

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

ANÁLISE E PERSPECTIVAS DO MERCADO DE CARBONO

Guilherme Tinoco Oliveira dos Anjos

Nº de matrícula: 9816336

“Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realiza-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor”

Orientador: José Henrique Tinoco

Junho de 2003

“As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor”

## ÍNDICE

Índice de Tabelas & Gráficos	Página 4
1 – Introdução	Página 5
2 – Desenvolvimento Sustentável	Página 8
3 – Aquecimento Global	Página 11
4 – Mercado de Carbono	Página 19
4.1 – Resumo Histórico	Página 19
4.2 – O Protocolo de Quioto e os Mecanismos	Página 22
4.3 – Redução Versus “Seqüestro de Carbono”	Página 26
4.4 – Certificação dos Projetos MDL	Página 31
4.5 – A Formação do Mercado de Carbono	Página 33
4.6 – O Mercado de Carbono e a Política	Página 35
4.7 – A Análise Econômica	Página 38
4.8 – A Questão Contábil	Página 42
4.9 – As Barreiras Para a Implementação do Mercado de Carbono	Página 46
5 – O Caso Brasileiro	Página 52
6 – Conclusão	Página 55
Bibliografia	Página 57
Apêndice	Página 59

### ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 01 – Emissões Mundiais de CO <sup>2</sup> pelas Fontes	Página 12
---	-----------

Tabela 02 – Carbono Contido em Combustíveis Fósseis	Página 12
---	-----------

Apêndice:

Status de Ratificação do Protocolo de Quioto (até 06/06/03)	Página 60
---	-----------

Emissões Totais de Gases “Efeito Estufa” em 1990.	Página 61
---	-----------

Emissões Totais de Gases “Efeito Estufa” em 2000	Página 62
--	-----------

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Possíveis Impactos no Planeta em Decorência do A. G.	Página 17
---	-----------

Gráfico 02 – Média da Temperatura Global e Estimativas Futuras	Página 18
--	-----------

Gráfico 03: Modelo Para Certificação de um Projeto MDL	Página 31
--	-----------

Gráfico 04 – “O Ciclo de Vida de uma Política”	Página 36
--	-----------

Gráfico 05 – A Curva Marginal de Abatimento (MAC) para uma Dada Região	Página 39
--	-----------

Gráfico 06: Os Ganhos Com o Comércio e as Perdas Sem o Comércio	Página 40
---	-----------

Gráfico 07 – Disposição para Importar ou Exportar Créditos	Página 42
--	-----------

## 1 – Introdução

O aquecimento global é provocado, entre outros fatores, pelas emissões de gases poluentes na atmosfera. Entende-se que a emissão de gás carbônico (entre outros gases) em largas escalas aumenta o chamado “efeito estufa” e, conseqüentemente, aumenta a temperatura média global. Muitos estudos apontam a importância do carbono para a manutenção e equilíbrio da temperatura terrestre: se o carbono estivesse todo retido no planeta (sob forma sólida), a temperatura global seria muito baixa e impossibilitaria qualquer manifestação de vida terrestre. De outra forma, se toda a quantidade de carbono existente estivesse na atmosfera, a temperatura global seria tão elevada que tornaria o planeta inabitável<sup>1</sup>. Assim, percebemos que existe um mecanismo de equilíbrio no ecossistema terrestre: parte do carbono encontra-se retido no âmbito terrestre (em árvores, animais, no solo, etc...) e a outra parte encontra-se na atmosfera, onde garante o “efeito estufa” necessário para manter a quantidade de radiação solar ideal e possibilitar a manutenção da vida na Terra.

Esse equilíbrio tem sido mantido há milhões de anos, porém com o começo da atividade industrial e através de crescentes desmatamentos ao longo da história, a quantidade de gás carbônico (CO<sup>2</sup>) na atmosfera vem aumentando consideravelmente ao longo das últimas décadas e vem preocupando pesquisadores do mundo todo que tentam achar uma solução para o aquecimento global. Num futuro relativamente próximo (cerca de 100 anos segundo estimativas), a crescente presença de carbono no ar pode ter conseqüências catastróficas no meio ambiente sendo responsável por diversos desastres climáticos.

Dessa forma, em 1997, foi proposto na Conferência de Quioto um programa de redução de emissão de gases poluentes com o objetivo de reduzir seus efeitos perversos no ecossistema terrestre. Através do MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo), entre outros mecanismos, foi proposto que os países que mais poluem a atmosfera (países altamente industrializados e, em sua maioria, com tecnologia “suja”) seriam incentivados a reduzir suas emissões ao longo dos anos até se chegar a um nível aceitável de poluição. Para isso, entre outras soluções, concebeu-se a idéia do “Mercado de Carbono”: este

---

<sup>1</sup> Obtido a partir do artigo de Larry Lohmann “O Mercado de Carbono: Semeando Mais Problemas”.

mercado consiste em criar uma contrapartida para cada tonelada de carbono liberada na atmosfera, ou seja, os países poluidores teriam de comprar “Certificados de Reduções de Emissões” (CRE’s) para terem o direito de poluir. Esses Certificados originados pelo MDL seriam gerados nos países com baixos índices de poluição (tecnologia “limpa”) e/ou com atividades capazes de “seqüestrar” carbono. A idéia é fazer com que os países altamente poluidores comprem os Certificados dos países com tecnologia limpa, com a finalidade de retirar da atmosfera o carbono liberado e mantê-lo fixado em sumidouros, ou financiem projetos de substituição de tecnologia para reduzir as emissões de carbono excedentes. Ou seja, o “Mercado de Carbono” tem por objetivo restabelecer o equilíbrio de carbono na atmosfera com a venda de Certificados. Se, por exemplo, uma indústria que esteja de acordo com os termos do MDL estimar que a externalidade adicional (às metas acordadas no Protocolo de Quioto) decorrente da sua poluição seja de 100 toneladas de CO<sup>2</sup> na atmosfera, esta indústria terá três alternativas sustentavelmente viáveis: ou buscar tecnologias novas de energia limpa com a finalidade de corrigir a externalidade, ou comprar Certificados (referentes às atividades de redução ou seqüestro) equivalentes a 100 toneladas de CO<sup>2</sup> para não afetar o equilíbrio atmosférico, ou fazer um “mix” dessas duas estratégias. Dessa forma, cria-se um incentivo para as indústrias e empresas dos países poluidores em desenvolverem tecnologias limpas nos meios produtivos e, ao mesmo tempo, estimular o progresso com desenvolvimento sustentável nos países não poluidores.

Resumindo: a questão é de extrema relevância considerando os prognósticos negativos para um futuro próximo na questão climática. Sabe-se que, mantendo *coeteris paribus* os fatores relacionados à questão climática (como a crescente emissão de gases poluentes e queimadas em florestas), em algumas décadas o mundo começará a experimentar os efeitos adversos do carbono liberado no ar. A preocupação com o assunto está relacionada com a questão da responsabilidade da geração atual em não deixar uma “herança” perversa para as futuras, ou seja, não violar um dos pressupostos básicos da ótica do desenvolvimento sustentável.

Percebemos assim a íntima relação entre os conceitos que serão abordados nesta monografia. Primeiramente, será abordada a questão teórica que envolve o “desenvolvimento sustentável”, onde teremos uma breve revisão do assunto destacando os principais pontos relevantes e relacionar com a variação climática. Em segundo lugar,

entraremos mais especificamente no problema do “aquecimento global” onde teremos uma revisão histórica, perspectivas de curto e longo prazo e seus possíveis impactos sócio-econômicos. Em terceiro lugar, entraremos no ponto central da monografia que é a análise mais detalhada do que seria o chamado “Mercado de Carbono”, onde se pretende fazer uma revisão do que tem sido feito até agora, destacar sua importância na retenção e diminuição nos níveis de carbono no ar, analisar a nível micro e macroeconômico, os obstáculos a serem superados, etc... Posteriormente, veremos como projetos no Brasil podem ser implementados dentro das normas do “Mercado de Carbono” e trazerem sustentabilidade para economia e ecologia brasileiras.

O desenvolvimento sustentável pode ser entendido como um conceito de conotação econômica que tem a premissa de “atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”<sup>2</sup>. Ou seja, o progresso econômico deve ser tal que não prejudique as condições de vida das próximas gerações. No âmbito econômico, podemos entender simplesmente que a abordagem sustentável tem a preocupação de manter os níveis de utilidade futura com a mesma magnitude da atual ou até mesmo maior. É um conceito amplo e abstrato, porém sua essência nos diz que a economia deve preocupar-se não somente com a maximização de benefícios e minimização de custos diretos gerados nos meios produtivos, mas também os custos indiretos (ambientais e sociais) que não são contabilizados pelas firmas. Os recursos produtivos não-renováveis, se usados predatoriamente no curto prazo, tenderão a se exaurir num futuro próximo e terão como conseqüências a não utilização (ou utilização racionada) desses recursos pelas gerações futuras e ainda a provável e conseqüente perda de bem-estar econômico, social e ambiental para as mesmas. Até os recursos produtivos renováveis merecem atenção sob o aspecto sustentável: se utilizados de maneira irresponsável e indiscriminada, podem levar anos ou décadas para se restabelecerem aos níveis aceitáveis e com isso comprometer a qualidade de vida das próximas gerações.

Dessa forma, entendemos que a idéia que está por trás do desenvolvimento sustentável é a de não por em risco de exaustão (ou extinção) os elementos fundamentais para o ecossistema terrestre como a água, o solo, as florestas, os seres vivos, etc... A interdependência existente entre economia e ecologia torna-se cada vez mais visível onde a ação econômica humana tem provocado efeitos cada vez mais marcantes na biosfera ao longo dos tempos. Como Jim Macneill aponta no livro “Para Além da Interdependência – A Relação Entre a Economia Mundial e a Ecologia da Terra”:

“Desde 1900, a população mundial mais que triplicou. Sua economia cresceu vinte vezes. O consumo de combustíveis fósseis aumentou trinta vezes e a produção industrial 50 vezes. A maior parte desse crescimento, cerca de quatro quintos, aconteceu a partir de 1950. Uma elevada proporção do mesmo é insustentável”.

---

<sup>2</sup> Relatório da ONU “Nosso Futuro Comum” que foi obtido através do livro “Introdução a Economia do Meio Ambiente” de Vítor Bellia

“O capital básico de terra, formado pelas florestas, espécies e solos que sustentam a vida, está sendo exaurido e suas águas potáveis e seus oceanos sofrem uma degradação em ritmo acelerado”.

Podemos perceber a crescente degradação ambiental decorrente da ação humana desde o início do século, porém o assunto só se revelou de grande importância nas duas últimas décadas. Ainda assim, o termo “desenvolvimento sustentável” não é estritamente inovador. Pigou, em 1932, já abordava o assunto e apontava a necessidade de intervenção governamental no que diz respeito à manutenção de recursos naturais considerados exauríveis<sup>3</sup>. Porém, o que realmente mudou foi o ângulo de visão da política ambiental: a questão passou da preocupação local para a preocupação global. Entende-se que decisões locais a respeito do meio ambiente, a nível global, tendem a não produzirem efeitos significativos. Mais posteriormente, veremos que o meio ambiente é um caso a ser analisado dentro da perspectiva de um “bem público”, ou seja, todas as nações e indivíduos usufruem do bem, mas o valoram e o encaram de formas distintas e isso dificulta a coordenação macroeconômica para implementação de projetos que visem a sua provisão, ou mais especificamente neste caso, a sua manutenção.

Devemos entender também que a sustentabilidade não se restringe somente à preocupação ambiental. A questão se estende pelo combate às disparidades econômicas e sociais entre os países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Como destaca Barbier<sup>4</sup>,

“o conceito de desenvolvimento econômico sustentável aplicável ao Terceiro Mundo... se refere diretamente ao incremento de padrão de vida material dos pobres que estão ao “nível do chão”, onde pode ser medido quantitativamente em termos de incremento da oferta de alimentos, rendas reais, serviços educacionais, cuidados com a saúde, saneamento e abastecimento d’água, estoques de emergência de alimentos e recursos financeiros, etc. e também indiretamente no que concerne ao crescimento econômico do produto agregado, geralmente nacional. Em termos genéricos, o objetivo primário é reduzir a pobreza absoluta dos pobres do mundo, provendo duradouros e seguros bens vitais para que se minimize o depauperamento dos recursos, a degradação ambiental, as rupturas culturais e a instabilidade social”.

---

<sup>3</sup> Charles Pearson, no livro *Economies and The Global Environment*

<sup>4</sup> Obtido no livro “Introdução a Economia do Meio Ambiente”, de Vítor Bellia

Vista sob essa perspectiva, a questão sócio-cultural também é bastante explorada no que tange a sustentabilidade. Visa-se criar mecanismos que permitam às nações do Terceiro Mundo combater a miséria, gerar renda, melhorar o bem-estar social, promover o crescimento econômico, etc... Tanto no longo quanto no curto prazo. A razão ambiental não fica limitada sob esta ótica, apenas tem a mesma importância quanto à razão humana. O ponto principal é encontrar pontos de convergência entre a economia e o meio ambiente e assegurar que esses dois elementos não entrem em choque, ou seja, cada um deve respeitar os limites do outro.

O descompasso entre o crescimento econômico e a ecologia tem sido levantado por estudos que apontam que a íntima relação entre estes dois elementos não pode ser ignorada. As externalidades negativas originadas pelo crescimento econômico já não podem ser deixadas de lado, pois os efeitos adversos tenderão a ser sentidos no meio ambiente no longo prazo ou até mesmo no curto prazo. Os riscos ambientais geram ameaças a segurança comum, ou seja, é uma questão de perigo à própria sobrevivência<sup>5</sup>. A sustentabilidade se estende assim para a questão da conscientização da responsabilidade perante a manutenção da qualidade de vida no planeta sob todos os níveis. Esta conscientização global vem aumentando ao mesmo passo do avanço tecnológico nas áreas de comunicação e informação. Existem hoje diversas entidades e organizações (governamentais ou não-governamentais) que estudam o assunto e propõem mecanismos e alternativas para o crescimento econômico sem o detrimento da questão ambiental. Entre os principais eventos relacionados ao desenvolvimento sustentável, podemos destacar a Eco-92, realizada no Rio de Janeiro, a Conferência de Quioto em 1997 e o Rio+10, realizado na África do Sul em 2002. Nos últimos anos, portanto, fica cada vez mais clara a crescente preocupação em aproximar as duas esferas que por muito tempo foram consideradas intangíveis: a economia e a ecologia.

### **3 – Aquecimento Global**

---

<sup>5</sup> Jim Macneill, no livro “Para Além da Interdependência – A Relação Entre a Economia Global e a Ecologia da Terra”

A atmosfera terrestre é composta por nuvens, vapor d'água, dióxido de carbono, metano, ozônio e diversos outros gases e componentes químicos. Esses elementos permitem a entrada da energia solar no planeta, porém capturam cerca de 80 % da mesma, ou seja, a radiação solar, quando penetra na superfície terrestre, é em parte devolvida para o espaço e a outra porção é mantida na atmosfera. Esse fenômeno de retenção de energia solar é conhecido com “efeito estufa” e tem uma importância vital, pois a Terra seria incapaz de gerar por si própria temperatura suficiente para a manifestação de vida. Como aponta William R. Cline no livro “The Economics of Global Warming”, “sem ele [efeito estufa], a temperatura média da superfície terrestre seria de  $-18^{\circ}\text{C}$ ”, ou seja, os gases atmosféricos servem como instrumentos de captura e retenção de energia solar e conseqüentemente são de grande importância para o aquecimento que o planeta necessita. A Terra seria simplesmente inabitável sem as implicações de tal fenômeno.

A teoria do aquecimento global provocado pelo homem, através de constantes emissões de gás carbônico, é conhecida desde o início do século e estudos mostram que pequenas alterações na composição dos gases atmosféricos têm a capacidade de mudar o clima<sup>6</sup>. Os principais gases poluentes causadores de distúrbios na atmosfera são o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), o metano ( $\text{CH}_4$ ), o óxido nitroso e o “clorofluorcarbono” (CFC). Acreditava-se inicialmente que o CFC tinha uma importância relevante para o aquecimento global, mas estudos recentes indicam uma certa neutralidade no fenômeno. O metano é considerado um componente de grande importância no efeito estufa, sendo responsável por cerca de 25% da poluição excedente na atmosfera, porém seu tempo de vida na atmosfera é relativamente curto, durando apenas de 10 a 12 anos. O óxido nitroso, por sua vez, contribui com cerca de 10% das emissões totais<sup>7</sup>. Já o  $\text{CO}_2$  corresponde contribui com cerca de 60% do aquecimento global e sua permanência na atmosfera pode durar até 200 anos<sup>8</sup>. Assim, dentre os gases citados, o  $\text{CH}_4$  e principalmente o  $\text{CO}_2$  merecem atenção especial, pois são os principais gases resultantes da ação humana no clima. Justifica-se então a crescente preocupação com a presença de carbono na atmosfera e os esforços de encontrar mecanismos que viabilizem a sua retirada para não danificar o equilíbrio natural atmosférico. Os combustíveis fósseis, em particular, são os principais alvos no que tange à

---

<sup>6</sup> William Cline, no livro “Economics of Global Warming”.

<sup>7</sup> William Cline, no livro Global Warming: The Economic Stakes

<sup>8</sup> Charles Pearson, no livro Economies And The Global Environment

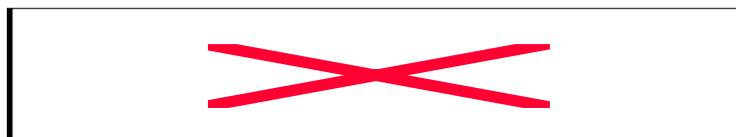
preocupação com a variação climática, pois são consideradas as tecnologias mais sujas na emissão de poluentes. Charles Pearson, em seu livro “Economies and the Global Environment”, frisa que a redução dos gases poluentes deve ser o centro de qualquer política séria de controle do aquecimento global. Segundo as Tabelas 01 e 02, observamos que os combustíveis fósseis (líquidos e sólidos), são os grandes “vilões” do aquecimento global provocado pela atividade humana. Cerca de 82% das emissões mundiais de CO<sup>2</sup> são provenientes de combustíveis fósseis, enquanto o desflorestamento contribui com pouco mais de 15%. O carvão merece atenção especial, pois gera mais poluição por unidade de energia do que os outros combustíveis fósseis. Verifica-se assim que qualquer ação coordenada com a finalidade de combater seriamente a variação climática deve necessariamente colocar limites para o uso desses combustíveis (principalmente o carvão) ou pelo menos criar mecanismos para absorver o excesso de poluição gerado.

Tabela 01 – Emissões Mundiais de CO<sup>2</sup> pelas Fontes

	Emissões Mundiais de Dióxido de Carbono	
	Toneladas por Milhões Métricos	Em Percentagem
Desflorestamento	4,000	15,2
Combustíveis a Gas	3,829	14,5
Combustíveis Líquidos	9,050	34,4
Combustíveis Sólidos	8,588	32,6
Fabricação de Cimentos	0,627	2,4
Combustíveis a Explosão	0,249	0,9
Total	26,343	100,0

Fonte: World Resources Institute (1996)<sup>9</sup>

Tabela 02 – Carbono Contido em Combustíveis Fósseis



Fonte: World Resources Institute (1996)

Os combustíveis fósseis emitem anualmente 5,5 bilhões de toneladas de CO<sup>2</sup> na atmosfera, enquanto o desflorestamento é responsável pela liberação de 1,5 bilhão de toneladas de CO<sup>2</sup>. Cerca de metade do excesso de gás carbônico é retido na atmosfera e a outra metade acaba sendo absorvida por “sumidouros” de carbono. Existem basicamente dois “sumidouros” naturais de carbono: os oceanos e as florestas. Por muito tempo, cientistas achavam que os oceanos eram suficientemente capazes de absorver o gás

carbônico emitido pela ação humana, porém estudos de Revelle e Suess demonstraram que essa absorção não era tão rápida e eficiente como as previsões anteriores<sup>10</sup>. Logo, as florestas tornam-se o principal alvo natural de políticas de fixação de carbono. Entende-se, dessa forma, que estudos de “seqüestro de carbono” devem priorizar políticas florestais consistentes e alternativas de tecnologias nos meios produtivos, visto que a natureza, por si própria, não é capaz de absorver o excesso de gases poluentes emitidos pelo homem no curto prazo.

Assim, um dos temas mais abordados e preocupantes no âmbito sustentável reside no aumento da temperatura média global desde o início do século. Desde a época pré-industrial observa-se a concentração de gás carbônico na atmosfera e sua quantidade aumentou ao passo do crescimento industrial<sup>11</sup>. Entretanto, o assunto só ganhou força publicamente no final da década de 80. William R. Cline aponta as razões da recente preocupação: o fato da década de 80 ser a mais quente registrada; a inovação de computadores que permitiram numerosos e complexos cálculos sobre as variáveis do clima; e a percepção dos cientistas de que o metano teria impacto substancial na variação climática. Portanto, o problema a ser enfrentado não é essencialmente novo. O que realmente se torna novidade é a crescente percepção da questão climática nos últimos anos devido às inovações tecnológicas e científicas na área.

As evidências do aquecimento global são inquestionáveis, mas a questão a ser levantada é o quanto deste aumento se deve à ação humana e o quanto se deve a variações naturais. O grande volume de gases poluentes na atmosfera é de responsabilidade humana, porém ainda existem incertezas quanto à magnitude desses impactos sobre a superfície terrestre. Ainda não há um consenso estrito das conseqüências da quantidade de concentração desses gases na atmosfera, ou seja, o montante de poluição que afeta a variação climática, o nível do mar, a biodiversidade, etc... e as variáveis econômicas. Dessa forma, existe uma certa dificuldade em prever o quanto deveria ser gasto nos próximos anos em programas que desestimulem as emissões de gás carbônico. É importante frisar que não estamos lidando apenas com uma região ou um país, mas sim com todo o mundo. Sob esta ótica, torna-se difícil quantificar de forma eficiente e precisa o nível de gastos

---

<sup>9</sup> Tabelas 01 e 02 obtidas através do livro *Economies And The Global Environment*

<sup>10</sup> William Cline, no livro *The Economics of Global Warming*

<sup>11</sup> Charles Pearson, no livro “*Economies And The Global Warming*”

necessários para solucionar o problema. Além dessas incertezas, podemos destacar o problema da escala de tempo envolvida: pra lidar com a questão é preciso fazer programas de longo prazo onde a economia pode encontrar problemas para estabelecer modelos com muitos períodos. A grande longevidade das metas a serem cumpridas pode se tornar um problema para os formuladores de políticas onde um número suficientemente alto de anos tende a dificultar a implementação de projetos. Com isso, além de se preocupar com “quanto” se deve gastar, deve-se ter a noção de “quando” implementar tais programas de controle do aquecimento global. Como analisa Pearson, “... erros de política – muito ou pouquíssimo volume de gastos, muito cedo ou muito tarde – podem ter sérias conseqüências”. Além do fator “tempo” e “dinheiro”, existem os imponderáveis fenômenos de natureza, que fogem do controle e previsibilidade humana. Muitos dos fenômenos ambientais e climáticos não têm hora e local para se manifestarem e por isso dificultam a previsão em um modelo.

Ainda assim, existem diversas estimativas e projeções para tentar quantificar as conseqüências do aquecimento global, embora não de forma consensual. As inovações tecnológicas permitem várias simulações sobre os possíveis impactos da crescente utilização de gases na atmosfera, mantendo *ceteris paribus* as tendências atuais. Cálculos complexos feitos pelo computador e diversos modelos adaptados no meio científico permitiram algumas previsões no que tange a variação climática. Dessa forma, podemos destacar algumas possíveis implicações do aquecimento global (para daqui a cerca de 50 a 100 anos) nas seguintes áreas:

- Agricultura – O aumento de temperatura tende a ser melhor para os países situados em grandes latitudes (em sua maioria, os desenvolvidos) do que os situados nos trópicos (subdesenvolvidos). Estimativas do IPCC dizem que é esperado um ganho de 4 a 14% na produção agrícola para os países do norte devido ao aquecimento e perdas na ordem de 9 a 12% para os países dos trópicos. Assim, países subdesenvolvidos tendem a sofrer mais as conseqüências porque grande parte de suas economias depende deste setor e possuem limitações para lidar com a mudança climática.
- Nível do Mar – O aquecimento global tende a elevar o nível do mar com a conseqüente expansão térmica da água e o derretimento das camadas polares.

Estudos apontam para aumentos que variam de 50cm a 1 metro em relação ao nível atual. Tal aumento, segundo estimativas, eliminaria cerca de 3% da porção terrestre do planeta e teria um efeito devastador sobre as colheitas. Entende-se que os efeitos mais dramáticos se dariam logicamente nos países insulares onde perderiam maiores porções de terra. Implicitamente, tal efeito teria por consequência o deslocamento de milhões de pessoas para regiões não afetadas pelas “inundações”.

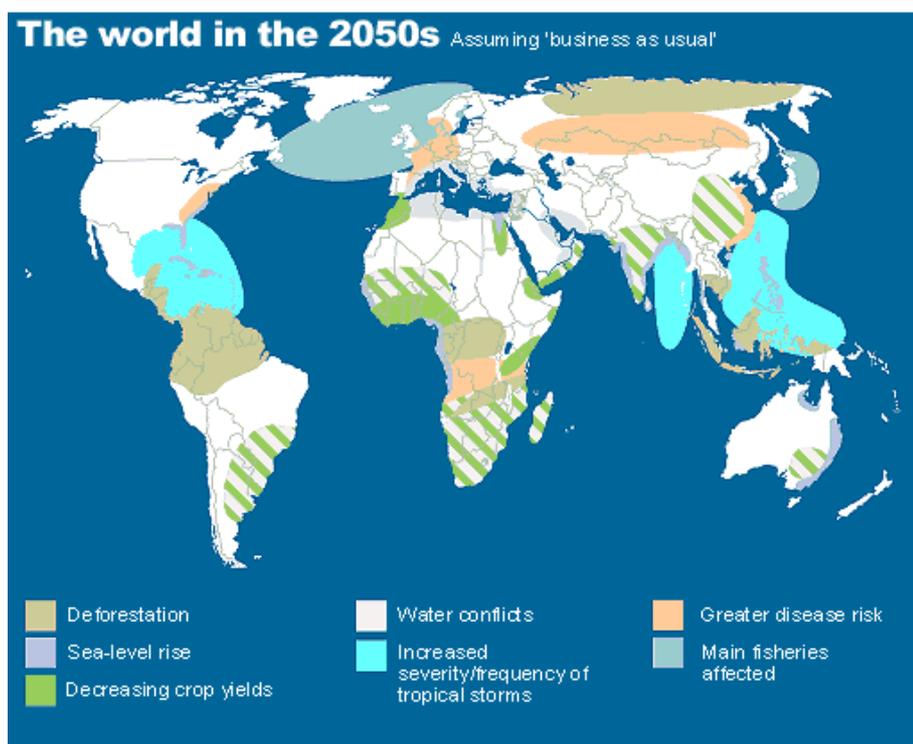
- Oferta de Água – A corrente d’água é o resíduo entre a precipitação e a absorção do solo e, com isso, torna-se sensível a pequenas mudanças no clima. Um pequeno aumento de temperatura diminui o volume da corrente d’água mesmo que haja um aumento (moderado) da precipitação. Nos Estados Unidos, estudos mais otimistas estimam que a oferta de água deve se reduzir na ordem de 10% em decorrência do aquecimento global. Por outro lado, espera-se que a demanda pela água em vários setores da economia aumente devido ao próprio aumento da temperatura. Na agricultura, por exemplo, é intuitivo pensar que a procura por água para irrigação aumente neste contexto. Dessa forma, espera-se um aumento substancial no preço da água devido aos dois efeitos (pelo lado da oferta e pelo lado da demanda).
- Saúde – Muitas doenças estão estreitamente ligadas ao estado atmosférico, como a pneumonia, doenças pulmonares, problemas cardíacos, etc... Pesquisas mostram que verões quentes e poluição atmosférica estão diretamente relacionados, ou seja, aumentos significativos na temperatura média tendem a aumentar a poluição do ar e conseqüentemente acarretar o aumento da incidência de doenças cardíaco-respiratórias. Admite-se também que o aquecimento global pode provocar a “migração” de doenças tipicamente tropicais transmitidas por insetos (como a malária, por exemplo) para os países localizados em altas latitudes.
- Ecologia – As perdas florestais tendem a ser grandes. As previsões indicam que as florestas, a nível global, devem perder cerca de 3,7% de sua biomassa, afetando assim a produção mundial de madeira. Existe ainda a perda de biodiversidade, pois o aquecimento global tende a mudar os hábitos dos

animais, interferir na relação “predador-presa”, aumentar a migração de algumas espécies, provocar a extinção de outras devido à perda de habitat, etc... O ecossistema global pode ser, então, duramente afetado. A perda de biodiversidade pode ser vista sob a ótica de valor de uso, valor de existência e valor de opção. Em termos de valor de opção, a perda acontece quando as espécies desconhecidas sofrem o processo de extinção, pois novos remédios, medicamentos e produtos originados de plantas e animais desconhecidos até então podem não ser descobertos futuramente. Ou seja, muitas espécies não catalogadas podem ter alto potencial farmacêutico e agrícola no futuro e sua extinção pode acarretar no não descobrimento de componentes e elementos necessários para estas duas áreas. No que diz respeito ao valor de existência, entende-se que a biodiversidade é um patrimônio da humanidade e que deve ser preservada a qualquer custo. Neste ponto, as pessoas valoram as espécies de forma a preservar sua existência no futuro, porém sem quantificar nenhuma utilidade direta para as mesmas. Sobre o valor de uso, podemos salientar que o desaparecimento de espécies pode acarretar no surgimento de pragas na agricultura (afetando diretamente sua produção), dificultar a pesca, aumentar a incidência de insetos transmissores de doenças, etc... A extinção ou deslocamento de espécies pode trazer prejuízos econômicos e sociais.

As projeções mostram, então, que as diversas esferas da sociedade devem sofrer prejuízos com o aquecimento global. O Gráfico 01 ilustra os possíveis impactos comentados acima a nível global já em 2050. O Gráfico 02 mostra a média da temperatura global dos últimos 150 anos e as projeções para o futuro, onde a melhor das hipóteses levantadas é de um aumento de cerca de  $1^{\circ}\text{C}$  para daqui a 100 anos e, a pior, com cerca de  $4^{\circ}\text{C}$ . Dessa forma, na ausência de mecanismos que incentivem a redução de gases poluentes na atmosfera, a temperatura média global pode chegar a  $19^{\circ}\text{C}$  em 2100, o que poderia acarretar uma série de mudanças estruturais no planeta. Seja no âmbito social, econômico ou ambiental, a variação térmica pode trazer conseqüências perversas no futuro ou ainda mesmo no curto prazo. As perdas podem ser ainda maiores e mais recentes se contarmos com fenômenos da natureza adversos. É extremamente difícil quantificar e prever tais efeitos, mas existe o consenso de que estes podem piorar ainda mais as projeções acerca do

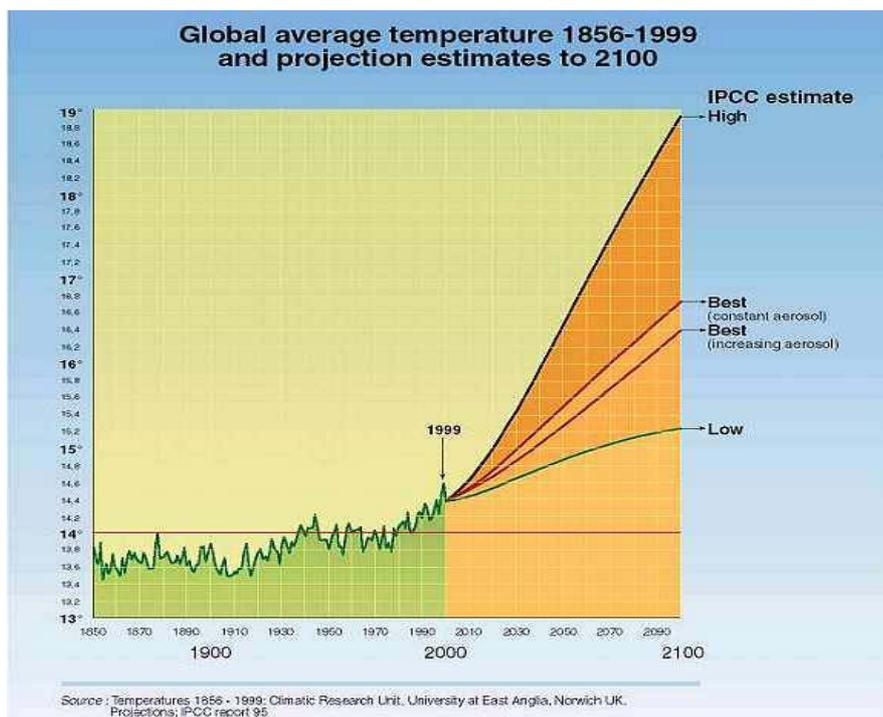
assunto. Sabe-se, por exemplo, que o aumento da temperatura tende a intensificar a ação de furacões e, dessa forma, aumentar o rastro de destruição deixado por eles. Os prováveis danos na economia, nesse caso, são praticamente imprevisíveis e vão depender da trajetória de sua ação.

Gráfico 01 – Possíveis Impactos no Planeta em Decorrência do Aquecimento Global



Fonte: The UNFCCC Process – CD-Rom 1

Gráfico 02 – Média da Temperatura Global e Estimativas Futuras



Fonte: The UNFCCC Process – CD-Rom 1

A incerteza torna-se assim um fator complicador a respeito do aquecimento global. Existem diferentes possíveis cenários para diferentes possíveis conjunturas. Os modelos propostos dependem de variáveis econômicas que podem ser quantificadas, mas também dependem de variáveis ambientais e climáticas que não possuem ainda uma boa margem de consenso, o que prejudica qualquer predição. Ainda assim, mesmo cercado de tantas incertezas, devemos entender que o aquecimento global é um problema de ordem econômica e ecológica e de difícil mensuração e modelagem, mas definitivamente real. A questão agora a ser levantada não é “se”, mas sim “quando” e “como” os efeitos perversos do clima irão se manifestar. O “Mercado de Carbono”, abordado mais explicitamente no capítulo seguinte, traz uma nova perspectiva sustentável para a economia global nos próximos anos e deverá se tornar uma solução para muitas das inquietações discutidas até agora.

#### 4 – Mercado de Carbono

#### **4.1 – Resumo Histórico**

Em 1972, realizou-se a primeira Conferência sobre meio-ambiente a nível global. Foi a chamada Conferência de Estocolmo que reuniu 113 países e 250 ONG's de todo o mundo, onde foram aprovados a “Declaração Sobre o Ambiente Humano” e o “PNUMA” (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). Entende-se que esta foi a primeira iniciativa para a tomada de consciência do mundo em relação às questões ambientais, embora não abordasse explicitamente mecanismos de sustentabilidade econômica.

Somente duas décadas depois, o assunto começou a ganhar grande importância. O ano de 1992 foi um marco para as decisões políticas sobre o aquecimento global. Em maio, criou-se a “Convenção-Quadro das Nações para a Mudança Climática” (“United Nations Framework Convention on Climate Change” - UNFCCC) que, em junho, foi aberta na Convenção Internacional sobre o Meio-Ambiente no Rio de Janeiro (Eco-92), com a participação de 179 países. Entre os documentos aprovados na Eco-92, temos a “Declaração do Rio” que estabelece 27 princípios para a relação entre o homem e a natureza, a “Declaração dos Princípios da Floresta”, a Convenção da Biodiversidade, a Convenção sobre a Mudança Climática e a denominada “Agenda 21”. Esta Agenda foi um programa de ação escrito em 40 capítulos que tinha por objetivo promover uma nova forma de desenvolvimento sem comprometer os recursos naturais, ou seja, não se trata de uma Agenda estritamente ambiental, mas sim uma tentativa de quebra de paradigma do antigo pensamento econômico com a finalidade de estabelecer padrões para o novo conceito de Desenvolvimento Sustentável. Entre os diversos objetivos da Agenda como o combate à pobreza, conservação da biodiversidade, mudança nos padrões de consumo, etc..., pode se destacar particularmente a proteção da atmosfera (Capítulo 9). É iniciada então, na Eco-92, as principais discussões no que tange ao aquecimento global, principalmente no que diz respeito ao nível de emissões de gases poluentes na atmosfera. Sob este ângulo, a Convenção enfatiza a necessidade dos países desenvolvidos em assumir a liderança no combate a Mudança Climática, a importância das políticas serem economicamente viáveis (satisfazerem a relação custo-benefício), a necessidade de mudança na estrutura produtiva para geração de energia alternativa e a diferenciação de responsabilidades acerca do assunto (quem precisa reduzir mais ou menos o nível de poluição). Com relação a este último ponto, podemos observar a necessidade dos países desenvolvidos em propiciar condições

econômicas de crescimento para os países pobres sob a ótica do desenvolvimento sustentável, através de financiamentos e transferência de novas tecnologias. O Capítulo 9.12 (itens a, c e d) e 9.18 (item c) da Agenda 21 demonstram tal perspectiva explicitamente, onde os governos devem:

“(a) Cooperar na identificação e desenvolvimento de fontes de energia viáveis e ambientalmente saudáveis para promover a disponibilidade de maiores suprimentos de energia, como apoio aos esforços em favor do desenvolvimento sustentável, em especial nos países em desenvolvimento;

(c) Promover a pesquisa, desenvolvimento, transferência e uso de tecnologias e práticas aprimoradas, de alto rendimento energético, inclusive de tecnologias endógenas em todos os setores pertinentes, com especial atenção à reabilitação e modernização dos sistemas energéticos, com particular atenção para os países em desenvolvimento;

(d) Promover a pesquisa, desenvolvimento, transferência e uso de tecnologias e práticas para sistemas energéticos ambientalmente saudáveis, inclusive sistemas energéticos novos e renováveis, com particular atenção para os países em desenvolvimento;

(c) Cooperar no desenvolvimento e transferência dessas tecnologias industriais e no desenvolvimento de capacidades para gerenciar e usar tais tecnologias, particularmente no que diz respeito aos países em desenvolvimento.”

Entendemos que a Rio-92 foi um grande passo dado rumo a uma nova ordem econômica e ecológica mundial, porém ainda com algumas deficiências. A Convenção não explicita claramente os mecanismos de mercado necessários para implementação de tais medidas, onde o simples acordo entre as partes não se torna suficiente para combater o problema. A questão da equidade entre as nações e instituições foi largamente discutida e documentada, mas a eficiência da implementação de políticas não se tornou bem definida. Ainda assim, podemos afirmar que as condições acordadas na “Rio-92” serviram como embrião para as decisões que seriam tomadas posteriormente no que confere à mudança climática.

Em 1995, iniciou-se a primeira reunião anual da COP (Conferência das Partes) em Berlim. As denominadas COP's foram criadas para serem realizadas anualmente e teriam a responsabilidade de examinar o compromisso das Partes (países que estavam de acordo com a Convenção) em reduzir o nível de emissões e debater novos mecanismos e soluções para o combate a mudança climática. Na COP-1 realizada na Alemanha, examinaram-se as obrigações estabelecidas na Convenção, foram feitas decisões de acompanhamento do Protocolo, e principalmente, foi adotado o "Mandato de Berlim" onde foram estipulados os limites para emissão dos gases poluentes nos quais os países desenvolvidos deveriam assumir claramente um papel de responsabilidade sobre as reduções e onde foi definido o calendário para as futuras Conferências. Porém, a cooperação internacional proposta para a estabilização de gases não dava direito a créditos transacionáveis para comercialização<sup>12</sup>. Ainda no mesmo ano, o IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change) lançou um relatório que viria a ser apresentado na COP seguinte e mostrava a tendência catastrófica do aquecimento global e seus possíveis impactos. A COP-2 foi realizada em 1996 em Genebra onde foi assinada a "Declaração de Genebra" que representa o acordo para a criação de instrumentos legais para a redução dos gases poluentes na Conferência seguinte. Nesta Conferência chegou-se ainda ao consenso para o estabelecimento de metas obrigatórias para conter o processo de aquecimento global, onde os países desenvolvidos teriam o papel de liderança no combate ao problema.

Em 1997, em Quioto, foi realizada a COP-3 com a presença de mais de 160 países. Foi lançado, então, o chamado "Protocolo de Quioto" que veio, enfim, a formalizar a responsabilidade das Partes com as reduções e controle dos gases poluentes. 39 países se comprometeram com o Protocolo, que estabeleceu prazos e cotas para a redução das emissões no futuro. O Protocolo representou, de certa forma, um ponto de máxima importância para as decisões políticas para o combate da variação climática, pois apresentou instrumentos mais factíveis de implementação de programas economicamente e ecologicamente sustentáveis. Mais adiante, o Protocolo será analisado com mais detalhes.

A COP-4, em 1998, foi realizada em Buenos Aires onde foi aprovado o "Plano de Ação de Buenos Aires". Este Plano apresentava um cronograma para a implementação do Protocolo de Quioto e estabeleceu um prazo de dois anos para debater e regulamentar as

---

<sup>12</sup> Obtido pela cartilha do BNDES "Efeito Estufa e a Convenção Sobre a Mudança do Clima".

medidas a serem tomadas no Protocolo. Um ano depois, foi realizado a COP-5 em Bonn (Alemanha) e nesta Conferência foram realizadas reuniões para dar continuidade ao “Plano de Ação de Buenos Aires”. A COP-6, em 2000, foi sediada em Haia (Holanda) e ficou caracterizada pela divergência de muitas questões entre as Partes. A Conferência acabou sendo suspensa devido à dificuldade de se chegar a um consenso e, somente no ano seguinte, as discussões em pauta seriam retomadas na COP-6.5 novamente em Bonn. A COP-7 ocorreu em 2001 em Marrakesh (Marrocos) onde se iniciou a definição de critérios para a contabilização das reduções das emissões e se estabeleceu que os projetos relativos ao combate ao aquecimento global poderiam começar a serem desenvolvidos mesmo antes da ratificação do Protocolo entre as Partes. A COP 8 foi realizada em Nova Deli (Índia) e ficou caracterizada como uma Conferência de transição. Foram debatidas questões referentes às regras do MDL, onde o Brasil propôs uma nova fórmula (porém ainda não aprovada) para o cálculo das metas de emissões para os países Anexo 1, tendo por base os índices históricos. O elemento chave da COP 8 seria a entrada da Rússia no Protocolo garantindo a ratificação mínima para a sua implementação. Porém, as expectativas para ratificação ficaram para a COP 9 que será realizada em Milão (Itália) em dezembro de 2003.

#### **4.2 – O Protocolo de Quioto e os Mecanismos**

O Protocolo de Quioto foi lançado na COP-3 em 1997 com o objetivo de apresentar mecanismos sustentáveis para a redução dos gases poluentes entre as Partes e enfrentar mais precisamente o problema do aquecimento global. O Protocolo previa que, entre os signatários, os países denominados Anexo 1<sup>13</sup> deveriam reduzir em 5,2% em relação ao ano-base 1990, em média, os níveis de poluição entre os anos de 2008 e 2012. Ou seja, entre estes quatro anos o nível de poluição destes países deveria permanecer em cerca de 5% abaixo dos níveis verificados em 1990. De uma maneira geral, os países chamados “Anexo 1” representam os países desenvolvidos e com economias de escala e os “Não-Anexo 1” são os que se encontram em desenvolvimento. Para os Não-Anexo 1, não há imposições para a redução no nível de poluição, mas o Protocolo permite a possibilidade

---

<sup>13</sup> Ver Apêndice 1

desses países em auxiliar o processo de redução dos países comprometidos com a meta através de “Mecanismos de Flexibilização”.

Os Mecanismos previstos pelo Protocolo são três:

- **JI - Joint Implementation (Implementação Conjunta):** previsto no Artigo 6 do Protocolo, o Mecanismo possibilita, somente entre os países do Anexo 1, a implementação de projetos que reduzam ou retirem do ar os gases provocadores de efeito estufa. O Artigo 6 estabelece: “A fim de cumprir os compromissos assumidos sob o Artigo 3, qualquer Parte incluída no Anexo 1 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...”. Isso nos diz que um país Anexo 1 pode financiar projetos de reduções de emissões em outro país da mesma categoria com a finalidade de compensar as suas metas de redução. O país emissor, então, poderia pagar para obter os *créditos* (ERU - Emission Reduction Units) do país onde está sendo realizado o projeto de redução e/ou retenção de emissões e contabilizar a favor de sua meta prevista pelo Protocolo. O montante gasto nos ERU’s seriam destinados para os projetos desenvolvidos nos outros países do Anexo 1.
- **ET - Emission Trade (Comércio de Emissões):** previsto no Artigo 17 do Protocolo, este Mecanismo também é restrito para os países do Anexo 1. O Artigo 17 diz: “As Partes incluídas no Anexo B podem participar do comércio de emissões com o objetivo de cumprir os compromissos assumidos sob o artigo 13. Tal comércio deve complementar às ações domésticas com vistas a atender os compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos sob esse Artigo”. Estabelece, assim, a possibilidade de comércio de *créditos* (AAU – Assigned Amount Units) entre países a partir do momento em que o país vendedor já conseguiu atingir sua meta. Ou seja, quando o país exceder a sua cota estipulada pelo Protocolo, poderá vender *créditos* que permitem ao país comprador em compensar as reduções não alcançadas internamente. Dessa forma, este comércio de permissões entre os países

Anexo 1 é possível desde que um país já tenha conseguido a quantidade mínima necessária de reduções previstas no Protocolo.

- CDM - Clean Development Mechanism (MDL - Mecanismo do Desenvolvimento Limpo): estabelecido no artigo 12 do Protocolo, permite o comércio entre os países Anexo 1 e Não-Anexo 1. Surgiu de uma proposta brasileira que, a princípio, apresentou um projeto para captação de fundos que seriam arrecadados à medida que os países desenvolvidos não conseguissem atingir sua metas de redução e, com isso, contribuiriam para o fundo. Após os debates, a sugestão foi transformada em Mecanismo onde, semelhantemente ao Joint Implementation, estabelece que os países Anexo 1 teriam a possibilidade de financiar projetos destinados a redução de emissões ou remoção dos gases no ar por meio de sumidouros nos países Não-Anexo 1. O Artigo 12 prevê: “O objetivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo deve ser assistir às Partes não incluídas no Anexo 1 para que atinjam o Desenvolvimento Sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e assistir às Partes incluídas no Anexo 1 para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 13. Sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo:
  - (a) As Partes incluídas no Anexo 1 beneficiar-se-ão de atividades de projetos que resultem em reduções certificadas de emissões; e
  - (b) As Partes incluídas no Anexo 1 podem utilizar as reduções certificadas de emissões, resultantes de tais atividades de projetos, para contribuir com o cumprimento de parte de seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3, como determinado pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes desse Protocolo”.

Dessa forma, o CDM propõe que cada tonelada de carbono deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera pelo país Anexo 1, pode ser convertida em *créditos* (CER – Certified Emissions Reductions) e, então, transacionada em um mercado mundial. Sob esta ótica, a poluição causada por gases nocivos à atmosfera nos países desenvolvidos devem estar respaldada em uma

contrapartida de redução e/ou retenção desses gases nos países em desenvolvimento. Mais detalhadamente, os países Anexo 1 colocariam metas internas para redução de emissões e as empresas e firmas que não conseguissem se adequar às novas regras impostas, poderiam obter a permissão para continuar poluindo desde que comprasse os CER's gerados nos países em desenvolvimento. Estes, então, utilizariam o montante obtido pela venda dos créditos para financiar projetos ligados ao Desenvolvimento Sustentável.

Os Mecanismos de Flexibilização descritos acima são, portanto, mecanismos comerciais para deter o aquecimento global. A diminuição no nível das emissões e/ou a retenção de gases por meio de sumidouros representam a geração de créditos (ERU's, CER's e AAU's) que podem ser transacionados entre as Partes a fim de combater o problema climático. Os países do Anexo 1 podem se beneficiar do comércio de créditos com o financiamento de projetos em outros países desenvolvidos (Joint Implementation) ou com a venda de permissões geradas pelo país que já excedeu sua cota de redução de emissões (Emission Trade). Mas o Protocolo ainda prevê a integração dos países em desenvolvimento a partir do MDL, onde as Partes incluídas no Anexo 1 financiam projetos nesses países para se chegar ao nível aceitável de poluição. O Protocolo concebe, então, o que está sendo chamado de "Mercado de Carbono". Este pode ser definido como um comércio mundial de créditos gerados através da fixação de gases nocivos ao meio-ambiente em sumidouros ou diminuição no nível dos mesmos através de substituição tecnológica nos meios de produção, podendo ser futuramente comercializados através das Bolsas de Valores e Mercadorias. Neste modo, a poluição se torna um mercado onde se estabelece a necessidade de criar uma contrapartida para cada tonelada de carbono emitida através de sua fixação ou atingir às metas impostas com a sua redução a um nível socialmente ótimo. Os Mecanismos descritos acima têm o objetivo de reduzir os custos de implementação de projetos das Partes incluídas no Anexo 1 de forma a permitir que as mesmas procurem a alternativa mais economicamente viável para se atingir às resoluções das COP's. Os custos para redução de emissões podem variar de país para país, de modo que as Partes procurarão os lugares mais vantajosos financeiramente e eficientes para conseguir chegar às tais metas, dado que o impacto na atmosfera como um todo é o mesmo.

O Mercado, com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, ainda atende ao paradigma do Desenvolvimento Sustentável, pois propõe uma nova alteração nos meios produtivos com a finalidade de atingir o progresso econômico sem prejudicar o clima (e, conseqüentemente, toda biosfera) e, principalmente, promover o desenvolvimento dos países pobres com a transferência de tecnologia e de renda para os mesmos. A partir do MDL, países como o Brasil, China e Índia podem se beneficiar de projetos que atendam aos requisitos propostos pelo Protocolo de Quioto.

Atualmente, porém, o Protocolo de Quioto, ainda não foi colocado em prática. Para tanto, é necessário que pelo menos 55 países incluídos no Anexo 1 e que representem 55 % das emissões totais de gás carbônico ratifiquem o Protocolo. Dessa maneira, as Partes interessadas devem primeiramente assinar o Protocolo e, posteriormente, a ratificação será reconhecida quando os Congressos destes países estiverem de acordo com a resolução. No presente momento, 31 países<sup>14</sup> que representam cerca de 43,9% das emissões, já ratificaram o Protocolo que, por sua vez, entrará em vigor 90 dias após o nível mínimo estipulado de adesão for obtido.

### **4.3 – Redução Versus “Seqüestro” de Carbono**

O MDL é o único Mecanismo de Flexibilização viável para o Brasil e os outros países em desenvolvimento. Neste contexto, o país que estiver disposto a implementar o Mecanismo deve ter em vista duas alternativas economicamente viáveis para a geração de CER's:

- Eficiência Energética: consiste na substituição nos meio de produção das firmas e/ou a redução das externalidades decorrentes da linha de produção;
- Sumidouros de Carbono: consiste em retirar da atmosfera o excesso de carbono através de sua estocagem por meio de inovações tecnológicas, e/ou “seqüestro de carbono” obtido pelo processo de fotossíntese das árvores.

Os estudos sobre Eficiência Energética têm se desenvolvido muito durante os últimos anos. Independentemente da questão climática, sabe-se que os combustíveis fósseis são considerados não-renováveis, ou seja, daqui a cerca de 2 ou 3 séculos esses recursos

---

<sup>14</sup> Ver Apêndice 2

chegarão a exaustão e obrigará as indústrias de mundo todo a buscar tecnologias alternativas renováveis no sistema produtivo. Entre os métodos de energia renováveis<sup>15</sup>, podemos destacar:

- Energia Nuclear: produz grande quantidade de energia elétrica sem depender de questões climáticas e ambientais. Os principais problemas para sua implementação são os riscos de produção (energia nuclear é altamente tóxica e perigosa) e o alto custo de investimento e manutenção;
- Usinas Hidroelétricas: consiste na geração de energia pela força da água. Tem a vantagem de ser não poluente e ao mesmo tempo renovável, mas depende de questões climáticas e topográficas e pode acarretar no desflorestamento de florestas para sua implementação;
- Hidrogênio: obtido através do vapor d'água, é considerado não poluente e tem a vantagem de ser bastante abundante. Entretanto, a sua geração é considerada difícil (por meio de eletrólise) e os custos são extremamente altos;
- Energia Eólica: obtida pelos ventos, tem a vantagem de ser segura e não exaurível. Porém é desvantajosa em decorrência de altos custos e pelo fato da velocidade dos ventos ser altamente variável e imprecisa, ou seja, pode dificultar a previsão de geração de energia devido à dependência das variáveis climáticas. Depende ainda da topografia onde a produtividade eólica é maior em grandes altitudes;
- Energia Solar: É limpa, renovável e seus custos têm caído ao longo dos últimos anos. Tem a vantagem de poder ser usada mais facilmente na zona urbana do que as outras energias alternativas. No entanto, depende diretamente do clima (não há geração de energia quando a radiação solar não penetra na atmosfera) e possui certos riscos ambientais devido a utilização de alguns componentes tóxicos.

Além dos meios alternativos citados acima, a Eficiência Energética pode ser alcançada com alterações menos drásticas nos meios produtivos através da utilização de outros tipos de combustíveis que venham a substituir os fósseis. A cana-de-açúcar, por exemplo, é o principal insumo do álcool que pode substituir a gasolina na geração de

---

<sup>15</sup> Informações obtidas no site da UNFCCC

energia para vários tipos de veículos. Assim, a substituição de combustíveis pode ser suficiente para diminuir a incidência de externalidades, mas sua adoção dependerá da estrutura produtiva de cada firma. Dessa forma, podemos entender que o foco da Eficiência Energética está centrado na redução nos níveis dos gases efeito-estufa por meio de inovações tecnológicas no sistema produtivo.

Os “sumidouros”, por sua vez, objetivam a captura do carbono através de atividades que levem à sua estocagem. Os sumidouros naturais conhecidos pela ciência são as florestas e os oceanos, sendo que estes (os oceanos) ainda não estão sendo considerados nos Mecanismos de Flexibilização. Como foi dito anteriormente, a capacidade natural (sem a intervenção humana) de absorção de carbono pelos oceanos é relativamente baixa, pois grande parte do carbono absorvido é devolvida na para a atmosfera e o saldo líquido de remoção de carbono neste ciclo é razoavelmente baixo. Atualmente, a atenção do MDL volta-se então para as atividades florestais que têm a propriedade de absorver carbono pelo processo de fotossíntese, ou seja, as árvores retiram o CO<sup>2</sup> da atmosfera e liberam de volta o O<sup>2</sup> (oxigênio) garantindo o “seqüestro” do carbono. As atividades envolvendo o florestamento e o reflorestamento são denominadas LULUCF (Land Use, Land-Use Change And Forestry) e visam a redução dos níveis de gases de efeito-estufa via estocagem de carbono pelas florestas e/ou redução do desmatamento. Neste último caso, a atividade florestal visa a não liberação de carbono, pois a queima de árvores faz com que o carbono retido nelas volte para a atmosfera. O LULUCF tem sido objeto de diversas discussões e controvérsias nas COP’s devido justamente ao problema das conseqüências das queimadas (que podem ser causadas naturalmente) para a atmosfera. Quando acontecem as queimadas, todo o carbono retido é liberado novamente e o processo de seqüestro de carbono é anulado. A questão da “permanência” do carbono via atividades LULUCF, então, vem sendo questionada e dificultada, por enquanto, o consenso de sua eficiência nas COP’s.

Existem ainda pesquisas em andamento no mundo todo para alternativas artificiais de estocagem de carbono. Entre as diversas alternativas propostas<sup>16</sup>, as que surgiram recentemente “para seqüestrar bióxido de carbono são:

- Disparar torpedos de gelo seco nas profundezas dos oceanos;
- Fabricar carros a partir do carbono;

---

<sup>16</sup> Alternativas identificadas no texto obtido de Larry Lohmann

- Enterrar troncos ou restos orgânicos nos fundos marinhos;
- Plantar extensas áreas com organismos geneticamente modificados, para fixar carbono de forma mais eficiente ou produzir bioplástico mais durável, empregando carbono;

Outras possibilidades<sup>17</sup> que também se encontram em fase de estudo para combater a variação climática são:

- Injetar CO<sup>2</sup> em cavernas submarinas;
- Estimular o crescimento de algas que absorvam e cresçam às custas do dióxido de carbono nos oceanos.

Estas propostas parecem, à primeira vista, um tanto “mirabolantes” e de difícil implementação. De fato, estes sumidouros artificiais necessitam diversos estudos de viabilidade econômica e, como no caso anterior, precisam ser avaliados quanto à questão da “permanência”. Para que suas eficiências sejam reconhecidas, deve se ter a garantia de que estes processos são sustentáveis no longo prazo e que não permitam a liberação de CO<sup>2</sup> de volta para a atmosfera.

Os meios encontrados até o presente momento para combater o aquecimento global são, portanto, a Eficiência Energética e o LULUCF que ainda não está totalmente regulamentado. A Eficiência Energética tem certa vantagem sobre a LULUCF na questão da sustentabilidade, pois à medida que os combustíveis fósseis deixarem de serem utilizados no processo produtivo, o carbono permanecerá sob forma sólida na crosta terrestre e sua liberação para a atmosfera se tornará mais difícil. A Eficiência Energética tende a ser mais “eficiente”. O LULUCF, por sua vez, tem a vantagem de possuir mais praticidade. Investir em florestamento e reflorestamento requer menos recursos do que mudar toda a estrutura produtiva já existente nos países com economia de escala. É mais provável que seja menos dispendioso engajar em atividades florestais do que mudar todo um paradigma de uma sociedade dependente do consumo de combustíveis fósseis. Porém, o LULUCF é menos eficiente pois a fixação de carbono em árvores tem, a princípio, um caráter temporário. Ainda é preciso definir metodologias que garantam sua permanência para que se tenha credibilidade neste processo. Percebemos então que pode existir um *trade-off* entre as duas

---

<sup>17</sup> Informações obtidas no Seminário “O Poder do Homem Sobre o Clima” realizado no Planetário com os palestrantes Laura Valente de Macedo e Roberto Schaeffer no dia 19/05/03

linhas de ação: a Eficiência Energética garante maior eficiência, mas sua implementação tende a ser mais custosa e complicada; o LULUCF pode necessitar de menos recursos para investimento, porém não apresenta garantias de fixação permanente.

#### **4.4 – Certificação dos Projetos MDL**

Definida a estratégia de ação para implementar um projeto de MDL, seja através de LULUCF ou Eficiência Energética, necessita-se de mecanismos para garantir sua certificação. De nada adianta desenvolver projetos que não sejam reconhecidos pela sua eficiência e, conseqüentemente, sem possibilidades de comercialização. A certificação se torna então um ponto chave para aprovação e implementação de programas relativos ao MDL.

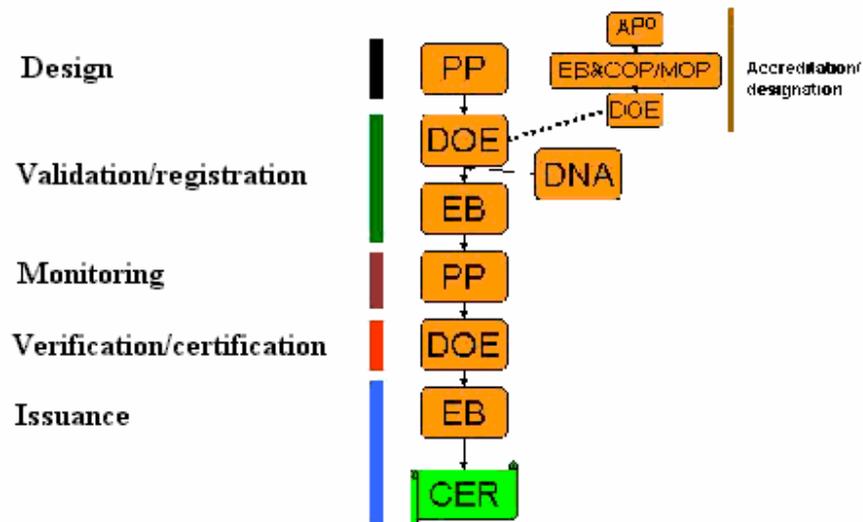
Os CER's (Certified Emission Reductions) deverão ser gerados nos países em desenvolvimento e correspondem a 1 tonelada de CO<sup>2</sup>. Sua validação depende de duas propriedades inter-relacionadas: a “linha de base” e a “adicionalidade”. A linha de base representa a estimativa do nível de emissão de gases poluentes sem a presença dos programas MDL. Significa a necessidade de estipular a quantidade de emissões futuras de CO<sup>2</sup> ou quanto deixaria de ser resgatado em sumidouros, na ausência de projetos que visem o combate ao aquecimento global. A partir do momento em que a linha de base é definida, deve-se estimar a quantidade de benefício que poderia ser gerada com a diferença entre o montante evitado e/ou resgatado de gases e o que realmente seria liberado conforme o previsto. Essa diferença entre os dois possíveis cenários trata-se do conceito de adicionalidade que representa o benefício obtido com os programas de MDL, objetivando a redução dos gases nocivos ao clima. Os projetos tornam-se então eficientes quando a adicionalidade for verificada, ou seja, quando as emissões de gases forem menores e/ou o seqüestro de carbono for maior do que na ausência de projetos.

Partindo dos conceitos vistos acima, recorreremos a um Modelo (“CDM Project Activity Cycle”)<sup>18</sup> para certificação dos projetos MDL. O Gráfico 03 ilustra as etapas necessárias para a geração de CER's.

Gráfico 03: Modelo Para Certificação de um Projeto MDL

---

<sup>18</sup> Informações do Modelo obtido no site da UNFCCC



Fonte: site da UNFCCC

A primeira etapa do Modelo (“Design”) representa a elaboração inicial do projeto pelos Participantes do Projeto (PP). O Comitê Executivo (AE), através das COP’s (EB&COP/MOP), delega uma Entidade Operacional (DOE) que tem a responsabilidade de examinar os projetos propostos. Com a aprovação do DOE, o projeto passa à fase seguinte de Validação e Registro (“Validation/Registration”). Neste momento, a Entidade Operacional, junto com a pré-determinada “Autoridade Nacional Designada para o MDL” (DNA), apresentam os relatórios dos estudos feitos sobre o projeto ao Comitê Executivo. Este, por sua vez, decidirá se irá aceitar ou não as metodologias propostas pelo DOE. Sendo aprovado, o projeto passa a ser devidamente validado e registrado. No período seguinte, chega-se a fase de monitoramento do projeto (“Monitoring”), quando os Participantes do Projeto colocarão em prática as metodologias previamente estabelecidas e se certificarão que os programas estão, de fato, gerando os resultados esperados. Posteriormente, a Entidade Operacional passará a verificar a validade dos relatórios obtidos pelo monitoramento dos Participantes do Projeto e, sendo satisfeitos os resultados, certificará o projeto MDL (“Verification/Certification”). Com a última aprovação da Entidade Operacional, o Comitê Executivo solicita finalmente a emissão do CER, formalizando

então os certificados transacionáveis de carbono que poderão ser aceitos por todas as Partes incluídas no Anexo 1 e que tenham ratificado o Protocolo (“Issuance”).

Analisando o Modelo de certificação, percebemos claramente a preocupação com dois elementos básicos para garantir a elegibilidade de um projeto MDL. Em primeiro lugar, o modelo demonstra a necessidade de uma hierarquia pré-definida para o consenso de aprovação de programas. A separação de poderes em Comitê Executivo, Entidade Operacional e Autoridade Nacional facilita a credibilidade nas resoluções apresentadas e aumenta a possibilidade de eficiência do MDL. Com várias etapas supervisionadas pelos diversos poderes no processo de certificação, os programas se tornam mais críveis. A outra preocupação é o monitoramento, onde existe a necessidade de verificar se os projetos têm a eficácia sugerida antes de se colocar os certificados no mercado. A teoria científica é necessária, mas não é suficiente para a geração de créditos. É necessário monitorar as atividades em andamento para se ter certeza de que estas efetivamente contribuem para a redução e/ou remoção dos gases de efeito-estufa.

De uma maneira geral, o preço do certificado está relacionado então com a credibilidade de sua eficiência e o funcionamento do Protocolo. Os projetos que apresentem as soluções mais críveis para a redução e/ou remoção de gases poluentes, tendem a ter mais procura que os outros e, portanto, terem um preço maior. Alternativamente, projetos que garantam a sustentabilidade e que promovam o desenvolvimento das comunidades dos países locais (premissa do desenvolvimento sustentável) tendem a serem mais “bem-vistos” pelas firmas interessadas nos certificados e conseguem assim, teoricamente, obter um melhor preço.

A demanda por certificados também provavelmente aumentará na medida que o Protocolo entre em vigor e as Partes incluídas no Anexo 1 responsáveis pela maior parte das emissões, participem do mercado. Os Estados Unidos, por exemplo, são responsáveis por quase 1/3 das emissões globais de CO<sup>2</sup> e, por enquanto, se mostram contrários à ratificação do Protocolo. Se o Protocolo finalmente entrar em vigor sem a entrada dos EUA, existirá um número “x” de firmas pertencentes ao Anexo 1 interessadas em comprar os CER’s para uma dada oferta, gerando assim uma demanda inicial. Se os EUA ratificarem o Protocolo, as firmas americanas deverão se adequar às novas normas e passarão a demandar também os CER’s. Dessa forma, mantendo a oferta de CER’s

constante, a entrada dos EUA no mercado de carbono acarretará num aumento no número “x” de firmas do Anexo 1, elevando conseqüentemente a demanda e o preço do CER.

#### **4.5 – A Formação do Mercado de Carbono**

O Protocolo de Quioto prevê que, quando pelo menos 55 Partes incluídas no Anexo 1 e que representem juntas 55 % das emissões tiverem ratificado o Protocolo, o mercado de carbono será formalizado. No atual momento<sup>19</sup>, o status de ratificação encontra-se com 31 países, que representam 43,9% das emissões.

Mesmo com a não-formalização do mercado, muitas firmas já estão se antecipando às resoluções através do financiamento de projetos e já transacionam de créditos de carbono (“early credits”). Este pré-mercado está sendo chamado de “grey market” que se caracteriza pelo comércio de créditos antes mesmo do Protocolo entrar em vigor. No momento em que o mercado for regularizado, as firmas que tiverem se antecipado poderão contabilizar esses créditos nas suas cotas pré-determinadas. Ou seja, quando o mercado de carbono estiver em pleno funcionamento, as empresas que transacionaram créditos antes da formalização, terão suas metas de reduções abatidas. Desse modo, o preço da tonelada do carbono no grey market é considerado, por enquanto, baixo tendo sua cotação por volta de U\$ 5,00. Este preço reflete a incerteza ainda existente da regulamentação do mercado, onde “não existem legislações domésticas ou internacionais que possam legitimar os direitos relativos a permissões ou créditos oriundos de projetos de seqüestro ou redução de emissões que estão em andamento”<sup>20</sup>. Com o baixo preço atual da tonelada do carbono, as firmas que esperam pela ratificação mínima necessária do Protocolo, encontram vantagens em se antecipar à legalização do mercado. Uma vez que a tendência esperada é o aumento do preço da tonelada de carbono com a entrada do Protocolo em vigor, os preços atuais são razoavelmente baixos. Segundo estimativas, o preço da tonelada no mercado mundial poderá chegar até a U\$75,00 no cenário mais otimista. Além da expectativa de legalização do mercado, o grey market pode ser justificado pelos seguintes motivos: “exercício de learning by-doing para um mercado que irá se formar, especulação de preços, de hedge

---

<sup>19</sup> Até o dia 20/06/03

<sup>20</sup> Artigo técnico “A Comercialização do Carbono”

parcial, desenvolvimento de novas oportunidades de negócio e de vantagens competitivas”<sup>21</sup>.

Ratificado o Protocolo, os programas MDL poderão seguir 3 modelos propostos para comercialização<sup>22</sup>:

- **Modelo Bilateral:** Neste caso, os investidores participam de uma operação direta com a emissão e compra de CER's de um determinado projeto MDL. A grande vantagem é a facilidade de transferência de tecnologias sustentáveis adotadas pelas firmas existentes nos países Anexo 1 para os Não-Anexo 1.
- **Modelo Multilateral:** Quando instituições públicas ou privadas visam a diversificação no portfólio de CER's através do financiamento de diversos programas de MDL. A idéia da diversificação é a diminuição do risco associado às incertezas de mercado e dos próprios projetos MDL, que podem atingir ou não às metas estabelecidas previamente.
- **Modelo Unilateral:** Financiando ou não projetos de MDL, as instituições adquirem CER's e operam de acordo com as condições do mercado, objetivando as melhores oportunidades de se obter lucro. Beneficiam-se com os custos de produção e os preços potencialmente altos da regulamentação do mercado de carbono.

Os Modelos acima descrevem, então, como poderão operar as transações relativas aos CER's. Porém, é intuitivo pensar que existem ainda dois elementos interligados que são necessários para a transação dos créditos em largas escalas. Em primeiro lugar, necessita-se definir uma **padronização** para os CER's. É preciso estabelecer um lastro nos créditos que garantam a credibilidade e ao mesmo tempo facilitem as transações. Os CER's devem ser reconhecidos por todos agentes envolvidos na comercialização para que o comércio venha ter uma grande longevidade. Não obstante, a uniformização pode garantir ainda a **liquidez** dos créditos e torná-los mais facilmente comercializáveis. Especificamente, é necessário transformar o CER em uma *commodity* para se tornar transacionável. Em segundo lugar, é necessário ter um **setor financeiro** desenvolvido para tal área. As bolsas de valores poderiam ter áreas específicas para tal comércio e, conseqüentemente, teriam a capacidade

---

<sup>21</sup> Artigo técnico “A Comercialização do Carbono”

<sup>22</sup> Elaborado pelo CEBDS

de aproximar mais eficientemente os compradores e vendedores interessados no MDL. Dessa forma, entendemos que a padronização dos CER's é um dos pré-requisitos necessários para o surgimento de um setor financeiro específico que atenda às regulamentações definidas do Protocolo. O setor financeiro, por sua vez, possibilita a diminuição dos custos de transação e dos riscos envolvidos nos projetos de MDL.

O mercado de carbono encontra-se, então, em forma de pré-mercado. Certos critérios que garantam a elegibilidade dos créditos precisam ser definidos de forma consensual e eficiente. Necessita-se ainda o surgimento de setores financeiros que sejam capazes de operar as transações de créditos conforme as especificações do MDL. E, evidentemente, é obrigatoriamente indispensável a ratificação mínima necessária do Protocolo entre as Partes comprometidas com as reduções de emissões. Como pode ser visto no Apêndice 3 e 4, a formalização do mercado depende fundamentalmente da participação de dois países: Estados Unidos e Rússia. Em 1990, os Estados Unidos representavam cerca de 28% das emissões globais de gases de efeito-estufa, enquanto a Rússia era responsável por 11%. Em 2000, os Estados Unidos somavam pouco mais de 38% das emissões totais<sup>23</sup>.

#### **4.6 – O Mercado de Carbono e a Política**

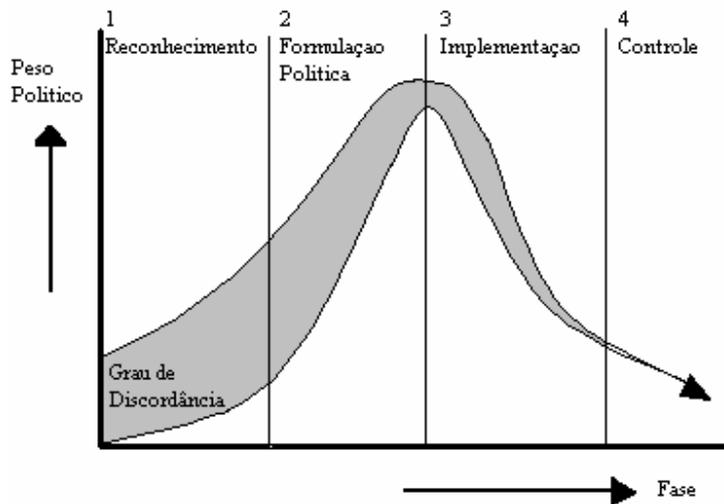
Certamente um dos fatores que mais influenciam a implementação de legislações e regulamentações de um mercado é o “jogo” de política. Em relação à criação do mercado de carbono, o consenso entre as instituições políticas se torna uma condição de fato necessária. Para ilustrarmos sua importância, recorreremos ao Modelo de “Ciclo de Vida da Política”<sup>24</sup> onde será estendido para a questão atmosférica. O Gráfico 04 ilustra as fases necessárias a serem percorridas para a implantação do mercado de carbono.

Gráfico 04 – “O Ciclo de Vida de uma Política”

---

<sup>23</sup> Não existem dados para a Rússia neste ano

<sup>24</sup> Adaptado de Jim MacNeill de “Além da Interdependência”



Fonte: Adaptado de Jim MacNeill

A primeira fase do ciclo de política para a questão do aquecimento global é o reconhecimento do problema. Nesta fase, o problema é reconhecido por pesquisadores e ambientalistas que divulgam relatórios que diagnosticam o problema. Como estamos lidando com diversas variáveis climáticas (de difícil previsão e quantificação) incertezas surgem no processo. Desse modo, a etapa se caracteriza por debates e discussões referentes ao assunto que evidenciam assim o alto grau de discordância no momento. Conseqüentemente, o peso político é razoavelmente baixo devido ao grau de incerteza existente acerca do assunto. Numa medida temporal, podemos identificar que esta fase foi marcada em meados do século XX e principalmente nos anos 80, com surgimento do IPCC e suas divulgações de relatórios que apontavam a responsabilidade humana no aumento da concentração de gases nocivos ao meio ambiente e as conseqüências catastróficas para o clima.

A segunda etapa se torna a mais crítica no processo político. A identificação do problema a ser resolvido e a diminuição no grau de incerteza levam diversos setores da sociedade a cobrar dos políticos uma solução. Nesse momento, as entidades preocupadas com o tema buscam resoluções efetivas para contornar a problemática situação. Porém, existem grupos de interesses que certamente terão muito a perder com a formulação de legislações e mecanismos que visem o controle das emissões e deverão assim oferecer uma certa resistência. Particularmente, empresas que adotam tecnologia suja (à base de

combustíveis fósseis) serão as mais afetadas no caso de imposição de novas regras de limitação de emissões. Muitas dessas empresas mantêm *lobbies* nos congressos que visam a manutenção de seus interesses, acarretando dessa maneira, um aumento do peso político na formulação de medidas para o combate ao aquecimento global. Ou seja, medidas que prejudiquem diretamente as empresas que detém prestígio político, têm maiores dificuldades de serem aprovadas. Entretanto, a crescente pressão da sociedade pode ser um fator impulsionador para se chegar à regulamentação dos mecanismos. Esta etapa pode ser verificada entre a “Eco-92” e a atualidade, tendo na COP-3, em Quioto, o momento mais importante na formulação de mecanismos sustentáveis previstos no Protocolo. A não ratificação de países importantes no combate à variação climática como os EUA, a Rússia e Austrália configuram os grandes entraves políticos que estes países se encontram. Mas a crescente conscientização ambiental nas últimas décadas nas diversas esferas da sociedade, configura a pressão para se encontrar meios tangíveis para solucionar a questão. Considerando este segundo trecho do Gráfico 04, ainda é cedo afirmar em que ponto da curva estamos exatamente. A realização de diversas COP’s ao longo dos últimos anos e o conseqüente aumento do consenso entre as Partes em relação aos mecanismos propostos, tendem a indicar que estamos perto do ponto de inflexão. Porém, como será visto mais adiante, existem ainda alguns problemas que possivelmente adiarão por algum tempo a regulamentação dos Mecanismos de Quioto e, conseqüentemente, do mercado de carbono.

A fase 3 do ciclo torna-se o momento de implantação do mecanismo. Num primeiro instante, o peso econômico negativo nas firmas deverá ser consideravelmente alto. Estas terão que se adequar às novas regras que implicarão em novos custos. Seja por meio de substituição de tecnologia ou por atividades de seqüestro de carbono, as firmas deverão incorrer em gastos que não incidiam antes. Porém, a partir do instante que há um consenso que tais medidas resolverão o problema e o impacto inicial é superado, o peso político tende a ceder e o grau de discordância tende a desaparecer. A preocupação muda de foco e passa da efetividade para a eficiência das políticas. A importância se centra em garantir que os mecanismos adotados sejam de fato cumpridos entre as Partes acordadas. Este momento, em particular, se caracterizaria pela formalização e funcionamento do mercado de carbono.

O último passo a ser alcançado é o controle. Nesta ocasião, o mecanismo se torna sustentável e os problemas de política e discordância chegam a níveis bem mais aceitáveis.

O problema torna-se então internalizado e, de certa forma, resolvido. O controle dá margem à novas negociações que diminuam as obrigações antes adotadas. Com o problema contornado, certas regras podem ser até mesmo “afrouxadas” para atender a certos padrões de progresso. O monitoramento, porém, deve continuar sendo feito para o problema não regressar novamente.

Entendemos assim que o processo político não pode ser ignorado no avanço de decisões que visam o combate ao aquecimento global. A tão esperada passagem da etapa 2 para a etapa 3 do modelo será determinante para o sucesso dos Mecanismos de Flexibilização propostos. Mas como e quando se dará tal mudança? Ainda não existe uma estimativa precisa de tempo que determine esta transformação. É possível que dure anos ou talvez décadas, mas a idéia é que, somente quando o processo de debates e discussões a respeito da viabilidade de implementação tiver chegado a um nível global aceitável de consenso, o ponto de inflexão será finalmente alcançado. O “Ciclo de Vida de uma Política” nos auxilia a entender, então, a importância que determinados grupos políticos e o nível de consenso no processo decisório no problema do aquecimento global.

#### **4.7 – A Análise Econômica**

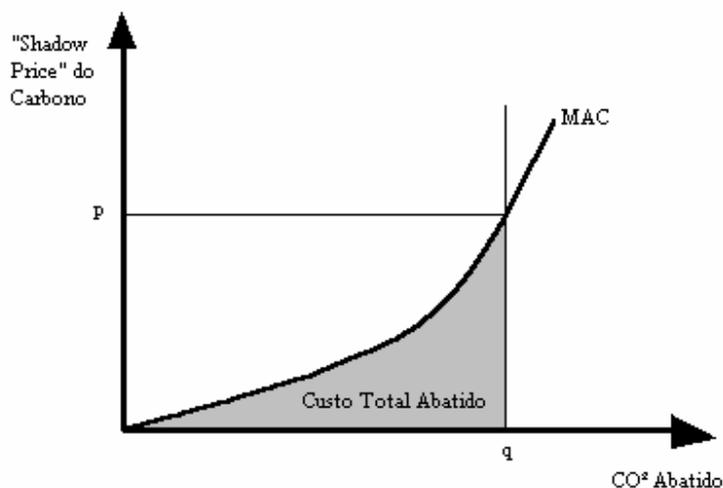
As Curvas Marginais de Abatimento (MAC – “Marginal Abatement Curves”) podem ser usadas para demonstrar as vantagens que surgem quando se estabelece o comércio de emissões<sup>25</sup>. O modelo EPPA (Emissions Prediction And Policy Analysis) indica os potenciais ganhos de comércio entre as Partes envolvidas através da análise de suas MAC’s. Considerando um período de tempo específico, a Curva Marginal de Abatimento pode ser definida como o custo de se reduzir uma unidade adicional de gases poluentes de acordo com o Protocolo de Quioto. De uma maneira mais formal, as MAC’s indicam os “Preços Sombra” (Shadow Prices) das metas acordadas em relação a quantidade reduzida de emissões. O Gráfico 05 ilustra o comportamento das MAC’s: o eixo vertical representa o Preço Sombra e o horizontal mede a quantidade total (em toneladas) de dióxido de carbono abatido. A curva é positivamente inclinada: quanto maior a quantidade de carbono abatida, mais dispendioso será para as Partes atingirem tal meta. Qualquer ponto situado na curva

---

<sup>25</sup> Informações obtidas do texto de Denny Ellerman & Annelène Decaux

( $p, q$ ) configura o custo marginal de uma determinada Região em abater uma tonelada de carbono. Dessa forma, o custo total de abatimento pode ser obtido através do cálculo de integral da área abaixo da curva.

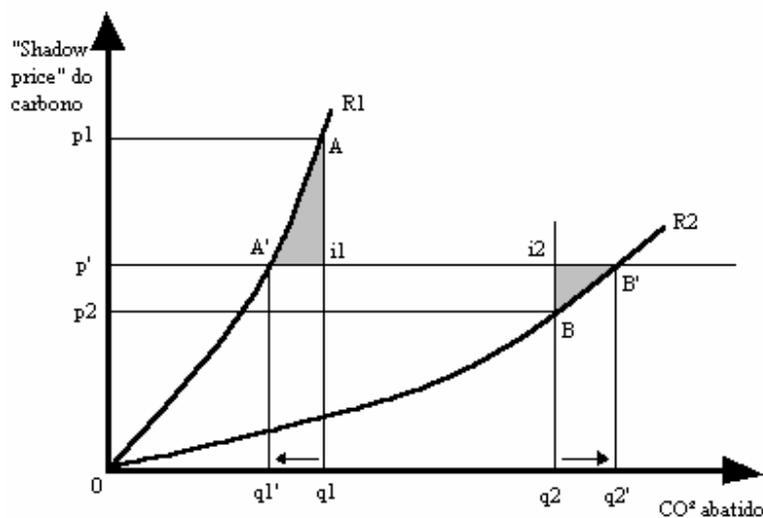
Gráfico 05 – A Curva Marginal de Abatimento (MAC) para uma Dada Região



Fonte: Adaptado de Denny Ellerman

O fator determinante para se definir, então, o padrão de comportamento de uma determinada Parte no processo de redução de emissões é o cálculo da MAC. Intuitivamente, podemos imaginar que os países podem adotar tecnologias díspares nos setores produtivos, possuem estruturas econômicas diferentes, aspectos geográficos e energéticos distintos, etc... Com isso, as MAC's variarão de país para país e a lógica nos permite afirmar que os países que possuem as curvas mais baixas tenderão a obterem maiores vantagens com a regulamentação de um comércio de emissões. O Gráfico 06 mostra como o comércio pode beneficiar ambas as Partes envolvidas, dada a hipótese de ratificação mínima necessária para a legitimação do Protocolo. Não obstante, o modelo aponta as perdas incorridas se o comércio não fosse adotado.

Gráfico 06: Os Ganhos com o Comércio e as Perdas Sem o Comércio



Fonte: Adaptado de Denny Ellerman

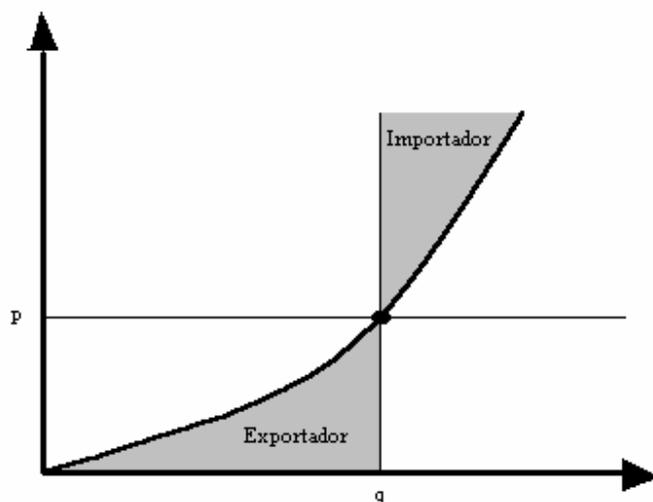
Como pode ser notado no Gráfico 06, a Região 2 (R2) possui uma MAC menor e, portanto, um custo menor para abater uma unidade adicional de CO<sup>2</sup>. Tal propriedade fornece à Região 2 a condição de permissão para emitir, ou seja, os menores custos de abatimento oferecem um potencial comércio entre as duas Regiões, sendo a R1 (com maiores custos) a compradora e a R2 a vendedora. As duas Regiões terão incentivos em manter o comércio, pois seu resultado final será a redução do custo total de abatimento para ambas.

Para ver mais claramente, vamos considerar a situação obtida sem a criação do comércio. O custo marginal (e o preço) de abatimento para R1 e R2 são, respectivamente,  $p_1$  e  $p_2$ . Dessa maneira, os custos totais incorridos pelas duas Regiões são calculados através das áreas “A0q1” e “B0q2”. Neste caso, os custos de abatimento equivalem, então, aos custos totais.

Quando o comércio é iniciado, o preço sombra incorrido pelas Regiões se torna o mesmo, tornando o custo marginal para ambas igual a  $p'$ . Dessa forma, R1 compra os direitos de poluir no montante  $q_1 - q_1'$  que equivale à quantidade  $(q_2' - q_2)$  vendida por R2. A quantia gasta por R1 torna-se  $p'(q_1 - q_1')$  e a recebida por R2 soma  $p'(q_2' - q_2)$ . Com o comércio estabelecido, os custos totais de abatimento das Regiões efetivamente caem. No caso da R1, o custo total é medido pela área  $A'0q_1'$  que representa o custo de abatimento com a permissão adquirida para poluir, mais o montante gasto no comércio que pode ser

calculado através de  $p'(q_1 - q_1')$  ou da área retangular equivalente  $A'i_1q_1q_1'$ . Esta soma ( $A'0q_1' + A'i_1q_1q_1'$ ) é, de fato, menor que a área  $A0q_1$  incorrida sem a presença do comércio. Similarmente, o R2 também melhora seu bem-estar dado que a área  $B'0q_2'$  resultante do comércio menos a quantia recebida através do comércio  $p'(q_2' - q_2)$  (ou a área  $i_2B'q_2'q_2$ ) resulta em um montante menor do que  $B0q_2$  (sem comércio). As áreas rasuradas na figura ( $i_1A'A$  e  $i_2B'B$ ) ilustram de forma evidente os ganhos obtidos com a adoção do comércio. Logo, ambas as Regiões estarão em melhor situação com do que sem o comércio. Ou seja, dadas as imposições do Protocolo, as Regiões terão incentivos a entrarem num comércio de emissões com o objetivo de minimizar os custos de abatimento de CO<sup>2</sup>.

As MAC's podem ser usadas ainda para determinar a demanda e a oferta dos créditos de carbono. O Gráfico 07 mostra quando uma região deverá “exportar” ou “importar” os direitos de emissões. A linha vertical representa a quantidade de abatimento estipulada pelo Protocolo de Quioto. Sem a possibilidade de comércio, a quantidade de abatimento necessária será dada pela interseção entre o preço “P” e a quantidade “q”. Com a adoção do comércio, surgem as possibilidades de vender ou comprar créditos: se o preço de mercado for menor que a MAC, a região terá incentivos em comprar as permissões de emissão em outra região, tornando-se um importador; de maneira análoga, se o preço de mercado for maior que a MAC será mais vantajoso para a região investir no abatimento de emissões e, com isso, exportar o montante equivalente da quantidade excedente para as outras regiões que demandarem os créditos.



Adaptado de Denny Ellermann

O comércio de permissão para emissões, então, pode ser uma solução economicamente viável para as Partes compromissadas com os limites adotados pelo Protocolo. Dada que a redução na quantidade de abatimento na Região 1 é compensada totalmente pelo aumento da quantidade abatida na Região 2, o impacto na atmosfera será o mesmo nas duas situações (com e sem comércio). Mas para os agentes econômicos em geral, o comércio gera a minimização e torna-se conseqüentemente mais atrativo. As áreas rasuradas no Gráfico 06 representam a economia gerada para ambas as Partes quando o comércio é adotado. As MAC's podem ainda ajudar a estabelecer um padrão de exportação/importação para cada região dependendo do preço de mercado

#### 4.8 – A Questão Contábil

A evidência da responsabilidade humana sobre o processo acelerado de aquecimento global nos últimos tempos é praticamente inquestionável. As externalidades provocadas pelo uso abusivo de combustíveis fósseis, pelas queimadas, desflorestamento, etc... tiveram por efeito o lançamento maciço de carbono e outros elementos nocivos na atmosfera. Mas por que não houve a preocupação com a internalização do problema desde o começo da atividade industrial humana? Que fatores levaram (e ainda levam) a ignorar a externalidade decorrente da atividade antropogênica?

Entre diversos elementos, um fator crucial deve ser levantado: a contabilidade. A contabilidade não leva em conta as externalidades ambientais decorrentes do processo de produção. As firmas e indústrias em geral não têm a preocupação de contabilizar a quantidade de poluição que foi liberada no ar. Se, por exemplo, uma determinada firma adquire um equipamento cujo funcionamento depende da utilização de combustíveis fósseis, a quantidade de carbono emitida não entrará na contabilidade final da empresa tornando-se um problema para o meio ambiente. Ou seja, no final do processo contábil somente serão efetuados os lançamentos referentes à aquisição, utilização e depreciação do equipamento, mas não serão considerados os impactos ambientais gerados.

A nível macroeconômico, a questão ambiental foi ignorada por muito tempo. A origem dos Sistemas de Contas Nacionais objetivava avaliar o desempenho das variáveis econômicas em determinado período de tempo<sup>26</sup>. O desenvolvimento inicial das Contas começou nas décadas de 30 e 40, mas somente em 1953 a ONU propôs o Sistema de Contas Nacionais (SNA) sendo depois revista em 1958, 1968 e 1991. Entretanto, mesmo depois das revisões, os recursos naturais não receberam a devida importância e, portanto, não são contabilizados no âmbito do SNA. A Fronteira de Produção (da qual depende a medida do PIB) não computa as variáveis ambientais pelo fato de estas não serem geradas no setor produtivo e, conseqüentemente, não afetarem o cálculo da renda. Dessa forma, a mensuração do PIB ignora o conceito de exaustão ambiental, mesmo que o país venha a sofrer conseqüências futuras pela atividade predatória dos recursos ambientais. Subentende-se que a preocupação com o nível de atividade corrente é determinante para medir a riqueza de um país em determinado instante, porém a utilização descontrolada dos insumos ambientais (principalmente os não-renováveis) não é quantificada e poderá levar a quedas futuras do nível de renda. Ou seja, como a economia está voltada para resultados de curto prazo para garantir a atividade produtiva com o máximo do seu potencial, as questões ambientais recebem menor importância, pois o seu processo de exaustão tenderá a ser sentido apenas no longo prazo. O cálculo do PIB, então, tende a demonstrar resultados “enviesados” onde a exploração dos recursos naturais é sempre considerada como ganho para o país em determinado período, mas poderá levar ao seu racionamento no futuro

---

<sup>26</sup> Informações obtidas do livro de Ronaldo Seroa da Motta, “Contabilidade Ambiental: Teoria, Metodologia e Estudos de Casos no Brasil”

levando a perdas no longo prazo. Como aponta Ronaldo Seroa da Motta, “os custos de mitigação decorrentes de problemas ocasionados pela degradação dos recursos naturais são vistos como acréscimo do nível de atividade, como é o caso de despesas ocasionadas por despoluição ou descontaminação do meio ambiente”.

As variáveis ambientais podem ser classificadas com exauríveis e não-exauríveis (ou de fluxo). A atmosfera costuma ser enquadrada como não-exaurível porque existe a possibilidade de restauração aos seus níveis originais através da ação humana ou até mesmo, mais demoradamente, pela natureza. Porém, a sua degradação em larga escala poderá levar (como foi visto no Capítulo 3) a uma série de problemas econômicos, sociais e ambientais no longo prazo<sup>27</sup> e o tempo de recuperação poderá ser incerto. Como a permanência do carbono na atmosfera pode durar dezenas de décadas (de 150 a 200 anos), a disponibilidade de “ar limpo” para as próximas gerações deverá ser comprometida, levando a sua relativa “exaustão”<sup>28</sup>. Logo, mesmo o ar sendo não-exaurível, o “ar limpo” poderá ser reduzido e os efeitos da poluição ocasionada por emissões podem ser irreversíveis implicando em perda de utilidade e bem-estar para as gerações futuras. A questão atmosférica deve ser analisada, portanto, como uma variável não-exaurível, mas ao mesmo tempo não deve ser ignorada a capacidade de gerar impactos permanentes e de longo prazo. Assim, a questão a ser tratada recai no problema das externalidades e seu foco deve ser analisado de maneira intratemporal e intertemporal: os debates acerca do assunto devem estar centrados nos efeitos das emissões dos gases poluentes em um determinado período de tempo, mas não deverão ser omitidos os seus impactos futuros.

Existem, assim, 3 linhas diferentes de soluções propostas para a questão de variáveis de fluxo<sup>29</sup>. A primeira enfatiza que as “despesas defensivas” (defensive expenditures) não deveriam ser contabilizadas no cálculo do PIB. Essas despesas se referem a atividades decorrentes da degradação ambiental, ou seja, despesas que são efetuadas para evitar ou corrigir as externalidades do processo produtivo. A idéia é fazer com que estes gastos não

---

<sup>27</sup> No Capítulo 3, foi visto que o aumento da concentração de gases nocivos ao efeito-estufa poderá levar a futuras perdas na agricultura nos países tropicais, aumentos de doenças cardio-respiratórias, desaparecimento de cidades litorâneas, perda de biodiversidade, e etc...

<sup>28</sup> O economista Ronaldo Seroa da Motta afirma que a utilização do ar não levará ao seu esgotamento ao classifica-lo como não-exaurível. Mas em termos de aquecimento global, o “ar limpo” que permite a temperatura ideal para as condições básicas de vida poderá ser extinto por bastante tempo, ou até mesmo não poder ser revertido.

<sup>29</sup> Obtido no livro de Ronaldo Seroa da Motta.

sejam contabilizados como ganhos para a economia de um país. Atividades que tentem eliminar a degradação atmosférica não devem ser vistas como contribuição adicional para o produto, pois estão na verdade compensando uma perda ambiental.

A segunda forma proposta é subtrair do PIB as despesas que seriam necessárias para impedir a poluição atmosférica. Neste caso, deve-se quantificar o quanto é necessário gastar para evitar a poluição e retirá-lo do produto final. Diferem-se das “despesas defensivas” pois estes são gastos que deveriam ser efetuados, mas não foram.

A terceira abordagem é a introdução das variáveis ambientais como variáveis econômicas. Neste caso, as contas ambientais são divididas em 2 lançamentos: no crédito com a quantia que seria gasta pelos agentes para manter ou recuperar os benefícios gerados pelo meio ambiente (aumentando assim o produto); e no débito com os custos ocasionados pelas externalidades decorrentes do processo produtivo (diminuindo o produto). O saldo final representa o saldo de benefícios e perdas referentes à questão ambiental e ocasionará no aumento ou diminuição do produto.

Em todas as situações abordadas, o traço comum encontrado entre elas é a proposição da redução do PIB devido às perdas acarretadas das externalidades negativas no processo produtivo. É factível entender que uma das origens do problema do aquecimento global está no sistema adotado de contabilidade, onde não são imputadas as perdas que o país e a sociedade incorrem com o excesso de emissões. A não inclusão dessas perdas caracterizou-se pela omissão dos formadores de política sobre o assunto e foi ocasionando, ao longo do tempo, o aumento de concentração dos gases efeito-estufa.

Porém, as externalidades têm a propriedade de serem de difícil mensuração e de consenso. É problemático quantificar o verdadeiro impacto marginal de uma tonelada adicional de carbono no ar e o quanto os agentes econômicos estariam dispostos a pagar para evitar tal processo. De qualquer maneira, existe a necessidade de remodelar o sistema de contas com a finalidade de incluir as variáveis ambientais para, então, impulsionar as instituições nacionais em planejarem a utilização ótima dessas variáveis de forma intratemporal e intertemporal, atendendo ao conceito do Desenvolvimento Sustentável. A partir do momento em que as Partes reconhecerem as perdas ambientais originadas pelo excesso de emissão de carbono e outros gases, e decidirem adotar um sistema contábil que

inclua tais perdas, o sucesso do Protocolo de Quioto terá mais chances de se tornar uma realidade.

#### **4.9 – As Barreiras Para Implementação do Mercado de Carbono**

O Protocolo de Quioto, de fato, foi a primeira alternativa que propôs mecanismos economicamente viáveis para a solução da variação climática. Entretanto, existem algumas barreiras em diversos âmbitos (políticos, sociais e econômicos) que dificultam a implementação e manutenção das soluções previstas no Protocolo. As principais dificuldades encontradas e as questões ainda bastante debatidas são:

- **A Questão ética:** Muitos ambientalistas questionam o comércio de emissões. Diversas entidades criticam os mecanismos previstos no Protocolo pelo fato da possibilidade da poluição se tornar uma mercadoria transacionável. Os ativistas propõem que as nações substituam as tecnologias sujas nos meios produtivos por energias renováveis ou que pelo menos reduzam os níveis de emissões para níveis mais aceitáveis, sem a possibilidade de comércio com os outros países. A idéia é que o ar não pode ser considerado um bem de mercado e sim um bem que é usufruído por todos, onde não há proprietários que legitimem o seu uso. Sob esta ótica, a contribuição para redução de emissões deve ser então de forma voluntária onde cada país, tendo quantificado os dados relativos à sua participação na poluição atmosférica, terá que buscar alternativas que internalizem a externalidade dentro do seu próprio território. Existe ainda o temor que os certificados de carbono possam ser manipulados por especuladores que não tenham o compromisso com a redução das emissões e os utilizem para obter lucros. A necessidade de combater o aquecimento global não deve ser misturada com a oportunidade de ganhos financeiros pelos agentes econômicos. A possibilidade de comercialização de certificados tem por objetivo reduzir os custos de abatimento entre as Partes compromissadas com as reduções e não o enriquecimento de especuladores no mercado financeiro.

- Florestas versus Monocultura: Outro problema a ser enfrentado é a questão dos projetos LULUCF. Ao que tudo indica, se estes projetos forem realmente aprovados, surgirá o problema de como serão feitos o florestamento e o reflorestamento. A partir do momento em que o seqüestro de carbono por árvore se tornar legítimo, a demanda por tais projetos aumentará. Com isso, aumentarão os incentivos dos produtores interessados em cultivar as espécies botânicas com os melhores “custo-benefício”, ou seja, procurar os tipos que garantam maiores taxas de absorção para uma específica região<sup>30</sup> e ao mesmo possuam os menores custos de implantação e manutenção. Dessa forma, as atividades LULUCF correm o risco de representarem verdadeiras monoculturas, onde a espécie mais rentável deverá ser cultivada única e exclusivamente em determinadas áreas. Sabe-se que monoculturas se caracterizam pela grande perda de biodiversidade e, portanto, estas atividades poderão acarretar na extinção de inúmeras espécies e ferindo assim uma das premissas do Desenvolvimento Sustentável.
- Vazamentos: Outro problema relacionado aos projetos de fixação (principalmente os LULUCF) é a questão da eficiência de manter o carbono retido. Como foi visto anteriormente, os programas de seqüestro de carbono têm a desvantagem de apresentar incertezas quanto à sua permanência no longo prazo. Quando há um incêndio em uma floresta destinada a atividades LULUCF, por exemplo, o carbono retido no processo de absorção voltará para atmosfera. A situação se torna ainda pior pelo fato dos certificados gerados por tal atividade permitirem as emissões de dióxido de carbono pelas firmas que os compraram. O que acontece é que, neste caso, o efeito final do programa de fixação de carbono se mostra perverso. Além do fato do carbono seqüestrado ter sido liberado depois de algum imprevisto (aumentando a concentração de gás carbônico na atmosfera), as firmas continuarão emitindo a poluição excedente por terem comprado as permissões para poluir (aumentando a concentração mais ainda).

---

<sup>30</sup> Certos tipos de espécies têm maiores rendimentos em determinados climas, solos, altitudes, etc... A escolha da melhor espécie para seqüestro de carbono irá depender das condições específicas de cada lugar.

Existe ainda, para o caso específico do LULUCF, a questão da limitação das árvores em fixar carbono. O processo de retenção de carbono só acontece quando a floresta está em crescimento. Quando chega ao seu ápice, a floresta não sequestra mais carbono e, portanto, não contribui mais para a redução do aquecimento global. Tal propriedade pode se refletir na queda da demanda e, conseqüentemente, no preço destes certificados de carbono tornando-se assim outro elemento complicador para a adoção do comércio de emissões.

- **Padronização dos Certificados:** Há a necessidade de se estabelecer um padrão para os certificados para que sejam reconhecidos entre as Partes e ao mesmo tempo garantam liquidez. Entretanto, tal tarefa não é fácil pois existe a dificuldade de se estabelecer a quantidade de carbono que cada atividade pode abater. As pesquisas sobre as atividades que visem a redução ou seqüestro de carbono estão ainda em andamento. Quando estas forem concluídas, a mensuração terá mais credibilidade, facilitando a adoção de um padrão comum para as atividades elegíveis.
- **Contabilidade Micro e Macroeconômica:** Como foi abordado anteriormente, é necessário incluir no cálculo contábil as externalidades decorrentes do processo produtivo para que as firmas e as Partes possam internalizar o problema. Porém, esta inclusão ainda não é tão fácil. Existem muitos debates sobre o assunto e ainda não se chegou a um consenso de como colocar as variáveis ambientais no processo contábil. Mas é extremamente importante que se chegue a um novo padrão de contabilidade para que o mercado consiga ser regulamentado.
- **Incertezas Quanto à Eliminação do Problema:** O fato do aquecimento global acelerado das últimas décadas estar relacionado à ação humana é inquestionável no meio científico. Porém, não há consenso de que os Mecanismos propostos no Protocolo de Quioto serão suficientes para deter o problema. O Protocolo prevê políticas de reduções ou seqüestros de carbono, mas não garantem a eliminação completa da poluição atmosférica. A redução em 5,2% (em média) para as Partes industrializadas é considerada insuficiente

para deter o processo de aquecimento global. Outros estudiosos<sup>31</sup> apontam ainda que a solução para a questão deve estar associada à mudança no padrão de consumo, que deveria se voltar para produtos ecologicamente sustentáveis.

- **Mudança de Paradigma das Firms:** A mudança de padrão de consumo está intimamente relacionada com a estrutura produtiva das firmas. Para que esta mudança seja possível, é necessário que a estrutura tecnológica nos setores produtivos também mudem, através da adoção de energias alternativas (renováveis) e de utilização de insumos que não levem à exaustão ambiental. Isto se configura como uma grande mudança de paradigma no pensamento econômico atual que poderá, assim, dificultar a transição dos modos de produção conservadores para meios ambientalmente sustentáveis.

Uma das dificuldades presente na mudança de paradigma é justamente o fato das energias renováveis também apresentarem desvantagens para o meio ambiente. O hidrogênio, por exemplo, precisa liberar carbono (porém em menor quantidade) para conseguir gerar energia, não se tornando 100% limpa. A energia nuclear também não é considerada tão atrativa pelo fato de ser altamente tóxica e perigosa durante o seu processo de geração.

- **“Desenvolvimento dos Subdesenvolvidos”:** Uma questão pertinente quanto à questão da justiça de responsabilidades de cada Parte na emissão de gases poluentes é: O que acontecerá quando (ou se) os países subdesenvolvidos se desenvolverem? Os EUA argumentam, por exemplo, que a China e outros países considerados Não-Anexo 1 possuem tecnologias predominantemente sujas e contribuem também para o aumento de concentração de CO<sup>2</sup> na atmosfera. Porém, estes países ainda não atingiram o nível de industrialização e desenvolvimento requeridos e teriam, teoricamente, o direito que os mesmos Países Anexo 1 tiveram, no passado, em utilizar os combustíveis fósseis em larga escala para promover o progresso econômico. Como frisa Ronaldo Seroa da Motta<sup>32</sup>, “o objetivo principal dos três países [Brasil, China e Índia] é o crescimento econômico (...). As aspirações econômicas criarão fortes

---

<sup>31</sup> Laura Valente e Roberto Schaeffer durante a palestra realizada no Planetário no dia 19/05/03

<sup>32</sup> Obtido através do Texto para Discussão do IPEA “O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e o Financiamento do Desenvolvimento Sustentável no Brasil”

incentivos para o desenvolvimento de fontes de energia comercial – a maior parte delas vindo do carvão ou outro combustível fóssil se as atuais tendências prosseguirem”. Como estes países Não-Anexo 1 não possuem restrições quanto às reduções de emissões, poderiam implementar certas atividades elegíveis sob o Protocolo de Quioto (e receberem renda pelos certificados), mas ao mesmo tempo teriam a possibilidade de continuar usando tecnologias sujas em outras atividades (continuando com o problema da poluição atmosférica).

- Coordenação Macroeconômica: Seguindo o raciocínio anterior, a coordenação entre os países pode ser um grande fator complicador. Como o Protocolo prevê que sua regulamentação precise de apenas 55 países do Anexo 1 que representem 55% das emissões globais de gases de efeito-estufa, existe a possibilidade dos países Não-Anexo 1 altamente poluentes e até mesmo outros países Anexo 1 que não ratificaram o Protocolo, se beneficiarem com os resultados dos Mecanismos que visam o combate ao aquecimento global. Mais especificamente, estes países irão se beneficiar com o esforço dos outros que se compromissaram com as reduções propostas. Isto cria um incentivo para que os países Anexo 1 não venham a ratificar o Protocolo, comprometendo então o clima terrestre no longo prazo.

Entre todas as dificuldades citadas acima, a que mais se torna mais importante é a questão da Coordenação Macroeconômica. O Protocolo falha em não estabelecer penalidades para os países que desviarem das políticas propostas de abatimento de emissões. Os países que não ratificaram o Protocolo poderão desfrutar dos benefícios gerados pelos outros que se esforçarão para atingir as metas previstas. Cria-se então o incentivo para os países que não ratificaram em “pegar carona”, ou seja, surge o problema do “*free-rider*”. Como é visto na teoria dos jogos, a presença do carona pode levar a um equilíbrio não ótimo no modelo. Sabendo que as outras Partes se comprometerão com as reduções e o Protocolo entrará em vigor, um determinado país Anexo 1 poderá considerar que não precisará incorrer em custos necessários para abater as emissões e, portanto, não ratificará o Protocolo. Se a maioria agir da mesma forma, o Protocolo não conseguirá o mínimo necessário e não será regulamentado. Voltando ao Gráfico 04 (Ciclo de Vida de

Uma Política), a segunda etapa identificada como formulação de política não alcançaria o ponto de inflexão necessário para a legalização do mercado, e o problema continuará existindo.

Ampliando o raciocínio, o problema do carbono pode surgir mesmo depois de ratificado o Protocolo. Supondo que seja alcançado o mínimo previsto de Partes interessadas, outras continuarão poluindo no mesmo ritmo que antes e a atmosfera continuará refém dos efeitos perversos da alta concentração de carbono. Neste momento, cria-se novamente o incentivo das Partes que ratificaram o Protocolo em desviar do equilíbrio, levando ao final uma situação não ótima. Isto implica que todos estarão em situação pior se não houver uma coordenação macroeconômica eficiente. Novamente analisando o Gráfico 04, a terceira etapa não se encontraria de maneira estável sem a coordenação macroeconômica, levando as decisões de política de volta à segunda etapa.

A situação enunciada pode ser compreendida no contexto da caracterização da atmosfera: sendo esta um bem público, existe um grande problema em se definir os direitos de propriedade e o grau de responsabilidade de cada país no processo de poluição. Além dessas questões, cada indivíduo valora o bem público de forma diferente fazendo com que existam discordâncias quanto à verdadeira importância do ar a nível regional e global. No caso específico do aquecimento global, existe ainda o problema do longo prazo onde a economia tem dificuldades de lidar. Neste contexto, fica evidente que o Teorema de Coase<sup>33</sup> não pode ser aplicado no mercado de carbono, pois há a necessidade de uma legislação que venha a regular este mercado. É mais do que necessário estabelecer instrumentos legais que venham a punir os países que desviem do equilíbrio ótimo para então se garantir o resultado eficiente. As penalidades a serem criadas precisam necessariamente ter o peso de lei.

---

<sup>33</sup> Coase afirmava que quando os direitos de propriedade são bem definidos e os custos de transação são nulos, os participantes do mercado organizarão suas transações de modo a alcançar resultados eficientes. No caso da atmosfera, os direitos de propriedade não podem ser definidos fazendo com que o Teorema não seja válido, ou seja, precisa-se de uma instituição reguladora para que se corrija a externalidade.

## 5 – O Caso Brasileiro

O Brasil, pelo fato de pertencer ao grupo Não Anexo1, poderá participar do comércio de certificados a partir do MDL. Muitas instituições já estão se antecipando às resoluções das COP's e investindo em programas brasileiros de certificação.

O grande potencial do Brasil no MDL está ligado às atividades LULUCF. Tão logo aprovada a resolução que certifique créditos originados de atividades florestais para fixação de carbono, a demanda para estes projetos certamente aumentará no país. Como aponta Ronaldo Seroa da Motta<sup>34</sup>: “as oportunidades florestais, se autorizadas no âmbito do MDL, oferecem enorme potencial para seqüestro de carbono por meio da expansão das plantações e da proteção de bacias naturais de carbono (sinks)”. As condições físicas brasileiras propiciam boas oportunidades em plantações silvícolas e o imenso território poderá ceder um grande espaço para estas atividades florestais de MDL. Porém, o LULUCF, como foi analisado anteriormente, é objeto ainda de muitas divergências e ainda não foi aprovado pelas Partes na geração de certificados elegíveis. As atividades florestais destinadas à retenção de carbono representam, portanto, um potencial ainda virtual para obtenção de CER's.

O setor energético é considerado limpo. As hidroelétricas fornecem cerca de 92% da eletricidade demandada no país, configurando a predominância da energia limpa. Porém, é possível que futuramente a energia gerada por combustíveis fósseis possa também compor a oferta energética brasileira<sup>35</sup>. A capacidade de expansão da energia hidroelétrica pode ser comprometida com altos custos de investimento no caso do aumento da demanda energética e, com isso, surgem os incentivos para se utilizar os combustíveis fósseis. Neste caso, atividades de MDL relacionadas à eficiência energética podem se tornar atrativas para geração de CER's e podem ajudar a retardar ou até mesmo impedir o consumo futuro de combustíveis fósseis.

---

<sup>34</sup> Obtido no artigo “O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e o Financiamento do Desenvolvimento sustentável no Brasil”.

<sup>35</sup> Obtido no artigo “O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e o Financiamento do Desenvolvimento sustentável no Brasil”.

Atualmente, com os aspectos abordados acima, a posição do Brasil na análise virtual do mercado de carbono não é muito satisfatória. Segundo o Modelo CERT<sup>36</sup>, a curva de abatimento marginal brasileira encontra-se entre as mais elevadas dos países Não-Anexo 1, configurando os altos custos de implementação de programas MDL em território nacional. Porém, é importante ressaltar que o modelo não considera a inclusão de sumidouros de carbono em sua análise devido à não aprovação temporária por parte da COP de tais projetos. O próprio modelo prevê que a aprovação de atividades florestais de seqüestro de carbono irá diminuir consideravelmente a MAC brasileira<sup>37</sup> e, conseqüentemente, melhorar a participação do Brasil no mercado de carbono. A fatia de mercado de carbono do Brasil, então, é ainda relativamente pequena em relação à China e Índia<sup>38</sup>, devido à sua estrutura produtiva predominantemente limpa e a não aprovação de atividades LULUCF para resgate de carbono.

Ainda assim, já existem instituições que estão se antecipando e investindo neste tipo de atividade. Algumas contam com um alto grau de incerteza comparado aos outros tipos de programas, mas apostam na elegibilidade futura dos projetos LULUCF para receber os créditos. Outras encontram nos meios energéticos a melhor política para garantir a aquisição de CER's. Entre alguns dos programas brasileiros de MDL mais importantes, podemos citar:

- Pró-Natura: Com o manejo da palmeira babaçu, pretende-se produzir carvão e amêndoa oleagionosa (através do coco) e seqüestrar carbono. A previsão é que, além de resgatar 175.000 toneladas de carbono por ano, o projeto consiga ainda compensar cerca de 64.000 toneladas de carbono por ano com a substituição energética do coque mineral. O benéfico para a atmosfera, neste caso, é duplo.
- PSCIB (Projeto de Seqüestro de Carbono na Ilha do Bananal): Projeto com duração de 25 anos, localizado na região sudoeste de Tocantins e que prevê no final deste período, a preservação de 200.000 hectares, a regeneração de

---

<sup>36</sup> O Modelo CERT (Carbon Emission Reduction Trade) foi desenvolvido por Jürg M. Grütter, R. Kappel, e P. Staub com a finalidade de estimar a posição de cada país nos cenários possíveis para o mercado de carbono.

<sup>37</sup> Segundo Grütter: "Com a inclusão de sumidouros, as MAC de muitos países Não Anexo 1, especialmente o Brasil serão muito menores".

60.000 hectares de floresta e cerrado e implantação de Sistemas Agroflorestais, totalizando cerca de 25.110.000 toneladas de carbono.

- Econergy Brasil: Através da co-geração de energia produzida a partir do bagaço da cana, a empresa prevê a aquisição de CER's. Foi a primeira empresa brasileira a enviar metodologias de cálculo de créditos de carbono e monitoramento e receber a aprovação da COP para sua implementação.
- Projeto Plantar: Visa a substituição energética para produção de carvão vegetal. Através da plantação de eucalipto numa área estimada de 75.000 hectares em Minas Gerais, o projeto tem a duração de 21 anos. Além de seqüestrar carbono pelo eucalipto<sup>39</sup>, o projeto almeja a eficiência energética obtendo o benefício duplo do MDL.
- Peugeot: A multinacional francesa investiu em um projeto de seqüestro de carbono em Mato Grosso. Numa área de 5.000 hectares, o programa prevê o resgate de 50.000 toneladas de carbono num período de 40 anos com a plantação de 10 milhões de árvores. Este projeto, porém, não é destinado ao mercado de carbono, caracterizando-se pela internalização do carbono emitido pela própria empresa.

O caso brasileiro, então, encontra-se ainda numa situação relativamente desprivilegiada. Somente quando os projetos de seqüestro de carbono se tornarem elegíveis, o Brasil mostrará seu verdadeiro potencial no mercado de carbono, tornado-se provavelmente um dos maiores “exportadores” de certificados. Mesmo assim, já existem diversas atividades (tanto relacionada ao resgate de carbono quanto de eficiência energética) no país que buscam se antecipar à legalização do mercado. Quando o Protocolo entrar em vigor, as entidades que comprovarem a sua contribuição para a redução da concentração de carbono na atmosfera poderão receber os respectivos CER's e comercializarem com os países Anexo 1.

---

<sup>38</sup> Atualmente, China e Índia são considerados os países Não Anexo 1 com as maiores capacidades de atrair investimentos do MDL devido às suas estruturas produtivas predominantemente sujas.

## 6- Conclusão

As evidências da responsabilidade humana no processo de aquecimento global são inquestionáveis. O equilíbrio do efeito-estufa, necessário para a manifestação e manutenção da vida, foi mantido por muito tempo, mas vem sendo ameaçado nas últimas décadas. Vários estudos científicos apontam para o crescimento exponencial da concentração de carbono na atmosfera, tendo sua origem principalmente nas primeiras atividades industriais. Um instrumento que venha a garantir uma política séria de redução de emissões, principalmente focada nos combustíveis fósseis, torna-se realmente necessária.

Sob este contexto, surge a idéia do Mercado de Carbono. Como pôde ser visto, o Protocolo apresenta soluções eficientes de mercado para diminuir os custos de abatimento entre as Partes. O comércio deverá beneficiar ambas as Partes compromissadas com as reduções, tendo em vista que as curvas marginais de abatimento variam de região para região. Sabendo que o comércio irá gerar um excedente, os agentes econômicos certamente preferirão a solução de mercado para atingir suas metas.

Porém, o ganho de comércio em si não explica o consenso das Partes em regulamentar o mercado de emissões. Não se pode esquecer que tal excedente só existe mantendo a suposição de as Partes estão realmente compromissadas com o Protocolo de Quioto. Tal consideração ainda não é factível, pois o Protocolo, mesmo existindo algumas atividades no *grey market*, ainda não conseguiu o mínimo de ratificação necessário para a regulamentação do comércio.

Diversas questões ainda barram a legalização do comércio. A política tende a dificultar a adesão aos Mecanismos pelo fato de encontrar resistência de grupos de interesses que certamente estariam piores com a inclusão de novos custos. A contabilidade, uma das raízes do problema, terá que ser reformulada com o objetivo de quantificar as externalidades do processo produtivo. Outras questões éticas, técnicas e científicas também enunciam o problema de se conseguir legalizar o mercado de carbono. A questão da coordenação macroeconômica, porém, é vista como o maior obstáculo tanto para a implementação quanto a manutenção do comércio de permissões. A característica de ser um “bem público” faz com que a atmosfera tenha problemas quanto à definição dos direitos

---

<sup>39</sup> O eucalipto tem a vantagem de apresentar um rápido crescimento e ter taxas de absorção altas.

de propriedade. Assumindo este fato, o mercado dificilmente se regulará sozinho pois sempre existirá um incentivo das Partes em desviarem do equilíbrio ótimo. Dessa forma, é imprescindível que o Protocolo formule penalidades para punir os países que não cumprirem com o acordo. Sem o peso de lei, o Protocolo provavelmente não terá longevidade.

Sobre o caso brasileiro, a comercialização via MDL ainda não é tão atrativa para a aquisição de CER's. Com uma tecnologia energética predominantemente limpa, o Brasil só obterá vantagens reais no mercado de carbono se os projetos LULUCF (que são objetos ainda de muita discussão) forem aprovados. Numa outra perspectiva, o Brasil também poderá obter créditos com a substituição energética nos meios de produção. Muitos estudos ainda estão em andamento, mas algumas entidades e instituições já estão se antecipando e formalizando projetos de MDL em âmbito nacional.

O mercado de carbono, então, ainda possui algumas discussões e o seu funcionamento não tem uma previsão definida para começar. Mesmo assim, os Mecanismos propostos são economicamente e ecologicamente viáveis e poderão representar os primeiros passos para uma reformulação do pensamento econômico. Não é difícil verificar que a maior preocupação do mercado é garantir o desenvolvimento sustentável, através do financiamento de tecnologias renováveis para os países subdesenvolvidos e da manutenção dos recursos ambientais para que possam ser usufruídos pelas próximas gerações. Analisando a questão sob este ângulo, podemos observar que a economia, neste caso, se volta para a sua verdadeira essência. A palavra “economia” vem do grego *oikos* (casa) e *nemein* (gerir), fazendo que o verdadeiro sentido da palavra seja “gerir casa”. A adoção de instrumentos elegíveis que combatam as externalidades na atmosfera, está intimamente ligada à idéia de “gerir” a nossa “casa”, o nosso planeta.

## Bibliografia

- 1- A. Denny Ellerman & Annelène Decaux. *Analysis of Post Kyoto CO<sup>2</sup> Emissions Trading Using Marginal Abatement Curves*. (Cambridge).
- 2- Bananal Ecotur. Site :[http://www.bananalecotour.com.br/cg\\_pesq/cg\\_desen01.htm](http://www.bananalecotour.com.br/cg_pesq/cg_desen01.htm)
- 3- BNDES. *Efeito Estufa e a Convenção Sobre Mudança do Clima* (Setembro de 1999). Obtido através do site: <http://www.mct.gov.br>
- 4- CEBDS (Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável). *Mecanismo de Desenvolvimento Limpo*.
- 5- Charles S. Pearson. *Economies and the Global Environment*. (Cambridge University Press, 2000).
- 6- Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais: Site: <http://www.ipef.br/servicos/clipping/024-2003.html>
- 7- Jim Macneill, Pieter Winsemius e Taizo Yakushiji. *Para Além da Interdependência – A Relação Entre a Economia Mundial e a Ecologia da Terra*. (Jorge Zahar Editor, 1991)
- 8- Jürg M. Grütter, R. Kappel & P. Staub. *World Market for GHG Emission Reductions*. (Grütter Consulting, 20001)
- 9- Larry Lohmann. *O Mercado de Carbono: Semeando Mais Problemas*. Disponível no site: <http://www.wrm.org.uy/plantations/material/carbonport.html>
- 10- Marcelo Theoto Rocha, Pedro Carvalho de Mello e Warnick Manfrinato. *A Comercialização do Carbono*. (Resenha BM&F n<sup>o</sup> 143). Obtido no site: [http://www.cepea.esalq.usp.br/energy/zip/comercializa%E7%E30\\_carbono.PDF](http://www.cepea.esalq.usp.br/energy/zip/comercializa%E7%E30_carbono.PDF)
- 11- Ministério do Meio Ambiente. *Agenda 21*. Obtido no site: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/cap09.html>
- 12- Peugeot. Site: [http://www.peugeot.com.br/bh\\_sobre.htm](http://www.peugeot.com.br/bh_sobre.htm)
- 13- Plantar: Site: <http://www.plantar.com.br/portugues/portugues.htm>
- 14- Pró-Natura. Site: <http://www.pronatura.org.br/info/>

- 15- Protocolo de Quioto – *O Brasil e a Convenção-Quadro das Nações Unidas* – Editado e Traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. Obtido através do site: <http://www.mct.gov.br>
- 16- Ronaldo Seroa da Motta, Cláudio Ferraz, Carlos E. F. Young, Duncan Austin & Paul Faeth. *O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e o Financiamento do Desenvolvimento sustentável no Brasil – Texto para Discussão N° 761* (IPEA, 2000).
- 17- Ronaldo Seroa da Motta. *Contabilidade Ambiental: Teoria, Metodologia e Estudos de Caso no Brasil* (IPEA, 1995).
- 18- The UNFCCC Process (CD-Rom, volume 1) e site: <http://www.unfccc.int>
- 19- Vitor Bellia. *Introdução à Economia do Meio Ambiente*. (IBAMA, Brasília, 1996).
- 20- William R. Cline. *Global Warming: The Economic Stakes*. (Institute For International Economics, Washington, 1992)
- 21- William R. Cline. *The Economics Of Global Warming*. (Washington, 1992).

## Apêndice

**1- Países que pertencem ao grupo das Partes “Anexo 1”:**

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

**Os demais países pertencem ao grupo “Não-Anexo 1”**

## 2- Status de Ratificação do Protocolo de Quioto (até 06/06/03)

STATUS de Ratificação do Protocolo de Quioto (Países Anexo 1)			
País	Assinatura	Ratificação	% das Emissões
Austrália	29/04/98	-	-
Alemanha	29/04/98	31/05/02	7,4
Áustria	29/04/98	31/05/02	0,4
Bélgica	29/04/98	31/05/02	0,8
Bulgária	18/09/98	15/08/02	0,6
Canadá	29/04/98	17/12/02	3,3
Comunidade Européia	29/04/98	31/05/2002 (AP)	-
Croácia	11/03/99	-	-
Dinamarca	29/04/98	31/05/02	0,4
Eslováquia	26/02/99	31/05/02	0,4
Eslovênia	21/10/98	02/08/02	-
Espanha	29/04/98	31/05/02	1,9
Estados Unidos	12/11/98	-	-
Estônia	03/12/98	14/10/02	0,3
Finlândia	29/04/98	31/05/02	0,4
França	29/04/98	31/05/2002 (AP)	2,7
Grã-Bretanha	29/04/98	31/05/02	4,3
Grécia	29/04/98	31/05/02	0,6
Holanda	29/04/98	31/05/02 (AC)	1,2
Hungria	-	21/08/02 (AC)	0,5
Irlanda	29/04/98	31/05/02	0,2
Islândia	-	23/05/02 (AC)	0,0
Itália	29/04/98	31/05/02	3,1
Japão	29/04/98	04/06/02 (AT)	8,5
Latvia	14/12/98	05/07/02	0,2
Liechtenstein	29/06/98	-	-
Lituânia	21/09/98	03/01/03	-
Luxemburgo	29/04/98	31/05/02	0,1
Mônaco	29/04/98	-	-
Noruega	29/04/98	30/05/02	0,3
Nova Zelândia	22/05/98	19/12/02	0,2
Polônia	15/07/98	13/12/02	3,0
Portugal	29/04/98	31/05/2002 (AP)	0,3
República Tcheca	23/11/98	15/11/2001 (AP)	1,2
Romênia	05/01/99	19/03/01	1,2
Rússia	11/03/99	-	-
Suécia	29/04/98	31/05/02	0,4
Suíça	16/03/98	-	-
Ucrânia	15/03/99	-	-
Total			43,9

## 3- Emissões Totais de Gases “Efeito Estufa” em 1990.

NATIONAL TOTAL / 1990 (in Gg of CO <sub>2</sub> equivalent)							
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC <sub>s</sub>	PFC <sub>s</sub>	SF <sub>6</sub>	Total
Australia	277.867	118.863	23.182	n.d.	4.093	n.d.	424.005
Austria	62.297	11.298	2.308	4	963	518	77.388
Belarus	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Belgium	117.966	11.557	13.216	n.d.	n.d.	n.d.	142.739
Bulgaria	103.856	28.009	25.225	n.d.	n.d.	n.d.	157.090
Canada	471.563	73.451	53.323	n.d.	5.975	2.87	604.312
Croatia	23.305	3.815	3.886	n.d.	939	n.d.	31.945
Czech Republic	163.99	16.763	11.266	n.d.	n.d.	n.d.	28.029
Denmark	52.635	5.845	10.837	n.d.	n.d.	43	69.360
Estonia	38.107	4.363	1.024	n.d.	n.d.	n.d.	43.494
European Community	3.341.804	426.506	400.948	24.426	13.545	8.44	4.207.229
Finland	62.466	6.141	8.414	0.31	0.53	71	77.092
France	394.067	66.559	91.078	2.252	3.192	2.195	559.343
Germany	1.014.501	110.741	88.593	2.34	2.694	3.896	1.220.425
Greece	84.336	8.743	10.623	935	258	n.d.	104.895
Hungary	83.676	13.952	4.005	n.d.	n.d.	n.d.	101.633
Iceland	2.065	294	130	n.d.	304	5	2.798
Ireland	31.599	12.856	9.243	n.d.	n.d.	n.d.	53.698
Italy	439.478	39.387	40.783	351	237	334	520.570
Japan	1.119.319	26.733	38.833	17.93	5.67	38.24	1.184.885
Latvia	23.527	4.115	3.412	n.d.	n.d.	n.d.	31.054
Liechtenstein	195	17	6	n.d.	n.d.	n.d.	218
Lithuania	39.535	7.937	4.077	n.d.	n.d.	n.d.	51.549
Luxembourg	12.75	502	197	n.d.	n.d.	n.d.	699
Monaco	98	1.09	1.50	n.d.	n.d.	n.d.	98
Netherlands	159.63	27.137	16.524	4.432	2.432	187	50.712
New Zealand	25.267	35.39	11.899	n.d.	603	3	37.772
Norway	35.163	6.454	5.13	0.02	3.032	2.186	46.835
Poland	476.625	65.954	21.84	n.d.	n.d.	n.d.	542.579
Portugal	44.109	12.903	7.937	n.d.	n.d.	n.d.	64.949
Romania	194.826	49.497	20.556	n.d.	n.d.	n.d.	264.879
Russian Federation	2.372.300	556.5	69.967	9.659	31.906	n.d.	2.483.832
Slovakia	59.746	6.778	6.141	n.d.	272	0.03	72.937
Slovenia	13.935	3.701	1.576	n.d.	n.d.	n.d.	19.212
Spain	227.233	29.648	26.26	2.403	828	56	260.168
Sweden	56.065	6.81	7.167	3	440	81	63.756
Switzerland	44.42	5.079	3.52	0.02	102	113	5.294
Ukraine	703.792	197.448	17.98	n.d.	n.d.	n.d.	901.240
United Kingdom	583.705	76.535	67.873	11.374	2.281	724	742.492
United States of America	4.998.516	651.285	387.299	36.023	20.465	37.138	6.130.726
<b>Total</b>	<b>17.575.544</b>	<b>2.130.866</b>	<b>1.441.548</b>	<b>91.862</b>	<b>94.561</b>	<b>47.550</b>	<b>21.381.931</b>

## 4- Emissões Totais de Gases “Efeito Estufa” em 2000

NATIONAL TOTAL / 2000 (in Gg of CO <sub>2</sub> equivalent)							
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC <sub>s</sub>	PFC <sub>s</sub>	SF <sub>6</sub>	Total
Australia	347.006	121.054	31.906	n.d.	973	2	500.941
Austria	66.102	9.402	2.515	1.033	25	677	79.754
Belarus	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Belgium	127.04	10.995	13.422	804	n.d.	96	25.317
Bulgaria	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Canada	571.427	91.494	53.938	917	6.16	2.313	720.089
Croatia	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Czech Republic	127.902	10.714	8.175	674	9	206	147.680
Denmark	52.852	5.753	9.083	730	28	59	68.505
Estonia	16.849	2.483	414	n.d.	n.d.	n.d.	19.746
European Community	3.324.800	341.771	338.111	47.285	6.846	8.955	4.067.768
Finland	62.305	3.93	7.183	502	22	17	70.029
France	401.923	60.296	76.891	6.973	1.672	2.279	550.034
Germany	857.908	60.583	60.08	7.7	1.709	3.442	923.642
Greece	103.727	10.887	11.009	4.281	148	n.d.	130.052
Hungary	59.445	11.613	12.698	135	215	232	84.338
Iceland	2.444	277	124	32	107	5	2.989
Ireland	43.925	12.8	9.725	190	305	52	54.197
Italy	463.381	37.826	43.176	1.962	232	328	546.905
Japan	1.237.107	22.038	36.87	42.528	19.299	28.465	1.349.437
Latvia	6.847	2.537	1.288	n.d.	n.d.	492	11.164
Liechtenstein	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Lithuania	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Luxembourg	5.399	478	94	n.d.	n.d.	n.d.	5.971
Monaco	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Netherlands	173.527	20.638	16.98	3.913	1.531	327	199.936
New Zealand	30.852	33.205	12.654	171	57	16	76.955
Norway	41.273	6.814	5.154	232	899	891	55.263
Poland	314.812	45.852	23.896	890	720	17	386.187
Portugal	63.15	13.134	8.258	n.d.	157	1.01	21.549
Romania	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Russian Federation	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Slovakia	41.472	4.505	3.085	78	12	13	49.165
Slovenia	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Spain	306.632	38.363	30.497	9.878	409	209	385.988
Sweden	55.855	5.874	6.916	369	266	77	69.357
Switzerland	43.853	4.538	3.619	480	65	188	52.743
Ukraine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
United Kingdom	542.743	50.96	43.878	9.316	668	1.54	596.605
United States of America	5.840.039	614.509	425.345	87.814	14.022	19.496	7.001.225
<b>Total</b>	<b>15.142.407</b>	<b>1.587.633</b>	<b>1.183.054</b>	<b>221.187</b>	<b>50.396</b>	<b>68.854</b>	<b>18.253.531</b>