos e dos benefícios do Protocolo de Quioto. O modelo RICE (*Regional Integrated model of Climate and the Economy*) é um modelo integrado que analisa os principais *tradeoffs* envolvidos com o aquecimento global. No modelo RICE, o mundo é composto por regiões, entre elas: Estados

---

<sup>22</sup> Uma descrição detalhada do modelo RICE pode ser encontrada em William Nordhaus e Joseph Boyer, *Warming the World: Economic Models of Global Warming*, MIT Press, 2000.

Unidos (USA); Europa Ocidental (*Europe*); “outros países de renda elevada” incluindo Japão e Canadá (OHI); Europa Oriental e os países da antiga União Soviética (EE).

O Gráfico 6 apresenta as estimativas do impacto econômico líquido do Protocolo de Quioto estimada pelo modelo RICE para as diferentes regiões. O eixo vertical apresenta o impacto econômico líquido (em trilhões de dólares) do Protocolo de Quioto, enquanto no eixo horizontal estão expostas as diferentes regiões do mundo. Nordhaus e Boyer (2000) definem custos como custos de produção (medidos negativamente), e benefícios como benefícios ambientais da redução das mudanças climáticas. Os benefícios líquidos são a diferença entre os custos e os benefícios. O cenário de comparação do Gráfico 6 é relativo ao cenário de inação, *BAU*.

Como se pode ver no Gráfico 6, a Europa Oriental e os países da antiga União Soviética (EE) possuem impacto econômico líquido positivo pelo fato de terem recebido metas generosas para emissões de GEEs. Isto porque suas economias passaram por transição na década de 1990 e, conseqüentemente, as emissões de GEEs reduziram consideravelmente. De acordo com o Gráfico 6, apenas as regiões EE e ROW possuem benefícios líquidos positivos.

Por outro lado, as estimativas indicam que “outros países de renda elevada” incluindo Japão e Canadá (OHI) e a Europa Ocidental possuem benefícios líquidos negativos de aproximadamente um trilhão de dólares. Os Estados Unidos não só arcam com a maior fração dos custos de implementação de Quioto, mas também apresentam benefícios líquidos negativos mesmo, incluindo os benefícios ambientais. De acordo com o Gráfico 6, o benefício líquido do Protocolo de Quioto para os Estados Unidos ultrapassam -5 trilhões de dólares.

Conseqüentemente, o mundo como um todo apresenta custos elevados para a implementação do Protocolo de Quioto e mesmo contabilizando os benefícios líquidos positivos das regiões EE e ROW os benefícios líquidos são fortemente negativos para o mundo.

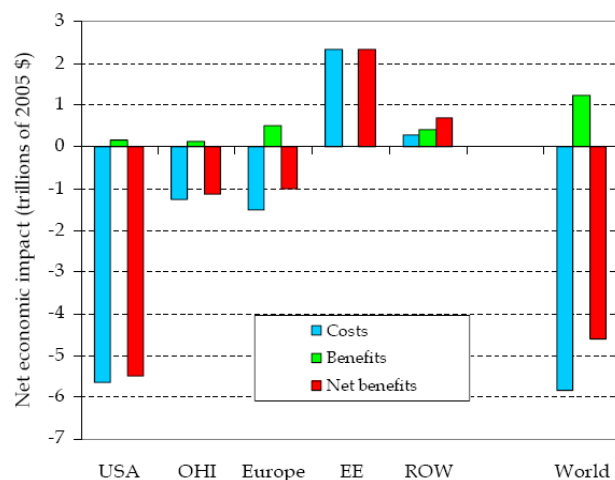


Gráfico 6 – Custos e benefícios do Protocolo de Quioto  
 Fonte: Nordhaus, 2005, p. 25

O Gráfico 7 apresenta como os custos de abatimento de emissão de GEEs são radicalmente alterados com a retirada dos Estados Unidos do Protocolo de Quioto. Os Estados Unidos que quase atingem um custo de abatimento de 6 trilhões de dólares passam a ter um custo negativo. Para as regiões OHI e *Europe* os custos de abatimento também declinam. Por outro lado, para as regiões EE e ROW os custos de abatimento negativos diminuem. Quando analisamos os custos de abatimento para o mundo como um todo com ou sem a participação dos Estados Unidos, vemos que mesmo com a saída dos Estados Unidos os custos de abatimento são positivos para que o Protocolo seja satisfeito, no entanto estes custos declinam fortemente com a retirada dos Estados Unidos.

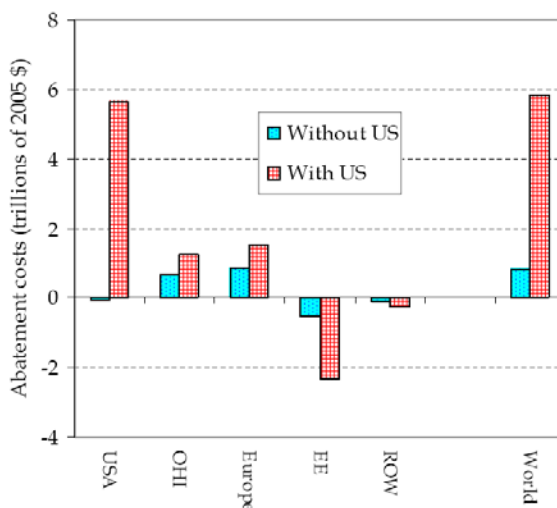


Gráfico 7 – Custos de abatimento do Protocolo de Quioto com/sem a participação dos Estados Unidos.  
 Fonte: Nordhaus, 2005, p. 26.

## 4.2 Participação parcial

A ciência manifesta a necessidade de uma abordagem crível para o aquecimento global, mas, como será apresentado na seção 4.2.1, o Protocolo de Quioto parece incapaz de induzir significativo comprometimento dos países para que o objetivo da Convenção do Clima seja alcançado.

### 4.2.1 As emissões de GEEs

Esta seção possui o objetivo de situar o leitor com relação a trajetória das emissões de GEEs desde 1990 até 2004 e com relação às previsões para as emissões futuras dos principais países emissores.



#### 4.2.1.1 A trajetória das emissões de GEEs

Todos os anos as Partes do Anexo I submetem os dados de suas emissões para a Convenção do Clima, que os divulga em um relatório anual. O relatório de 2006 (UNFCCC, 2006b) apresenta os dados das emissões de GEEs atualizados até 2004, tanto para as Partes do Anexo B do Protocolo de Quioto como para as Partes do Anexo I da Convenção do Clima. Nesta seção serão apresentados os principais tópicos do relatório de 2006 com o objetivo de apresentar a tendência das emissões de GEEs dos países do Anexo I e dos países que possuem metas de redução das emissões com o Protocolo de Quioto. Os dados estão sintetizados na Tabela 8.

Como podemos notar na Tabela 8, as emissões de GEEs apresentaram uma redução de 3,3% nos países do Anexo I da Convenção do Clima no período de 1990-2004, contabilizando um abatimento de 18,6 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente em 1990 para 17,9 bilhões de toneladas em 2004. No entanto, estes números encobrem algumas disparidades nacionais. As emissões na União Européia declinaram ligeiramente neste período (-0,6%), devido reduções significativas de GEEs no Reino Unido (-14,3%) e na Alemanha (-17,2%). Os outros países cujas emissões declinaram foram das economias em transição. Em contraste, os aumento das emissões de GEEs foi significativo na Austrália (25,1%), Canadá (26,6%), Espanha (49%), Estados Unidos (15,8%), Grécia (26,6%), Irlanda (23,1%), Nova Zelândia (21,3%), Portugal (41%) e Turquia (72,6%). Considerando todos os países do Anexo I, as emissões de GEEs reduziram em 22 Partes e se elevaram em 19 Partes no período de 1990 a 2004.

Tabela 8 – Variação das emissões de GEEs (1990-2004) para as Partes do Anexo I e Anexo B

Parte	Total das emissões de GEEs excluindo LUCF (MtCO <sub>2</sub> e)			Variação nas emissões (%)		Meta de redução de emissão sob o Protocolo de Quioto (%) (a), (b)
	1990	2000	2004	1990-2004	2000-2004	
Austrália	423,1	504,2	529,2	25,1	5,0	(c)
Áustria	78,9	81,3	91,3	15,7	12,4	-8 (-13)
Belarus	127,4	69,8	74,4	-41,6	6,6	não possui meta
Bélgica	145,8	147,4	147,9	1,4	0,3	-8 (-7,5)
Bulgária	132,3	64,3	67,5	-49,0	5,1	-8
Canadá	598,9	725,0	758,1	26,6	4,6	-6
Croácia	31,1	25,3	29,4	-5,4	16,5	(c)
República Tcheca	196,2	149,2	147,1	-25,0	-1,4	-8
Dinamarca	70,4	69,6	69,6	-1,1	0,1	-8 (-21)
Estônia	43,5	19,7	21,3	-51,0	8,4	-8
Comunidade Européia	4252,5	4129,3	4228,0	-0,6	2,4	-8
Finlândia	71,1	70,0	81,4	14,5	16,4	-8 (0)
França	567,1	561,4	562,6	-0,8	0,2	-8 (0)
Alemanha	1226,3	1022,8	1015,3	-17,2	-0,7	-8 (-21)
Grécia	108,7	131,8	137,6	26,6	4,5	-8 (+25)
Hungria	123,1	81,9	83,9	-31,8	2,5	-6
Islândia	3,28	3,54	3,11	-5,0	-12,2	+10
Irlanda	55,6	68,7	68,5	23,1	-0,4	-8 (+13)
Itália	519,6	554,6	582,5	12,1	5,0	-8 (-6,5)
Japão	1272,1	1345,5	1355,2	6,5	0,7	-6
Letônia	25,9	9,9	10,7	-58,5	8,2	-8
Liechtenstein	0,229	0,256	0,271	18,5	6,0	-8
Lituânia	50,9	20,8	20,2	-60,4	-3,1	-8
Luxemburgo	12,7	9,7	12,7	0,3	31,3	-8 (-28)
Mônaco	0,108	0,117	0,104	-3,1	-11,0	-8
Países Baixos	213,0	214,4	218,1	2,4	1,7	-8 (-6)
Nova Zelândia	61,9	70,3	75,1	21,3	6,8	0
Noruega	49,8	53,5	54,9	10,3	2,7	+1
Polônia	564,4	386,2	388,1	-31,2	0,5	-6
Portugal	60,0	82,2	84,5	41,0	2,9	-8 (+27)
Romênia	262,3	131,8	154,6	-41,0	17,3	-8
Rússia	2974,9	1944,8	2024,2	-32,0	4,1	0
Eslováquia	73,4	49,4	51,0	-30,4	3,3	-8
Eslovênia	20,2	18,8	20,1	-0,8	6,6	-8
Espanha	287,2	384,2	427,9	49,0	11,4	-8 (+15)
Suécia	72,4	68,4	69,9	-3,5	2,1	-8 (+4)
Suíça	52,8	51,7	53,0	0,4	2,6	-8
Turquia	170,2	278,9	293,8	72,6	5,3	(c)
Ucrânia	925,4	395,1	413,4	-55,3	4,6	0
Reino Unido	776,1	672,2	665,3	-14,3	-1,0	-8 (-12,5)
Estados Unidos	6103,3	6975,9	7067,6	15,8	1,3	(c)
Partes EIT Anexo I	5551,0	3366,9	3506,0	-36,8	4,1	-
Parte não-EIT Anexo I	13000,5	14147,7	14425,6	11,0	2,0	-
Partes Anexo I	18551,5	17514,6	17931,6	-3,3	2,4	-
Partes Anexo B	11823,8	9730,3	10011,5	-15,3	2,9	-5

Fonte: UNFCCC, 2006b, p.8

Nota: (a) As metas de redução de emissão do acordo da União Européia (“bolha”) estão entre parêntesis; (b) Metas de redução de emissão para o Protocolo de Quioto; (c) Partes da Convenção do Clima, mas não Partes do Protocolo de Quioto

Quando consideramos apenas as Partes do Anexo I com economias em transição (Partes EITs<sup>23</sup>) as emissões de GEEs atingem uma redução significativa de 36,8% (de 5,6 para 3,5 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente) no período de 1990 a 2004. De acordo com a Tabela 8 podemos observar que em todas as Partes EITs, exceto na Eslovênia, as emissões ficaram muito abaixo das metas do Protocolo de Quioto. Como discutido anteriormente, esta redução substancial deve-se a transição de suas economias para economia de mercado.

No entanto, quando examinamos apenas as Partes não-EIT do Anexo I<sup>24</sup> o cenário muda drasticamente. As emissões de GEEs aumentaram 11% (de 13,0 para 14,4 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente) no período de 1990 a 2004. Dentre estas nações, algumas estão perto de suas metas, entre elas França, Alemanha, Grécia, Islândia, Países Baixos, Suécia e o Reino Unido, ao passo que outras como Austrália, Áustria, Canadá, Itália e Estados Unidos requerem reduções substanciais.

Contudo, quando consideramos apenas o intervalo de 2000-2004, houve um aumento nas emissões de GEEs tanto das Partes EIT como das Partes não-EIT. No caso das Partes EITs o quadro mudou consideravelmente quando comparado com o período de 1990-2004, pois as emissões aumentaram 4%, enquanto nas Partes não-EIT houve uma redução na taxa de elevação das emissões de 11% (1990-2004) para 2% (2000-2004).

A partir de 2000 a redução das emissões ocorreu em apenas 7 nações: Republica Tcheca (-1,4%), Alemanha (-0,7%), Islândia (-12,2%), Irlanda (-0,4%), Lituânia (-3,1%), Mônaco (-11%) e Reino Unido (-1,0%). Desta forma, das Partes EITs apenas a Republica Tcheca e Lituânia permaneceram na trajetória de redução das emissões de GEEs.

As Partes do Anexo B obtiveram um abatimento de -15,3% nas emissões de GEEs no período de 1990-2004, enquanto a redução no período de 1990-2000 foi de -17,7%, isto significa que a

---

<sup>23</sup> As Partes EITs do Anexo I da Convenção do Clima são: Belarus, Bulgária, Croácia, República Tcheca, Estônia, Hungria, Letônia, Lituânia, Polônia, Romênia, Rússia, Eslovênia, Eslováquia e Ucrânia.

<sup>24</sup> As Partes não-EIT do Anexo I da Convenção do Clima são: Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, União Européia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Islândia, Irlanda, Itália, Japão, Liechtenstein, Luxemburgo, Mônaco, Países Baixos, Nova Zelândia, Noruega, Portugal, Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Reino Unido, e Estados Unidos.

trajetória das emissões de GEEs no período de 2000-2004 dos países que possuem metas sob o Protocolo de Quioto é de diminuição no ritmo da redução das emissões de GEEs .

Para as Partes não-EIT do Anexo B as emissões de GEEs aumentaram 3,7% no período de 1990-2004, enquanto o aumento no período de 1990-2000 foi de 1,3%. Já para as Partes EITs do Anexo B as reduções no período de 1990-2004 foi de -37,0%, enquanto no período de 1990-2000 foi de -39,5%.

#### **4.2.1.2 Projeções das emissões de GEEs**

A finalidade de uma política de mudança climática internacional é limitar as emissões futuras de GEEs. Para tanto, é importante nos interarmos com relação aos estudos de projeção para as emissões futuras de GEEs. De acordo com os principais estudos, as projeções das emissões de longo prazo dependem basicamente de suposições com relação a fatores como crescimento populacional; desenvolvimento econômico; e da taxa de disseminação e desenvolvimento de novas tecnologias.

Entre as projeções de emissão de GEEs mais citadas está a elaborada pelo *Energy Information Administration* (EIA), do departamento de energia dos Estados Unidos. Com relação ao cenário denominado de *caso referência* do EIA (2003) para emissões de CO<sub>2</sub> provenientes de combustíveis fósseis combinada com estimativas de emissões futuras de não-CO<sub>2</sub>, as emissões globais estão projetadas para aumentar 57% durante o período de 2000 a 2025 (Gráfico 8).

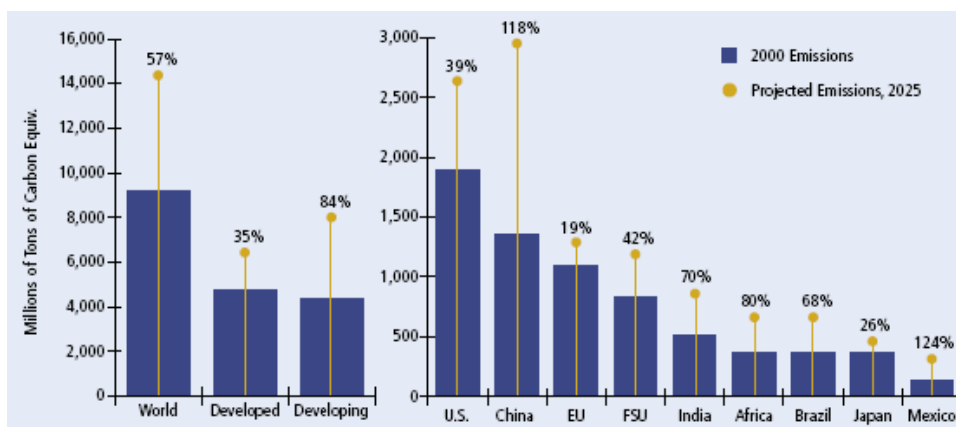


Gráfico 8 – Projeção de emissão de GEEs para 2025

Fonte: EIA, 2003.

Nota: GEEs não incluem as emissões de CO<sub>2</sub> de LUCF; FSU denota *Former Soviet Union* (antiga União Soviética).

Para os países industrializados, a projeção da elevação das emissões de GEEs para 2025 com relação a 2000 é de 35%, mais especificamente de 19% para a União Européia, 26% para o Japão, e 39% para os Estados Unidos.

A maior taxa de elevação nas emissões de GEEs até 2025 está projetada para os países em desenvolvimento, cujas emissões estão projetadas para aumentar 84%. Em 2025, a parcela das emissões globais dos países em desenvolvimento está projetada para ser de aproximadamente 55% (comparada com 48% em 2000). Desta forma, em 2025 os países em desenvolvimento serão os maiores emissores de GEEs.

Entre os países em desenvolvimento a maior taxa de crescimento das emissões está projetada para o México (124%) e para a China (118%), enquanto para o Brasil é estimada uma elevação de 68%. Desta forma, segundo as projeções em 2025 as emissões chinesas serão maiores do que as emissões dos Estados Unidos.

#### **4.2.1.3 Considerações finais**

Do ponto de vista da estabilização climática, o Protocolo de Quioto e as metas estabelecidas para o primeiro período de cumprimento não trarão resultados significativos em termos do abatimento das emissões de GEEs. Não obstante, conforme apresentado, os países do Anexo B não-EITs, salvo exceções, não estão adequando os seus padrões de emissões a uma nova realidade com o objetivo de alcançarem suas metas acordadas em Quioto.

De acordo com os dados relatados acima, os grandes responsáveis para que as metas de Quioto sejam alcançadas são as Partes EIT do Anexo B, o Reino Unido e a Alemanha que obtiveram redução significativa em suas emissões de GEEs.

#### **4.2.2 Ineficiência ambiental**

Um acordo climático eficiente poderia assegurar a participação de todos os países, a) com cada país mitigando suas emissões até o ponto onde seu custo marginal de abatimento igualar ao benefício marginal; e b) com cada país ficando melhor ou pelo menos não piorando quando comparado à situação de inexistência de um acordo. A realização deste segundo requisito pode necessitar transferências econômicas, tanto em transferências diretas de recursos, transferências tecnológicas, ou em transferências indiretas, por exemplo, através do aumento de atribuição de licenças de emissão.

Como visto na seção 1.4, os países industrializados possuem uma responsabilidade maior pelas emissões históricas de GEEs. Desta forma, autores argumentam que os países desenvolvidos devam dar o primeiro passo e deste modo não apenas pagar o abatimento nos países industrializados, mas também compensar estes países pelos custos de adaptação. Corroborando com esta visão, o critério de equidade foi levado em consideração pela Convenção do Clima quando definiu o princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada. Segundo Güth et

al<sup>25</sup>. (1982 apud STERN, 2006), as preocupações com equidade são importantes também para as negociações, pois os indivíduos geralmente recusam ofertas que parecem injustas, mesmo quando feita a um custo pessoal significativo.

Segundo Barrett (2002), a participação e o comprometimento<sup>26</sup> têm sido analisados separadamente, apesar de serem problemas conjuntos. As leis internacionais requerem que países cumpram com os tratados em que eles participam. No entanto, as leis internacionais não requerem que países participem em acordos internacionais. Assim, a maneira mais simples dos países evitarem o comprometimento com um tratado internacional é a não participação. Desta forma, a prioridade da cooperação internacional precisa ser o impedimento da não participação, pois a não participação é o maior desvio crível de um país.

Uma maior participação em um acordo internacional sobre mudança climática pode ser obtida pela redução dos custos de participação através do uso de instrumentos de mercado, ou através da imposição de metas de redução de emissão de GEEs mais generosas para as Partes individuais. Um tratado pode assegurar participação total através do não requerimento de obrigações das Partes. A grande dificuldade é induzir a participação dos países em um acordo que requer redução de emissão substancial.

Pode ser necessário diminuir as obrigações de redução de emissão de GEEs de um país a fim de ampliar a participação, pois existe um *tradeoff* entre participação e rigor nas metas de emissão. Quando há aumento no custo marginal no nível de abatimento, como no caso da mudança climática, um tratado abrangendo grande número de países é preferível, pois sob tais circunstâncias uma expansão no número de países comprometendo-se a mitigar as emissões de GEEs diminui o custo total da mitigação.

Esta preocupação com a ampliação da participação está refletida no Protocolo de Quioto. Após os países industrializados terem acordado em Berlim em 1995 com a redução de suas emissões sem

---

<sup>25</sup> GÜTH, W., SCHMITTBERGER, R. SCHWARZE, B. An experimental analysis of ultimatum bargaining, Journal of Economic Behaviour and Organization, v.3, p. 367-388, 1982.

<sup>26</sup> Barrett (2002) utiliza o termo participação quando um país é Parte de um tratado pretendendo reduzir as emissões, e Comprometimento ao grau em que cada país que é Parte de tal tratado implementa suas obrigações.

exigir reduções por parte dos países em desenvolvimento, as negociações desviaram para os mecanismos de flexibilização cujos objetivos eram reduzir a diferença dos custos marginais de abatimento entre os países. No entanto, como exposto na seção 3.3, os créditos baseados em projetos não estão sendo capazes de alcançar um preço global e desta forma minimizar os custos de internalização do carbono, pois o MDL possui riscos e custos de transação.

O Protocolo de Quioto tem sido bastante criticado pela restrição das emissões de GEEs apenas para os países do Anexo B sem gerar nenhuma restrição de emissão aos outros países, principalmente aos países em desenvolvimento que como exposto acima são as nações que possuem as maiores taxas de crescimento das emissões de GEEs e de acordo com as projeções contabilizarão 55% das emissões de GEEs mundiais até 2025.

A medida que um grupo de países impõe restrições para a redução das emissões, os custos de produzir bens e serviços intensivos em GEEs dentro destes países aumentará relativamente aos custos de produzir bens e serviços com baixa emissão de carbono. As vantagens comparativas na produção de bens e serviços intensivos em carbono se deslocarão para os países não participantes do acordo. Desta forma, haverá um deslocamento das emissões dos países que possuem metas em Quioto para os países não participantes, levando as nações não participantes (sem restrição de emissão) para uma trajetória de crescimento das emissões ainda maior, fazendo com que os custos para se juntar ao grupo com restrições aumentem ainda mais a cada ano. Este fenômeno é denominado de vazamento de emissões. Se considerarmos que o vazamento de emissões é positivo, uma expansão na participação reduzirá o vazamento, fazendo com que a cooperação seja mais vigorosa.

#### **4.3 Incentivos**

A credibilidade do arranjo institucional existente é essencial para que as políticas sejam bem sucedidas. A convicção de que as políticas resistirão por longos períodos e que suas incumbências serão cumpridas é importante para que uma trajetória de mudanças de longo prazo



seja aplicada e essencial para amparar investimento em novas tecnologias. No entanto, o risco de não existência de compromissos, por meio de metas para a redução das emissões dos GEEs para o período posterior a Quioto (pós 2012) se apresenta como uma limitação importante para que o objetivo da Convenção do Clima seja alcançado. Desta forma, o período limitado do Protocolo de Quioto (2008-2012) não estabelece uma repetição na estrutura do jogo, tão pouco uma perpetuidade.

#### **4.3.1 Mecanismos de punição em Quioto**

Diferentemente da Convenção do Clima que não impõe restrições legais as emissões de GEEs, o Protocolo de Quioto determina que os compromissos de emissões são obrigatórios. Ao mesmo tempo, entretanto, o art. 18 do Protocolo de Quioto limita a aplicação de mecanismos para o não cumprimento de suas metas.

Conforme o art. 18 do Protocolo de Quioto (UNFCCC, 2001b, p. 19):

Art. 18 – A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve, em sua primeira sessão, aprovar procedimentos e mecanismos adequados e eficazes para determinar e tratar de casos de não-cumprimento das disposições deste Protocolo, inclusive por meio do desenvolvimento de uma lista indicando possíveis consequências, levando em conta a causa, o tipo, o grau e a frequência do não-cumprimento. Qualquer procedimento e mecanismo sob este Artigo que acarrete consequências de caráter vinculante deve ser adotado por meio de uma emenda a este Protocolo.

O art. 18 diz que os procedimentos e mecanismos para comprometimento devem ser determinados pelas Partes no primeiro encontro e deve incluir “uma lista indicando possíveis consequências”. Desta forma, como descrito acima, “qualquer procedimento e mecanismo sob o art. 18 que acarrete consequências de caráter vinculante deve ser adotado por meio de uma emenda ao Protocolo de Quioto”.

Conforme o art. 20 do Protocolo de Quioto (UNFCCC, 2001b, p. 19):

1. Qualquer Parte pode propor emendas a este Protocolo.

2. As emendas a este Protocolo devem ser adotadas em sessão ordinária da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo. O texto de qualquer emenda proposta a este Protocolo deve ser comunicado às Partes pelo Secretariado pelo menos seis meses antes da sessão em que será proposta sua adoção. O texto de qualquer emenda proposta deve também ser comunicado pelo Secretariado às Partes e aos signatários da Convenção e, para informação, ao Depositário.
3. As Partes devem fazer todo o possível para chegar a acordo por consenso sobre qualquer emenda proposta a este Protocolo. Uma vez esgotados todos os esforços para chegar a um consenso sem que se tenha chegado a um acordo, a emenda deve ser adotada, em última instância, por maioria de três quartos dos votos das Partes presentes e votantes na sessão. A emenda adotada deve ser comunicada pelo Secretariado ao Depositário, que deve comunicá-la a todas as Partes para aceitação.
4. Os instrumentos de aceitação em relação a uma emenda devem ser depositados junto ao Depositário. Uma emenda adotada, em conformidade com o parágrafo 3 acima, deve entrar em vigor para as Partes que a tenham aceito no nonagésimo dia após a data de recebimento, pelo Depositário, dos instrumentos de aceitação de pelo menos três quartos das Partes deste Protocolo.
5. A emenda deve entrar em vigor para qualquer outra Parte no nonagésimo dia após a data em que a Parte deposite, junto ao Depositário, seu instrumento de aceitação de tal emenda.

Desta forma, uma emenda requer aprovação de pelo menos três quartos das Partes presentes e votantes na sessão. Além disso, a emenda será apenas restritiva para as Partes que ratificarem-na desde que pelo menos três quartos das Partes de Quioto a ratifiquem. Como qualquer Parte pode se recusar a ratificar a emenda de comprometimento, qualquer nação poderá evitar a punição por não cumprir suas obrigações.

O Protocolo de Quioto possui algumas sanções para o não cumprimento das obrigações, mas estas só são obrigatórias quando as Partes decidirem permanecer no arranjo institucional do Protocolo de Quioto. Um país que exceder sua cota de emissão no primeiro período de compromisso pode ser suspenso para negociar créditos de carbono, sendo exigido que ele atinja seu compromisso e pague uma penalidade (30%) no período de compromisso subsequente.

Caso determinado país fracasse em cumprir a penalidade no primeiro período de compromisso (2008-2012), a nação, no segundo período (presumidamente, 2013-2017), terá que cumprir além da sua meta do segundo período um adicional de 30% de penalidade sobre o não cumprimento da meta no primeiro período. Desta forma, a penalidade pode ser prorrogada para o período seguinte

e assim sucessivamente. No entanto, se não há um segundo período de cumprimento não há incentivos para os países cumprirem suas metas.

A magnitude da penalidade não depende apenas da meta do período anterior e da taxa de penalidade, mas também do limite de emissão de GEEs do período de compromisso subsequente (período em que a penalidade deve ser paga). Desta forma, o limite de emissão para o segundo período de comprometimento precisa ser aceito pelas Partes que não conseguiram atingir suas metas, caso contrário este país não irá participar no período de compromisso subsequente. Caso um país não alcance seu primeiro compromisso de emissão, ele insistirá em um limite generoso de emissão para o próximo período, enfraquecendo e possivelmente eliminando a efetividade da penalidade.

Os mecanismos de punição ignoram o problema da participação. Caso a penalidade fosse efetiva, ela aumentaria os custos da participação, fazendo com que a não participação se tornasse mais atrativa. Desta forma, um país que acredita que não conseguirá alcançar o limite de emissão condicionará sua participação em um período de compromisso subsequente a uma maior generosidade no limite de emissão (como ocorreu com Japão, Canadá Rússia e Austrália recebendo concessão em Bonn).

#### **4.4 Considerações finais**

O Protocolo de Quioto possui quatro características: a primeira delas é a imposição de metas de emissão ambiciosas, no curto prazo (2008-2012), para os países pertencentes ao Anexo B sem mencionar obrigações de redução de emissão para períodos futuros (após 2012); a segunda é a determinação de metas apenas aos países do Anexo B, isentando os países em desenvolvimento de qualquer tipo de obrigação tanto com relação a redução como com relação a estabilização de suas emissões; a terceira são os mecanismos de flexibilização através dos quais os países do Anexo B terão uma maior facilidade para alcançarem suas metas; finalmente, a quarta

característica está relacionada com os problemas dos mecanismos de punição para o não cumprimento das obrigações junto ao Protocolo de Quioto.

## CONCLUSÃO

Essa dissertação teve como propósito estudar o ambiente institucional criado com a finalidade de alcançar o objetivo da Convenção do Clima, mais especificamente o Protocolo de Quioto que atribuiu metas de emissão de gases de efeito estufa para os países desenvolvidos e para as nações com economia em transição (Anexo B) no período de 2008-2012. Para tanto, buscou-se compreender mais profundamente os fatores que influenciam a ação coletiva.

No capítulo 1 foi discutida a ciência do aquecimento global, em especial o papel dos gases de efeito estufa, a relação dos seres humanos, os impactos e os principais países responsáveis pelo aquecimento global. Concluimos a partir de estudos que o homem é o grande responsável pelo aquecimento global e que os custos da trajetória de inação, *BAU*, são elevados podendo alcançar uma redução média do consumo *per capita* global de 20% nos próximos dois séculos. Vimos também que os países desenvolvidos possuem uma maior responsabilidade histórica, no entanto os países em desenvolvimento estão aumentando suas emissões a taxas elevadas e até 2025 serão os maiores emissores de GEEs.

No capítulo 2 foi discutida a teoria da ação coletiva. O ponto de partida foi o trabalho seminal de Mancur Olson, *The Logic of Collective Action: Public Goods and The Theory of Group*, passando por estudos subsequentes que agregaram ao seu trabalho. Os principais tópicos discutidos foram: a relação entre o tamanho do grupo e a provisão de bens coletivos; a relação entre a composição do grupo e a ação coletiva; e os meios para superar a inação coletiva como, por exemplo, os incentivos seletivos e a teoria do subproduto. Concluimos, com o auxílio da teoria dos jogos que na presença de bens coletivos é difícil alcançar soluções cooperativas. Concluimos também, que algumas proposições apoiadas por Olson podem não ser válidas sob determinadas hipóteses.

No capítulo 3, foi discutida a formação do ambiente institucional. Ressaltou-se o funcionamento dos mecanismos de flexibilização (mercado de carbono) previstos no Protocolo de Quioto. Concluimos que apenas uma pequena parcela das emissões globais de GEEs estão abrangidas pelos diferentes regimes de comércio de emissão. Foi constatado também que não há

convergência de preço da tonelada de carbono equivalente nos diferentes regimes de comércio em vigor no mundo. Conseqüentemente, o critério de minimização dos custos em que o Protocolo de Quioto é fundamentado não está sendo satisfeito, causando ineficiência na internalização dos custos sociais.

No capítulo 4 foram discutidas as principais críticas ao Protocolo de Quioto. Entre elas estão o rigor das metas, o reduzido número de países com limite de emissão, a curta duração (2008-2012) e as falhas nos mecanismos de punição. Concluimos que: a) os benefícios líquidos para o Protocolo de Quioto são fortemente negativos para o mundo como um todo, sendo os Estados Unidos o país que arcaria com os maiores custos; b) a limitação do número de participantes gera ineficiência ambiental; e c) a falta de incentivos gera investimentos insuficientes em tecnologia de baixa emissão de carbono.

## REFERÊNCIAS

BARRETT, Scott. Creating incentives for cooperation: strategic choices. In: STAVINS, Robert N. *Economics of the environment: selected readings*. 5th ed. New York: W.W. Norton, 2005. 676 p.

BRUCE, Neil. Defense expenditures by countries in allied and adversarial relationship. *Defence Economics*, v.1, p. 179-95, May. 1990.

BUCHANAN, James M. An economic theory of clubs. *Economica*, New Series, v. 32, n. 125, p. 1-14, Feb. 1965.

CAPOOR, Karan; AMBROSI, Philippe. *State and trend of the carbon market 2006*. World Bank, Washington DC, May, 2006.

CAPOOR, Karan; AMBROSI, Philippe. *State and trend of the carbon market 2007*. World Bank, Washington DC, May, 2007.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Glossário internacional de termos em mudanças climáticas, Protocolo de Quioto e mercado de carbono, 2004. Disponível em <<http://cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em Novembro/ 2006.

CHAMBERLIN, John. Provision of Collective Goods as a Function of Group Size. *American Political Science Review*, v. 68, n. 2, p. 707-716, Jun. 1974.

CHICAGO CLIMATE EXCHANGE – CCX. Diversos documentos. Disponível em: <<http://www.chicagoclimateexchange.com>>. Acesso em Outubro/2007.

DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD AND RURAL AFFAIRS - DEFRA. Diversos documentos em <<http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/trading/UK/index.htm>>. Acesso em: Agosto/2007.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION – EIA. *International energy Outlook 2003*. Washington, DC, 2003.

EUROPEAN ENVIRONMENT COMMISSION. Diversos documentos em <<http://ec.europa.eu/environment/climat/emission.htm>>. Acesso em: Setembro/2007.

GGAS – GREENHOUSE GAS REDUCTION SCHEME. Diversos documentos em <<http://www.greenhousegas.nsw.gov.au>>. Acesso em: Maio/2007.

GOLDEMBERG, José. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Edusp, 2003. 234 p.

HARDIN, Russell. *Collective Action*. Baltimore: John Hopkins University Press, 1982. 264 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007. 91p.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. *Act locally, trade globally: emissions trading for climate policy*. 2005. 234p.

KAHN, James R. *The economic approach to environmental and natural resources*. 3rd ed. Mason, Ohio: Thomson/South-Western, 2005. 638 p.

KIEHL, J. T; TRENBERTH, Kevin E. Earth's annual global mean energy budget. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Colorado, v. 78, n. 2, p.197-208, February 1997.

MALER, Karl.; VINCENT, Jeffrey R. *Handbook of environmental economics*. 1st ed. Amsterdam: Boston: Elsevier, 2003. 1 v. 556p.

MAS-COLELL, Andreu; GREEN, Jerry R.; WHINSTON, Michael D. *Microeconomic theory*. New York: Oxford University Press, 1995. 981p.

McGuire, Martin C. Group size, group homogeneity, and the aggregate provision of a pure public good under cournot behavior. *Public Choice*, v. 18, p. 107-26, Summer, 1974.

MUELLER, Dennis C. *Public Choice III*. New York: Cambridge University Press, 2003. 768p.



NORDHAUS, William. *Life after Kyoto: alternative approaches to global warming policies*. NBER Working Paper, n. 11889, 2005.

NORDHAUS, William.; BOYER, Joseph. *Warming the world: economic models of global warming*, MIT Press, 2000.

OLSON, Mancur. *The logic of collective action: public goods and the theory of groups*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1965.

OLSON, Mancur. Dictatorship, democracy, and development. *The American Political Science Review*, v. 87, n. 3, p. 567-576, September. 1993

OLSON, Mancur; ZECKHAUSER, Richard. An economic theory of alliances. *Review of Economics and Statistics*, v. 48, p. 266-79, August. 1966.

OSTROM, Elinor. *Governing the Commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 280p.

SANDLER, Todd. *Global collective action*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 299p.

STAVINS, Robert. A better climate change agreement. *The environment Forum*, January/February, 2005. p. 12. Disponível em: <[http://env.econ.net/stavins/column\\_5.pdf](http://env.econ.net/stavins/column_5.pdf)>. Acesso Maio/2007.

STERN, Nicholas. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, 2006. 712 p.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. *Convenção sobre mudança do clima*. 2.ed. Brasília: MCT, 2001a. 27p.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE - UNFCCC. *Protocolo de Quioto*. 2.ed. Brasília: MCT, 2001b. 29p.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. *Status of ratification*. 2006. Disponível em:

<[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/background/status\\_of\\_ratification/items/2613.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/background/status_of_ratification/items/2613.php)>. Acesso em: Junho/ 2006. (UNFCCC, 2006a).

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. GHG data 2006: Highlights from greenhouse gas (GHG) emission data for 1990-2004 for Annex I Parties. Disponível em: <[http://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/ghg\\_booklet\\_06.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/ghg_booklet_06.pdf)>. Acesso em Junho 2006. (UNFCCC, 2006b).

WORLD BANK. *Prototype Carbon Fund: Annual Report 2003*. USA: The World Bank Group, 2004.

WORLD RESOURCES INSTITUTE – WRI. *Navigating the numbers: Greenhouse gas data and international climate policy*. BAUMERT, K., A; HERZOG, T; PERSHING, J. 2005. 121p.

## **ANEXOS**

Anexo A – Países Membros do Anexo I (Convenção do Clima)

<b>Países Membros do Anexo I</b>	
Alemanha	Islândia
Austrália	Itália
Áustria	Japão
Belarus	Letônia
Bélgica	Liechtenstein
Bulgária	Lituânia
Canadá	Luxemburgo
Comunidade Européia	Mônaco
Croácia	Noruega
Dinamarca	Nova Zelândia
Eslováquia	Países Baixos
Eslovênia	Polônia
Espanha	Portugal
Estados Unidos da América	Reino Unido da Grã-Bretanha e
Estônia	República Tcheca
Federação Russa	Romênia
Finlândia	Suécia
França	Suíça
Grécia	Turquia
Hungria	Ucrânia
Irlanda	

Fonte: Adaptado de UNFCCC (2001a)