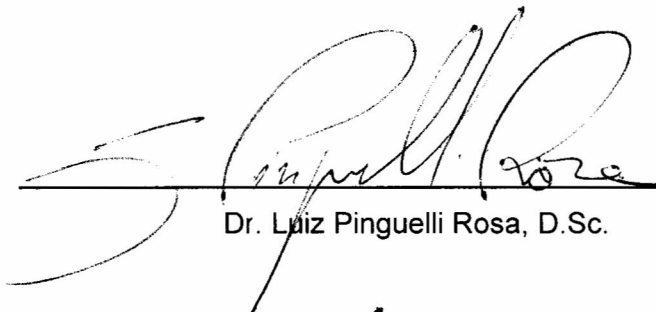


A CONSERVAÇÃO DAS FLORESTAS NO BRASIL, MUDANÇA DO CLIMA E O
MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO DO PROTOCOLO DE QUIOTO

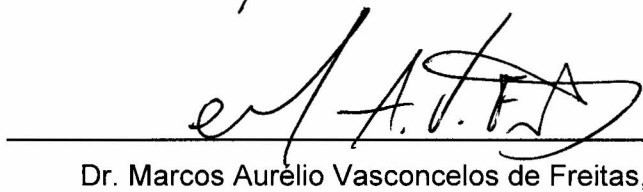
Christiano Pires de Campos

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO
ENERGÉTICO.

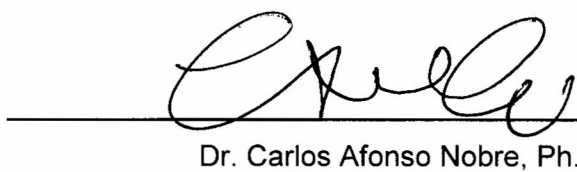
Aprovada por:



Dr. Luiz Pinguelli Rosa, D.Sc.



Dr. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, D.Sc.



Dr. Carlos Afonso Nobre, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

DEZEMBRO DE 2001

CAMPOS, CHRISTIANO PIRES DE

A Conservação das Florestas no Brasil,
Mudança do Clima e o Mecanismo de
Desenvolvimento Limpo [Rio de Janeiro] 2001

XII, 168 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,
Planejamento Energético, 2001)

Tese - Universidade Federal do Rio de
Janeiro, COPPE

1. Mudança do Clima
2. Florestas Brasileiras
3. Preservação e Conservação Florestal
4. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
5. Protocolo de Quioto

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

Ao amigo
Alberto Noel de Paula Filho
(*in memoriam*),
entusiasta de sonhos,
que sempre me acompanhará.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial:

Aos meus pais que apostaram e me apoiaram nesta nova etapa de minha vida;

Ao Prof. Luiz Pinguelli Rosa, que, por ser um empreendedor de sonhos e ideais, permite as pessoas trilharem novos caminhos;

Ao Prof. Eduardo Felga Gobbi e ao amigo Cassiano Marins de Souza, professor e colega da UFPR, que muito contribuíram na minha aplicação no mestrado da COPPE/UFRJ;

Ao CNPq por financiar a pesquisa e desenvolvimento brasileiro.

Agradeço também:

Aos meus padrinhos pelo exemplo de vida;

À Dona Laurita, Leo, Duda e Jô, que com muito carinho me receberam no Rio de Janeiro;

À Maria Silvia Muylaert, estimada amiga e conselheira;

Ao Ednaldo dos Santos pelo valiosa transmissão de conhecimentos e revisões;

À Annick pelas valiosas sugestões e revisões;

À Márcia Hirota, amiga que acompanhou todo o processo desta tese;

À Cláudia Rosana pelos importantes conselhos metodológicos;

Aos professores do Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ, os quais simbolizo na pessoa de Josimar, pela energia, carinho e competência de suas aulas;

Pelo carinho da Maria, Sandrinha, Sônia, Simone, Zé Luiz, Daniela, Mônica, Rita e demais funcionários da Ilha do Fundão;

À Sylvinha e Claudinha, pelo apoio “familiar” durante a finalização da tese.

E finalmente:

Aos meus amigos e colegas do PPE e IVIG; Adriano Santhiago, Aline Monteiro, André Pereira, Angela, Cícero, Alexandre e Claude, Jaqueline, Laura Mattos, Leonardo Ribeiro, Luciana da Paz, Luciano Oliveira, Paulo Assis, Marcelo Buzzati, Marcelo Reis, Marcelo Sampaio, Marco Aurélio Santos, Márcia Real, Márcio D’agosto, Pauline, Ricardo Gorini e Viviane Faria.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.).

A CONSERVAÇÃO DAS FLORESTAS NO BRASIL, MUDANÇA DO CLIMA E O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO DO PROTOCOLO DE QUIOTO

Christiano Pires de Campos

Dezembro / 2001

Orientador: Luiz Pinguelli Rosa

Programa: Planejamento Energético

Este trabalho tem o objetivo de analisar as questões relacionadas à mudança do clima, às florestas e à conservação florestal no Protocolo de Quioto, ainda a ser ratificado. No Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, um mecanismo de flexibilidade do Protocolo de Quioto, entre as atividades ligadas ao uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura, ficou definido que apenas atividades de aflorestamento e reflorestamento nos países em desenvolvimento serão válidas na compensação das emissões de gases causadores do efeito estufa dos países industrializados. Se por um lado, durante as negociações algumas posições eram favoráveis da conservação florestal no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo como ferramenta na redução das emissões globais enquanto poderia diminuir taxas de desmatamento, por outro lado, outras posições eram contra a inclusão da conservação por ameaçar a integridade ambiental do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, entre estas a posição do governo brasileiro. No Brasil, existiram posições favoráveis à inclusão da conservação e algumas iniciaram projetos ligados à preservação florestal visando reduzir emissões de gases causadores do efeito estufa devido ao desmatamento e a possibilidade de se enquadrar nas supostas atividades do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Neste panorama, este trabalho avaliou os projetos brasileiros sob a ótica do Protocolo de Quioto e formulou cenários de estudo para a adequação destes projetos nos recentes conceitos relacionados à mitigação da mudança do clima.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

THE FOREST CONSERVATION AT BRAZIL, CLIMATE CHANGE AND THE CLEAN
DEVELOPMENT MECHANISM OF KYOTO PROTOCOL

Christiano Pires de Campos

December / 2001

Advisor: Luiz Pinguelli Rosa

Department: Energy Planning

This work intends to analyse the issues related to climate change, forests and forest conservation on Kyoto Protocol negotiation, not ratified yet. On Clean Development Mechanism, a flexibility mechanism of Kyoto Protocol, between land use, land use change and forestry, have been defined that afforestation and reforestation activities on developing countries would count to offset greenhouse gases emissions of industrialised countries. By one side, during the negotiations some positions had been favourable to forest conservation on Clean Development Mechanism as an activity to offset global greenhouse gas emissions and reduce deforestation, by other side, others positions had been against the inclusion of conservation because could threat the environmental integrity of Clean Development Mechanism, like the Official Brazilian Position. Nevertheless, this position had internal oppositions and someone's having started forest conservation projects to reduce deforestation emissions and the possibility to adequate to the supposed Clean Development Mechanism activities. Thus, this work has evaluated the Brazilian projects under Kyoto Protocol optics and has formulated example scenarios to adjust these projects under mitigation of climate change concepts.

Índice

<i>Introdução</i>	<i>1</i>
<i>1 – Mudança do Clima Global e Florestas</i>	<i>6</i>
1.1 – Efeito Estufa	6
1.1.1 – Ciclo do Carbono	9
1.1.1.1 – Biomas Terrestres	13
1.1.1.2 – Sumidouros de Carbono	16
1.2 – Mudança do Clima	20
1.2.1 – As Florestas e a Mudança do Clima	24
1.2.2 – Impacto da Mudança do Clima nas Florestas	26
1.3 – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – CQNUMC	31
1.3.1 – Protocolo de Quioto	34
1.3.1.1 – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL	40
1.3.2 – Os Blocos de Negociação	43
<i>2 – A Questão das Florestas na Convenção do Clima</i>	<i>47</i>
2.1 – Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Silvicultura	49
2.2 – Definições Relativas ao LULUCF	52
2.2.1 – Diferentes Definições levam a Diferentes Compromissos	53
2.3 – Atividades de Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Silvicultura são Diferentes de Atividades do Setor Energético	55
2.4 – Linha de Base e Adicionalidade	59
2.5 – A Questão da Permanência	61
2.6 – A Questão da Saturação	65
2.7 – A Questão da Verificação	66
2.8 – A Questão do Vazamento	72
2.9 – Questões do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	74
2.10 – Conservação Florestal	77

3 – Estudos de Caso	85
3.1 – As Florestas Brasileiras e a Mudança do Clima	86
3.1.1 – Mata Atlântica	89
3.1.2 – Amazônia Legal	92
3.1.3 – As Posições Brasileiras sobre a Conservação Florestal no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	99
3.2 – Ação Contra o Aquecimento Global – SPVS/TNC/CSW	104
3.2.1 – Apresentação do projeto	104
3.2.2 – Método de Análise	109
3.3 – Projeto Peugeot – Poço de Carbono	122
3.3.1 – Apresentação do Projeto	122
3.3.2 – Método de Análise	126
3.4 – Projeto de Seqüestro de Carbono da Ilha do Bananal e seu Entorno	131
3.4.1 – Apresentação do Projeto	131
3.4.2 – Método de Análise	134
4 – Conclusões	138
Bibliografia	147
Anexos	158
<i>Anexo i – Unidades de Conversão</i>	158
<i>Anexo ii – Manifestação da Sociedade Civil Brasileira sobre as Relações entre Florestas e Mudanças Climáticas e as Expectativas para a COP-6</i>	159
<i>Anexo iii – Declaração de ONGS Brasileiras sobre Florestas e Mudanças do Clima no Âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto</i>	164
<i>Anexo iv – Resumo do Projeto Ação Contra o Aquecimento Global – Serra do Itaquí, Guaraqueçaba, Paraná – BR</i>	166
<i>Anexo v – Evolução da Cobertura Florestal do estado do Paraná</i>	168
<i>Anexo vi – Correção dos Cenários B1 e B2</i>	169

Índice de Figuras

<i>Figura 1 – Diagrama esquemático ilustrando o efeito estufa (elaboração própria).</i>	7
<i>Figura 2- Ciclo global do carbono, mostrando os estoques de carbono (Gt C) nos reservatórios e os fluxos de carbono, relevantes às atividades antrópicas com as médias anuais da década de 1989 a 1998 (Fonte: traduzido e adaptado de SR-LULUCF, 2000).</i>	10
<i>Figura 3 – Na fotossíntese a árvore absorve carbono na forma de biomassa (elaboração própria).</i>	18
<i>Figura 4 – A questão da permanência. O diagrama indica os estoques cumulativos na mudança de carbono na atmosfera em quatro cenários hipotéticos: uma usina termelétrica a carvão (linha 1), uma usina geradora de eletricidade com combustível neutro em carbono nos anos 1 a 20 e passa a usar carvão mineral nos anos 20-40 (linha 2), um projeto de aflorestamento com perda do carbono acumulado no ano 20 (linha 3), e a combinação dos cenários 1 e 3 (linha 4) (Fonte: traduzido e adaptado de SCHLAMADINGER e MARLAND, 2000).</i>	63
<i>Figura 5 – Europa Ocidental relativa à Amazônia Brasileira (Fonte: INPE, 2001).</i>	93
<i>Figura 6 – O ponto marcado no noroeste do Estado do Mato Grosso é a localização do Projeto Poço de Carbono. Notar que se encontra em uma área com pressão antrópica que deve se intensificar, no meio do arco de desmatamento da Floresta Amazônica (áreas em amarelo são os desmatamentos). Fonte: Elaboração própria a partir do banco de imagens MOSAICO (2001) e IBAMA (2001).</i>	98
<i>Figura 7 – Localização da Reserva Natural Serra do Itaqui (Fonte: fotocópia e adaptado de SPVS, (2000)).</i>	105
<i>Figura 8 - Estrutura do Projeto Ação contra o Aquecimento Global (Fonte: MUYLAERT e CAMPOS, 2000).</i>	107
<i>Figura 9 - O ponto marcado no extremo leste do Estado do Paraná é a localização do Projeto Ação Contra o Aquecimento Global. Notar que se encontra em uma área com baixa pressão antrópica. (Fonte: elaboração própria a partir de SOS Mata Atlântica et al. (1998) e IBAMA (2001)).</i>	114
<i>Figura 10 – APA de Guaraqueçaba e seus municípios (IBAMA, 2001).</i>	117
<i>Figura 11 – Localização do projeto da Poço de Carbono (Fonte: FGV, 2000).</i>	122
<i>Figura 12 – Organograma institucional do Projeto Poço de Carbono (Fonte: apresentação do seminário da FGV (2000)).</i>	123
<i>Figura 13 – Área contemplada pelo projeto Poço de Carbono e formações florestais (Fonte: FGV, 2000).</i>	124

Figura 14 – Área do Projeto Poço de Carbono. Notar que a preservação da área tem pouca influência nas áreas vizinhas. Fonte: elaboração própria a partir do banco de imagens MOSAICO (2001). _____ 125

Figura 15 – Imagem da área do projeto Poço de Carbono. Como afirmar que a limitação aos recursos naturais (preservação) altera a taxas de desmatamento municipais e estaduais? Muitas vezes o efeito é marginal ou não é possível evitar os vazamentos das emissões evitadas. Fonte: imagem adaptada a partir do banco de imagens MOSAICO (2001). _____ 143

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 – Estoques de Carbono na Vegetação e Solos até 1 metro de profundidade.</i>	14
<i>Tabela 2 – Resumo do número de países da Comunidade Européia que atuam como fontes ou sumidouros de carbono de acordo com duas definições diferentes de Aflorestamento, Reflorestamento e Desflorestamento.</i>	54
<i>Tabela 3 – Resumo dos projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ). Número de atividade e o impacto de GEE, por tipo de atividade, duração do projeto.</i>	56
<i>Tabela 4 – Resumo de projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ). Número de atividades por tipo e região.</i>	82
<i>Tabela 5 - Projetos de Conservação Florestal no Brasil.</i>	85
<i>Tabela 6 - Unidades de Conservação Federais (UCs) no Brasil por Bioma em hectares.</i>	88
<i>Tabela 7 – Lista de Reservas Particular do Patrimônio Natural no Estado do Paraná.</i>	91
<i>Tabela 8 - Extensão do desmatamento acumulado na Amazônia Legal (km²) de janeiro de 1978 a agosto de 1999.</i>	94
<i>Tabela 9 – Áreas desmatadas no Estado do Paraná.</i>	112
<i>Tabela 10 – Cenários B1 e B2.</i>	113
<i>Tabela 11 – Dinâmica do desmatamento no Estado do Paraná entre 1995-2000.</i>	116
<i>Tabela 12 – Dinâmica da cobertura florestal nos municípios da APA de Guaraqueçaba.</i>	117
<i>Tabela 13 – Cenário B3.</i>	118
<i>Tabela 14 – Resumo dos créditos gerados nos cenários estudados para o Projeto Ação contra a Mudança do Clima.</i>	120
<i>Tabela 15 – Área desmatada do Estado do Mato Grosso (ha).</i>	130
<i>Tabela 16 – Resultados do Projeto de Seqüestro de Carbono da Ilha do Bananal e seu Entorno.</i>	132
<i>Tabela 17 – Desmatamento na área do projeto da Ilha do Bananal.</i>	136
<i>Tabela 18 – Avaliação feita sobre os cenários desenvolvidos para os projetos estudados.</i>	146

Índice de Gráficos

<i>Gráfico 1 – Emissões de gases de efeito estufa de 1850 a 1998 – Gt C (Fonte: elaboração própria a partir de SR-LULUCF, 2000).</i>	12
<i>Gráfico 2 – Área percentual dos biomas terrestres (Fonte: elaboração própria a partir da Tabela 1).</i>	15
<i>Gráfico 3 – Percentagem de carbono estocado nos biomas terrestres (Fonte: elaboração própria a partir da Tabela 1).</i>	15
<i>Gráfico 4 - Densidade de Carbono por hectare nos diversos biomas (Fonte: Elaboração própria a partir da Tabela 1).</i>	19
<i>Gráfico 5 – As emissões devido aos combustíveis fósseis são os maiores responsáveis pelas emissões dos países do Anexo I no ano base. Observação: as emissões do LULUCF são na média negativas, ou seja, estão absorvendo GEE (Fonte: elaboração própria, a partir de CQNUMC (2001)).</i>	36
<i>Gráfico 6 – O LULUCF absorve grande parte das emissões brutas da maioria dos países do Anexo I, sendo na média responsável pela absorção de 14% de suas emissões (Fonte: elaboração própria, a partir de CQNUMC (2001)).</i>	38
<i>Gráfico 7 – O desmatamento no Estado do Mato Grosso da Amazônia Legal é o segundo maior, após o Estado do Pará (Fonte: elaboração própria, a partir de INPE (2001)).</i>	129

Introdução

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é um dos mecanismos de flexibilização para o cumprimento dos compromissos dos países industrializados previstos no Protocolo de Quioto¹. É o único mecanismo que possibilita aos países industrializados cumprirem seus compromissos de redução investindo em projetos que evitem emissões dos gases causadores do efeito estufa nos países em desenvolvimento, os quais não possuem metas. Em contrapartida, estes projetos devem fomentar o desenvolvimento sustentável no país anfitrião.

Entre os países industrializados, estima-se que mais de 83% de suas emissões dos gases causadores do efeito estufa (GEE) são decorrentes da queima dos combustíveis fósseis e cerca de 12% do uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura² (CQNUMC, 2001b). Medidas de redução de emissões de GEE e promoção de sumidouros nos países industrializados focam principalmente nestas atividades. Em nível mundial, a queima dos combustíveis fósseis é responsável por 79% das emissões antrópicas dos gases causadores do efeito estufa, enquanto as atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura têm uma absorção líquida dos gases causadores do efeito estufa. Contudo, emissões brutas advindas destas atividades são responsáveis por 21% das emissões antrópicas globais da década de 1990, principalmente o desmatamento das florestas tropicais (SR-LULUCF, 2000, SPM-TAR WG1, 2001).

No sentido de atender ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e diminuir as emissões globais de GEE, surgiu a teoria de que a diminuição das taxas de desmatamento das florestas tropicais é uma forma adicional de diminuir as emissões dos países industrializados e ao mesmo tempo, gerar desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento, uma vez que a atmosfera é única e nela os gases se misturam e se distribuem globalmente. Se por um lado, esta proposta pode vir a

¹ Tratado internacional de compromissos, onde os países industrializados, que ratificarem o acordo, se comprometem em estabilizar suas emissões dos gases causadores do efeito estufa em relação ao ano base (geralmente 1990), durante o período de 2008-2012. Ainda não foi ratificado.

² Silvicultura é a ciência que tem por finalidade o estudo e a exploração das florestas ou, cultura de árvores florestais (Novo Dicionário Aurélio, 1986). Segundo Michaelis (2001), é a cultura de árvores florestais ou, ciência que trata do cultivo, reprodução e desenvolvimento de árvores florestais. Nesta tese, a denotação para o termo será no sentido de exploração de florestas mais geral, ou segundo o SR-LULUCF (2000), incluiu uma série de atividades, como exploração de produtos não madeireiros, proteção da biodiversidade, gerenciamento de bacias hidrográficas, ecoturismo etc.

viabilizar a conservação e a preservação florestal, por outro lado, esta teoria apresenta diversas complexidades. Importantes conceitos têm sido simplificados, se não ignorados (*i.e.*, adicionalidade, vazamento, desenvolvimento sustentável), além de ser difícil provar que a proteção de florestas garante a redução das taxas de desmatamento (*i.e.*, parques nacionais no meio de regiões completamente desmatadas). Este é um dos objetos de estudo desta tese.

A inclusão de projetos de conservação florestal no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo foi assunto de intenso debate durante a regulamentação do Protocolo de Quioto e apenas atividades de aflorestamento e reflorestamento ficaram definidas como passíveis de compensação das emissões de GEE dos países industrializados. Durante as negociações, destacam-se duas posições: os favoráveis e os contrários à inclusão de projetos florestais no Protocolo de Quioto.

Nos debates que se seguiram à Conferência de Quioto, a Comunidade Européia, ONGs européias³, o Brasil e grande parte dos países em desenvolvimento combateram a inclusão das atividades do uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura no Protocolo de Quioto, principalmente a conservação florestal no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Esta posição alega que a conservação florestal: (a) é obrigação dos países e que estes não devem ser remunerados por isto; (b) permitiria aos maiores poluidores não reduzir suas emissões, aumentando suas impressões digitais ("finger prints") na mudança do clima, pois continuariam usando os estoques de carbono subterrâneos e passariam a dominar os terrestres; (c) geraria incertezas expressivas quanto à monitoração e à verificação dos estoques e fluxos de carbono das florestas e nas taxas desmatamento; (d) multiplicará a oferta de créditos de carbono e; (e) apresentam problemas de permanência e vazamentos.

As ONGs e os países liderados⁴ pelos Estados Unidos e algumas opiniões não-governamentais brasileiras⁵ foram favoráveis à inclusão das florestas no Protocolo de Quioto e no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, alegando que: (a) as florestas nativas constituem o principal elemento estratégico de países tropicais para conseguir participar da redução de emissões e obter recursos do MDL; (b) a obrigação de

³ GREENPEACE, WWF, Amigos da Terra Internacional (FoEI), Climate Network Europe (CNE) e International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), entre outros.

⁴ Austrália, Canadá, Japão, Nova Zelândia, Rússia, entre outros.

⁵ Amigos da Terra Amazônia, Pró-natura, IPAM, entre outros.

preservar não é cumprida nos países em desenvolvimento; (c) o desmatamento e as queimadas na Amazônia são as principais fontes emissoras de GEE do Brasil e medidas neste sentido seriam eficazes; (d) o acesso ao mecanismo deveria ser limitado apenas àqueles países ricos que demonstrarem já ter estabilizado ou reduzido suas emissões; (e) em maior ou menor grau, incertezas existem nos projetos de energia e reflorestamento no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e; (f) a possibilidade de serem fixados limites para a participação de florestas no MDL e mecanismos semelhantes. Um dos objetivos desta dissertação é estudar os conceitos que embasam essas duas posições opostas.

Durante este controverso processo de negociação, três projetos de proteção florestal foram iniciados no Brasil, visando se adequarem às supostas atividades do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Apesar da indefinição internacional, dos riscos, das incertezas científicas e da severa crítica do governo brasileiro em relação à conservação florestal, estes projetos foram considerados importantes, encontrando agentes dispostos a financiá-los e implementá-los no Brasil. Os principais motivos que levaram a implantação destes projetos foram: (a) a preservação da biodiversidade das áreas florestais; (b) a possibilidade de compensar grandes quantidades de emissões de GEE com custos reduzidos e; (c) a ausência de metodologias para os conceitos de adicionalidade e linha de base, recém criados pelo Protocolo de Quioto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Estes projetos estipulam que seriam passíveis de obter créditos de emissões evitadas devido à redução do desmatamento. O objetivo desta dissertação é analisar os três projetos sob a ótica do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, apesar de ter sido regulamentado não permitindo a conservação florestal.

O promissor mercado de comercialização de créditos de carbono⁶, e as fortes e crescentes evidências de que as atividades humanas estão intensificando o efeito estufa (SPM-TAR WG1, 2001), deverão criar novos compromissos internacionais no sentido da mitigação da mudança do clima. Apesar destas iniciativas de conservação florestal não valerem como compensação de emissões no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, a criação de novos compromissos retornará a discussão sobre a conservação das florestas tropicais como instrumento de mitigação das emissões dos gases causadores do efeito estufa e estes projetos ainda têm a expectativa de futuramente reivindicar créditos de carbono. O objetivo deste trabalho é

⁶ MUYLAERT (2000) observou sinais de um adiantado mercado internacional de créditos de carbono.

analisar como a conservação florestal pode ajudar na mitigação do clima, utilizando os três projetos brasileiros.

É importante destacar que atividades do uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura não devem desviar o foco das atenções: a mudança de paradigma da matriz energética mundial. As emissões dos gases causadores do efeito estufa devido ao consumo de combustíveis fósseis é sem dúvida nenhuma a maior fonte emissora de GEE, 79% (SR-LULUCF, 2000). Tais emissões são irreversíveis quando comparadas às emissões devido à mudança no uso da terra, que pode absorver suas emissões no médio prazo (*i.e.*, regeneração florestal, reflorestamento).

Neste panorama, a mudança do clima apresentou um grande desafio para os que manejam ou vivem nas florestas, possibilitando o desenvolvimento de um novo paradigma. As florestas são vistas como vítimas, vilãs e salvadoras, tornando o tema complexo e fascinante. Talvez não exista outra atividade humana que esteja tão vinculada à relação causa e efeito quanto à mudança do clima.

Este trabalho propõe discutir problemas relacionados aos estudos e análises do efeito estufa; do ciclo do carbono e as florestas; da mitigação da mudança do clima, suas implicações e relações com as florestas; bem como propor discussão sobre as questões relativas à conservação florestal no atual cenário científico e político da mitigação da mudança do clima. Neste contexto, o estudo das florestas brasileiras e a avaliação do desempenho das iniciativas de conservá-las sob a ótica dos novos conceitos do Protocolo de Quioto torna este trabalho fundamental. O acompanhamento e a avaliação destes projetos é importante para ciência, gerando informações para análises técnicas, científicas, sociais, ambientais e econômicas que serão demandadas nas futuras negociações relativas a mitigação da mudança do clima, uma vez que pouco se sabe neste sentido. Assim, espera-se fornecer uma possível contribuição inicial nas metodologias de avaliação de projetos de tal natureza, minimizando as grandes incertezas associadas à conservação florestal.

A hipótese que incentivou o desenvolvimento desta dissertação foi de que os projetos de conservação florestal inspirados na metodologia do MDL podem ser uma ferramenta efetiva na diminuição das emissões de GEE e do desmatamento, a despeito da regulamentação do MDL excluir tais projetos. Ao longo do processo de investigação delineado no trabalho, percebeu-se que existem muitas incertezas que envolvem o Protocolo de Quioto, o uso da terra, mudança no uso da terra e

silvicultura, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e a relação do conjunto agrava as incertezas. Durante as pesquisas, a distinção entre conservação e preservação florestal não se destacou. Contudo, nos estudos de caso identificou-se que existem diferenças metodológicas básicas entre os conceitos, apesar de nem mesmo os formuladores e executores dos projetos se conscientizaram do fato. Em geral, há uma superestimação do carbono evitado e dos estoques de carbono. Na concepção desta dissertação, conservação é o uso sustentável dos recursos naturais, enquanto preservação é a limitação aos recursos naturais, gerando metodologias de avaliação completamente diferentes.

Com base nos fundamentos e hipótese geral, apresentadas anteriormente, este trabalho de dissertação encontra-se constituído de quatro capítulos. No Capítulo 1 estuda-se o efeito estufa, a mudança do clima, o ciclo do carbono e suas relações com as florestas. Além destas áreas de carácter físico, a compreensão da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, do Protocolo de Quioto e do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo são fundamentais para o estudo. O Capítulo 2 estuda aspectos das atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura para a mitigação da mudança do clima, questões fundamentais para a avaliação dos estudos de caso, bem como, as questões relativas ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. No Capítulo 3 estuda-se a questão das florestas brasileiras no contexto dos capítulos anteriores, algumas posições brasileiras relativas à inclusão das florestas no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo passando para a descrição dos projetos em andamento no Brasil, analisando-os sob a ótica da mitigação da mudança do clima, propondo e avaliando formas de quantificar os benefícios dos projetos para a redução do desmatamento e das emissões de gases causadores do efeito estufa. Ao final apresentam-se as conclusões no Capítulo 4.

1 – MUDANÇA DO CLIMA GLOBAL E FLORESTAS

1.1 – EFEITO ESTUFA

É necessário distinguir o efeito estufa natural do efeito estufa acentuado pela ação antrópica. Nesta tese ora se usa a expressão “efeito estufa”, ora se usa a expressão “aquecimento global” para descrever o efeito estufa acentuado pela ação antrópica.

Noventa e nove por cento da atmosfera terrestre é composta predominantemente de nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2) e argônio (Ar). Se houvesse apenas estes três gases na atmosfera, a temperatura média da Terra seria inferior a zero grau centígrados e os oceanos seriam congelados. Entretanto, a presença de outros gases (1%) impede parte da transmissão do calor da atmosfera para o espaço exterior, aumentando sua temperatura. Este controle natural da temperatura terrestre é conhecido como efeito estufa.

Os gases responsáveis pelo efeito estufa são denominados gases de efeito estufa – GEE. Estes geralmente são compostos de moléculas que se encontram naturalmente na atmosfera e os mais importantes são: dióxido de carbono (CO_2); vapor de água (H_2O); metano (CH_4); ozônio (O_3) e óxido nitroso (N_2O) (IPCC, 1990; BNDES, 1999; MOREIRA e SCHAWARTZMAN, 2000).

O vapor d'água é o mais importante gás natural causador do efeito estufa devido sua abundância, mas o papel das suas emissões de origem antropogênica são menos importantes. O CO_2 é o segundo gás de efeito estufa em importância, sendo lançado na atmosfera de maneira natural (*i.e.*, vem sendo lançado de maneira natural pelos vulcões ao longo da história da Terra) não natural (*i.e.*, desmatamento).

O efeito estufa funciona da seguinte forma, a energia da radiação eletromagnética emitida pelo sol atinge a atmosfera, principalmente na forma de radiação luminosa, e uma parte menor de infravermelha e ultravioleta. Parte da radiação é refletida pela atmosfera, parte é absorvida e outra parte atravessa a atmosfera, alcançando a superfície terrestre. A superfície terrestre reflete a parcela da radiação eletromagnética de ondas luminosas e absorve outra parcela. As radiações absorvidas participam de processos físicos e sua energia transforma-se, resultando ao final na emissão pela

Terra de calor, sob forma de radiação térmica (ondas longas). O calor irradiado pela Terra se dirige ao espaço, porém parte dele é aprisionado na atmosfera, devido a presença dos gases causadores do efeito estufa – GEE (Figura 1).

Quanto maior a concentração dos GEE, maior é a absorção de calor e maior será o aquecimento da atmosfera. O efeito estufa existe há bilhões de anos, possibilitando a vida terrestre na forma conhecida. Caso não existisse o efeito estufa natural, a temperatura média da superfície da Terra situar-se-ia na faixa de -18°C . A temperatura média global da superfície da Terra com a presença do efeito estufa é de 15°C (HOUGHTON, 1989).

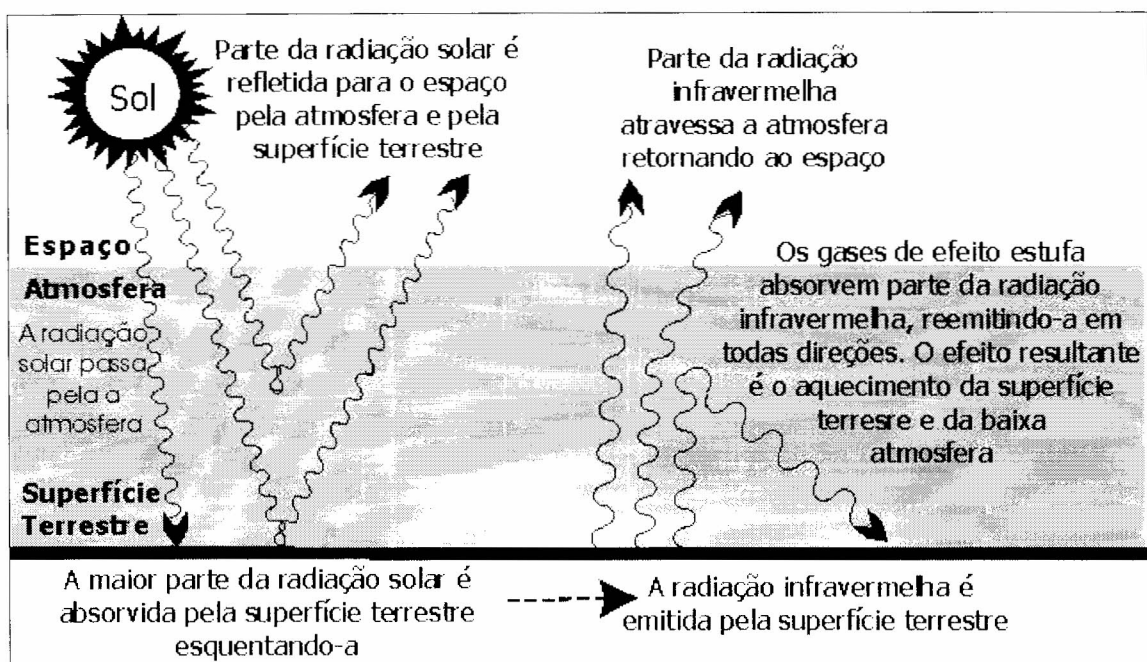


Figura 1 – Diagrama esquemático ilustrando o efeito estufa (elaboração própria).

Com o céu claro, em torno de 60-70% do efeito estufa natural é provocado pelo vapor d'água, gás de efeito estufa dominante na atmosfera terrestre (IPCC, 1995). As nuvens também têm um outro papel importante no equilíbrio térmico do planeta. Elas refletem parte da radiação solar de volta para o espaço pelas superfícies brancas, promovendo um efeito contrário ao dos gases causadoras do efeito estufa. Em termos gerais, as nuvens têm um efeito de esfriamento.

Outro fenômeno associado ao balanço de energia da Terra é o albedo, que representa a refletividade da atmosfera e da superfície da Terra. O albedo médio situa-se na faixa de 30%. Grande parte do albedo atmosférico é causado pela presença de nuvens. O

tipo da cobertura terrestre também influencia o albedo, por exemplo, uma área escura tem um albedo menor do que uma área clara, pois reflete menos luz visível.

O efeito estufa começou a alarmar a comunidade científica porque a concentração dos gases de efeito estufa está aumentando rapidamente na atmosfera devido às emissões⁷ antrópicas. Tendo em vista que o mais importante destes gases é o dióxido de carbono, o ciclo do carbono é detalhado na seção 1.1.1.

Algumas atividades antrópicas estão aumentando as concentrações dos GEE na atmosfera. Além disso, novos gases com a mesma propriedade, mas resultantes apenas das atividades antrópicas, passaram a acentuar o efeito estufa, sendo os principais: hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF₆), clorofluorcarbonos (CFCs) e hidroclorofluorcarbonos (HCHFCs) (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997, MOREIRA e SCHAWARTZMAN, 2000). O contribuinte mais importante para o recente aumento dos estoques de CO₂ atmosférico é a combustão de combustíveis fósseis (*i.e.*, termelétricas) e a mudança no uso da terra (desmatamento das florestas, particularmente nos trópicos) (SPM-TAR WG1, 2001).

Nos últimos 150 anos, as concentrações de CO₂ aumentaram cerca de 28%, as concentrações de metano (CH₄) mais que dobraram e as concentrações de óxido nitroso (N₂O) aumentaram cerca de 15%. As concentrações de dióxido de carbono tiveram um aumento de 31% desde 1750. As concentrações presentes são maiores que as dos últimos 420.000 anos e provavelmente maiores que as dos últimos 20 milhões de anos (confiabilidade de 60-90%) (SPM-TAR WG1, 2001).

O efeito estufa já se intensificou, a temperatura superficial média global aumentou em $0,6 \pm 0,2^\circ \text{C}$ durante o século XX; as medições das médias globais das marés indicam um aumento de 0,1 a 0,2 metros durante o século 20 (SPM-TAR WG1, 2001). As épocas quentes das oscilações do *El Niño* têm se tornado mais frequentes, persistentes e intensas desde a metade da década de 70, comparado com os 100 anos anteriores. Algumas imagens de satélite mostram que as extensões das neves se reduziram em 10% (confiabilidade de 90-99%) desde a década de 60. Nos próximos 100 anos podem ocorrer mudanças climáticas regionais, incluindo

⁷ A palavra emissões refere-se às emissões antrópicas líquidas de gases de efeito estufa ou a diferença entre as emissões antrópicas por fontes e as remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa.

temperaturas elevadas, invernos mais quentes, um ciclo hidrológico global médio exacerbado, alterações na biodiversidade e no ciclo de carbono (SAR-WG1, 1996, SPM-TAR WG1, 2001). Devido às mudanças presentes e futuras na biosfera⁸, o principal impacto do efeito estufa é a mudança do clima, apresentado na Seção 1.2.

1.1.1 – Ciclo do Carbono

O carbono faz parte de dois gases traços⁹ mais importantes para o efeito estufa, metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) e é o elemento químico mais abundante dentre os elementos dos ciclos biogeoquímicos, que envolvem a vida (bio), a terra (geo) e a química. Entender o ciclo do carbono e o ciclo da água é começar a entender a relação entre a vida neste planeta, a atmosfera, os oceanos e as rochas.

O ciclo global do carbono é composto de vários ciclos simples (Figura 2). O ciclo mais importante é denominado fotossíntese-respiração e está intimamente ligado com às plantas, animais e bactérias (biosfera).

O CO₂ ocorre no ar atmosférico em pequena proporção, cerca de 0,03% em volume ou 760 Gt¹⁰ C, onde desempenha função fundamental com referência ao crescimento dos vegetais. Plantas, seja na terra ou nos oceanos, assimilam o dióxido de carbono (CO₂) na biomassa¹¹, liberando o oxigênio (O₂). Este processo é chamado de fotossíntese, onde a luz (foto) é essencial para sintetizar biomassa. O exemplo mais comum deste processo é o crescimento das plantas, que possuem três vezes e meio mais carbono que a atmosfera, cerca de 2.500 Gt C (Figura 2). Como os vegetais servem de base para o reino animal, pode-se dizer que sem o dióxido de carbono não haveria vida sobre a Terra.

⁸ Região do planeta que inclui todos os organismos e seus ambientes sobre a crosta da Terra. Inclui parte da litosfera, da hidrosfera e da atmosfera (Brigadão, 1992; Lima-e-Silva *et al.*, 1999; Michaelis, 2001).

⁹ Assim denominados devido a sua baixa concentração atmosférica, menos de 1%. Todos gases de efeito estufa são gases traços.

¹⁰ 1 Gigatonelada é um bilhão de toneladas (10¹² kg); o sistema internacional de unidades (SI) utiliza o petagrama (Pg, 10¹⁵ g), que é consistente com o usado na literatura científica. Entretanto, nesta tese é usado a Gt porque é o estabelecido em muitos textos do Protocolo de Quioto e nos relatórios especiais.

¹¹ Peso de matéria viva, normalmente expressa em peso seco, no todo ou parte de um organismo, população ou comunidade. Ex. folhas, galhos, troncos e raízes (Lima-e-Silva, 1999). Também é material de origem biológica, incluindo material orgânico (vivo ou morto) acima e abaixo do solo (EPA, 2000a).

A respiração é o principal processo complementar da fotossíntese. Neste processo, a biomassa (matéria orgânica) reage com o oxigênio, liberando dióxido de carbono e energia. É através deste processo que animais, plantas e outros organismos se mantêm vivos.

Dois outros processos são quase iguais à respiração, é a decomposição e a combustão. Decomposição é a respiração, principalmente, das bactérias e fungos enquanto digerem a matéria morta. A combustão de matéria orgânica (*i.e.*, incêndios florestais), segue o mesmo caminho da respiração, onde as enzimas são substituídas pelo calor para acelerar o processo que libera energia e dióxido de carbono.

Durante a década de 1990, houve uma absorção líquida de carbono no ciclo respiração/fotossíntese, cerca de $0,7 \pm 1,0$ Gt C, apesar das emissões devido ao desmatamento foram de $1,7 \pm 0,8$ Gt C (SPM-TAR WG1, 2001). Entretanto, é importante ressaltar que a margem de incerteza deste ciclo é muito grande (142%), podendo transformá-lo em uma fonte líquida de 0,3 Gt C anuais (Figura 2).

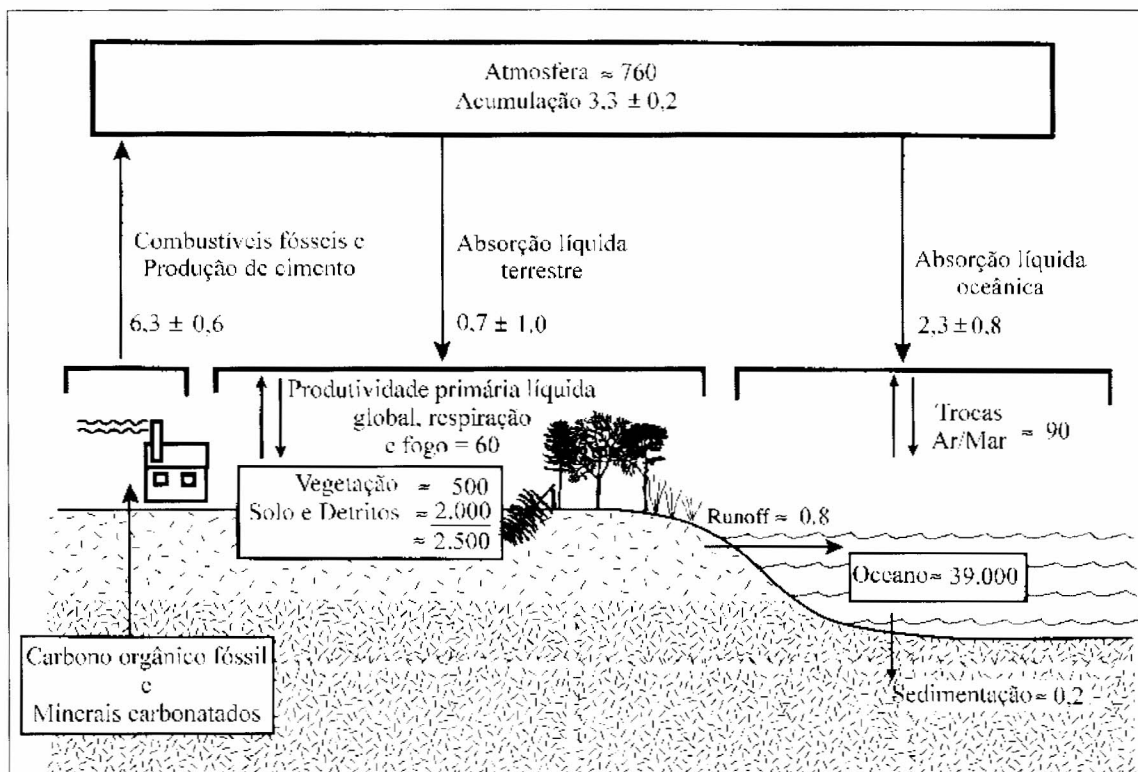


Figura 2- Ciclo global do carbono, mostrando os estoques de carbono (Gt C) nos reservatórios e os fluxos de carbono, relevantes às atividades antrópicas com as médias anuais da década de 1989 a 1998 (Fonte: traduzido e adaptado de SR-LULUCF, 2000).

O ciclo do carbono não é restrito somente às plantas e à atmosfera. O dióxido de carbono é solúvel em água e os oceanos cobrem cerca de 70% da superfície terrestre. Logo os oceanos têm um papel fundamental no ciclo do carbono, trocando dióxido de carbono com a atmosfera (90 Gt C /ano) e estocando cerca de 50 vezes mais carbono que a atmosfera (39.000 Gt C), predominantemente na forma de carbono inorgânico dissolvido. A solubilidade do dióxido de carbono nos oceanos é limitada, onde depende da sua concentração na atmosfera, da temperatura dos oceanos e outros fatores. Atualmente, o oceano está absorvendo menos da metade das emissões antrópicas, $2,3 \pm 0,8$ Gt C (Figura 2). Os ciclos que envolvem as plantas e os oceanos mudam a concentração de dióxido de carbono na atmosfera numa escala de tempo de semanas a meses.

Outro ciclo envolve as rochas, ou melhor, a matéria orgânica depositada nas rochas durante milhões de anos. Os ciclos que envolvem rochas levam centenas de milhares ou milhões de anos para afetar a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, com uma exceção: a atividade humana. A matéria orgânica morta que fica enterrada nas rochas se transforma em carvão mineral, petróleo e gás natural e é a energia solar fixada pelas plantas há milhares de anos. Esta energia tem sido explorada na forma de combustíveis fósseis.

Atualmente, os combustíveis fósseis são necessários para gerar eletricidade, mover carros e cozinhar alimentos, além de outros usos. Eles são extraídos através de minas e poços e depois de usados liberam carbono na forma de CO₂, principalmente. O resultado da queima dos combustíveis fósseis é a emissão de $6,3 \pm 0,6$ Gt C anuais (Figura 2). O resultado de todas as partes do ciclo do carbono é um incremento líquido anual de $3,3 \pm 0,2$ Gt C nos estoques atmosféricos (SR-LULUCF, 2000, SPM-TAR WG1, 2001).

A mudança no uso da terra é outra fonte de carbono. Uma perda líquida de CO₂ na agricultura (*i.e.*, um acréscimo de CO₂ na atmosfera maior do que sua retirada). Isto ocorre porque o carbono fixado pelas culturas (muitas das quais são sazonais) não compensa o CO₂ liberado do bioma natural. O desmatamento poderá liberar o carbono armazenado na madeira, principalmente se a madeira for queimada imediatamente; seguindo a oxidação do húmus, se a terra for usada para agricultura ou para desenvolvimento urbano (ODUM, 1998). Logo a mudança no uso da terra é outra atividade humana que emite grandes quantidades de gases de efeito estufa. As

emissões variam de acordo com os tamanhos dos reservatórios dos biomas que serão transformados para outras atividades humanas. A próxima seção apresentará a importância e a interação dos biomas terrestres com sistema global do carbono.

O Gráfico 1 compara as emissões acumuladas de 1850 a 1998 dos combustíveis fósseis e da mudança no uso da terra. Cerca de 270 (± 30) Gt C foram emitidos pela queima de combustíveis fósseis, outros 136 (± 55) Gt C foram emitidos pela mudança no uso da terra, principalmente de biomas florestais (SR-LULUCF, 2000). A incerteza das estimativas das emissões devido ao LULUCF é quatro vezes maior que o erro das estimativas das emissões do uso dos combustíveis fósseis, este é cerca de $\pm 10\%$, enquanto aquele, está na faixa de $\pm 40\%$.

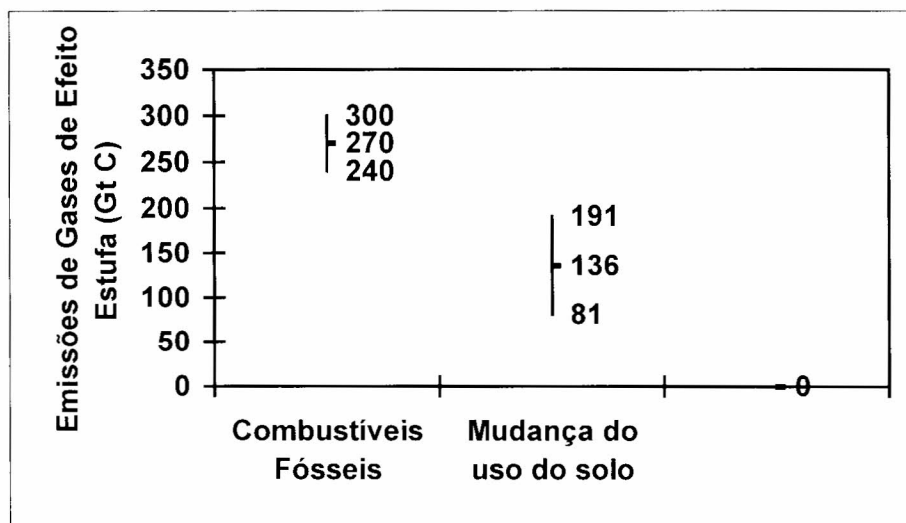


Gráfico 1 – Emissões de gases de efeito estufa de 1850 a 1998 – Gt C (Fonte: elaboração própria a partir de SR-LULUCF, 2000).

Quando se fala em emissões históricas dos setores conclui-se que as emissões dos combustíveis fósseis caracterizam o problema mais grave. Estas são em média 198% (podendo chegar a 370% e a 125%, usando as incertezas máximas e mínimas das estimativas) maiores que as emissões da mudança no uso da terra.

Segundo HOUGHTON (1991, 1991a), as emissões devido ao desmatamento das florestas tropicais da América Latina e Ásia no período de 1850 a 1998 foram de $50 \pm 7,5$ Gt C, ou seja, 12% das emissões totais antrópicas entre 1850 a 1998. Das emissões totais da mudança no uso da terra o desmatamento tropical é responsável por 37%, os outros 63% das emissões históricas da mudança no uso da terra devem ser Europa, América do Norte, Oceania e África.

No ano de 1990, as emissões devidas ao uso de combustíveis fósseis e à produção de cimento foram de $6,4 \pm 0,4$ Gt C (80% das emissões totais) e as emissões devido à mudança no uso da terra¹² foram de $1,7 \pm 0,8$ Gt C (20% das emissões totais) (SPM-TAR WG1, 2001). Cabe ressaltar que a incerteza das emissões dos combustíveis fósseis é de 6,25%, enquanto a incerteza nas emissões devido ao LULUCF é da ordem 47%.

A quantidade de dióxido de carbono está aumentando na atmosfera, o que acarreta em preocupações climáticas. Este aumento tem ligações com a queima de combustíveis fósseis e com a mudança no uso da terra, principalmente o desmatamento. O resultante destas emissões foi o acréscimo de 176 ± 10 Gt C nos estoques de carbono atmosférico. As concentrações atmosféricas aumentaram cerca de 28%, de 285 a 367 ppm no período de 1850 a 1999 (SPM-TAR WG1, 2001). Se a humanidade desejar estabilizar a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera terá que reduzir o uso dos combustíveis fósseis, aumentar o uso de energia renovável, reduzir o desmatamento e estimular os sumidouros de carbono.

1.1.1.1 – Biomassas Terrestres

Os biomas são regiões ecológicas caracterizadas pela vegetação e clima similares e todos organismos vivos contidos nela. São exemplos de biomas: montanha; região polar; florestas tropicais; florestas temperadas; floresta de monções; floresta de coníferas; floresta de arbustos sempre verdes; desertos e pastagens (BRIGADÃO, 1992).

Os biomas terrestres têm destacada importância nos ciclos biogeoquímicos, criando diversas fontes e sumidouros¹³ de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso. Eles também estão sujeitos à influência humana, aqui denominado de uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura – LULUCF.

As atividades de LULUCF alteram os biomas, gerando emissões e sumidouros de gases de efeito estufa. Os biomas terrestres são os reservatórios de carbono na

¹² Principalmente devido ao desmatamento das florestas tropicais (SPM-TAR WG1, 2001)

¹³ Segundo a Convenção do Clima, sumidouros são quaisquer processos, atividades ou mecanismos, incluindo a biomassa e, em especial, florestas e oceanos, que têm a propriedade de remover um gás de efeito estufa, aerossóis ou precursores de gases de efeito estufa da atmosfera. Podem constituir-se também de outros ecossistemas terrestres, costeiros e marinhos.

biosfera terrestre. Enquanto a Figura 2 apresentou a participação geral dos biomas terrestres no ciclo do carbono, a Tabela 1 apresenta os estoques globais de carbono por bioma.

Tabela 1 – Estoques de Carbono na Vegetação e Solos até 1 metro de profundidade.

Bioma	Área (10 ⁹ ha)	Estoques Globais de Carbono (Gt C)		
		Vegetação	Solo	TOTAL
Florestas tropicais	1,76	212	216	428
Florestas temperadas	1,04	59	100	159
Florestas boreais	1,37	88	471	559
Savanas tropicais	2,25	66	264	330
Campos temperados¹⁴	1,25	9	295	304
Desertos e semi-desertos	4,55	8	191	199
Tundras	0,95	6	121	127
Terras alagáveis	0,35	15	225	240
Plantações	1,60	3	128	131
Total	15,12	466	2011	2477

Nota: Existem incertezas nos números acima, devido à ambigüidade de definições de bioma, mesmo assim, nos fornece uma visão da magnitude dos estoques de carbono nos sistemas terrestres.

Fonte: elaboração própria a partir de tradução e adaptação do relatório SR-LULUCF (2000).

O potencial de captação de CO₂ dos ecossistemas¹⁵ terrestres depende do tipo e condição de cada bioma, dependendo da composição das espécies, estrutura e idade, além das condições locais, como solo e clima, distúrbios naturais e manejo (Tabela 1, Gráfico 2 e Gráfico 3). Os grandes reservatórios de carbono terrestres são os solos, sendo responsáveis pelo estoque de 80% do carbono (como visto na Figura 2 e será apresentado detalhadamente no Gráfico 4), entretanto pouco se sabe sobre este reservatório, dado às dificuldades de informações precisas. O carbono do solo varia muito pouco se não houver mudanças significativas das condições locais. Entretanto, qualquer conversão permanente de áreas florestais para outros usos (por exemplo agropecuária) irá causar uma perda líquida de carbono do solo para a atmosfera, além da liberação carbono da vegetação para a atmosfera.

¹⁴ Ecossistema terrestre (bioma) típico em regiões com moderada média anual pluviométrica (250 a 760 mm) suficiente para suportar o crescimento de gramíneas, mas não o suficiente para suportar grandes árvores (EPA, 2000a).

¹⁵ Sistema natural, aberto, que inclui, em uma certa área, todos os fatores físicos e biológicos (elementos bióticos e abióticos) daquele ambiente e suas interações (Lima-e-Silva *et al.*, 1999).

O Gráfico 2 e o Gráfico 3 apresentam a participação de cada bioma na superfície terrestre e a sua respectiva participação nos estoques de carbono terrestres. Cabe ressaltar que apesar das florestas boreais ocuparem menos áreas que as florestas tropicais, 9% *versus* 12%, as florestas boreais possuem mais carbono que as florestas tropicais, 24% *versus* 17% (Gráfico 2 e Gráfico 3). Também cabe ressaltar que as terras alagáveis apresentam um baixo índice de ocupação da superfície terrestre (2%), mas possuem um grande estoque de carbono (10%), já as plantações possuem uma taxa de ocupação relativamente alta (11%), mas apresentam a menor participação dos estoques terrestres de carbono (5%), junto com as tundras.

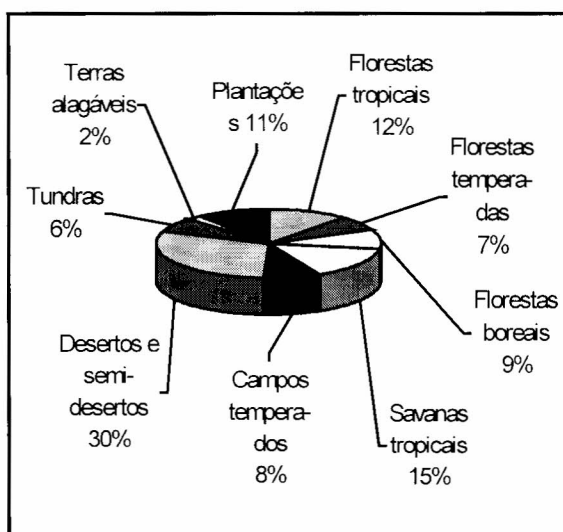


Gráfico 2 – Área percentual dos biomas terrestres (Fonte: elaboração própria a partir da Tabela 1).

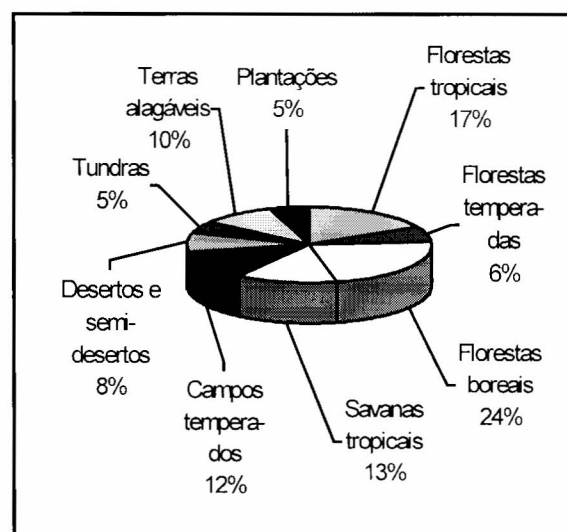


Gráfico 3 – Percentagem de carbono estocado nos biomas terrestres (Fonte: elaboração própria a partir da Tabela 1).

O estoque de carbono na vegetação tropical representa cerca de 212 Gt C e os solos tropicais possuem cerca de 216 Gt C. De 1850 a 1985, as emissões líquidas das florestas latinoamericanas foram de 26 ± 9 Gt C, enquanto as emissões líquidas das florestas asiáticas tropicais do sul e sudeste foram de 24 ± 6 Gt C. No caso da América Latina 42% das emissões foram devido à pecuária, 34% para agricultura, 19% áreas degradadas e 5% para culturas rotativas. No caso do sul e sudeste da Ásia estes valores são mais imprecisos devido a ausência de dados históricos (HOUGHTON, 1991, 1991a). Entretanto, estudos com janelas temporais menores relatam que mesmo as florestas podem ser um sumidouro líquido de carbono. Por exemplo, em 1980, áreas tropicais removeram $2,35 \pm 0,85$ Gt C da atmosfera (LUGO e BROWN, 1992).

O resultado do balanço total é que nas últimas duas décadas o LULUCF deixou de ser uma fonte líquida de CO₂, confirmando o que foi apresentado no ciclo do carbono da Figura 2 na década de 1990. Os biomas terrestres tiveram uma absorção líquida de carbono ($0,7 \pm 1,0$ Gt C) devido à mudança nas práticas do uso da terra e a regeneração natural das florestas das médias e altas latitudes (SR-LULUCF, 2000). Torna-se importante ressaltar que as estimativas para o setor ainda são muito imprecisas. Dependendo da incerteza, pode-se chegar a uma emissão líquida de carbono de 0,3 Gt C.

1.1.1.2 – Sumidouros de Carbono

O fato das florestas em crescimento absorverem o CO₂ da atmosfera é um processo natural conhecido, armazenando carbono em sua biomassa através da fotossíntese, formando grandes reservatórios de carbono. Este processo está sendo considerado uma importante alternativa para o combate ao efeito estufa, diminuindo as concentrações de GEE com o aflorestamento¹⁶, enriquecimento florestal ou reflorestamento.

O seqüestro de carbono é a remoção de dióxido de carbono por ecossistemas marinhos ou terrestres que reduzam as concentrações de CO₂ na atmosfera (EPA, 2000a).

Pode-se dizer que juridicamente a expressão seqüestro é errônea, o correto seria absorção. Porém, segundo o Novo Dicionário Aurélio (1986), seqüestro é: “1. apreensão judicial de bem litigioso, destinada a assegurar-lhe a entrega, oportunamente, à pessoa a quem se reconheça que ele deve tocar [...] 2. crime que consiste em reter ilegalmente alguém, privando-o de sua liberdade [...] 3. objeto seqüestrado, depositado”. Analisando-se o significado 3, pode-se classificar o carbono como um objeto e considerar que este está sendo depositado, no caso em questão, em uma árvore.

A função ambiental das florestas de absorver carbono diminuindo as concentrações atmosféricas de CO₂, atualmente conhecida como seqüestro de carbono, passou a

¹⁶ Aflorestamento é o estabelecimento de florestas em áreas que não possuíam tal vegetação recentemente (EPA, 2000a). Este espaço de tempo, “recentemente”, é relativo, porque varia de acordo com a definição adotada, tais como: não se tem registro de floresta no tempo histórico; não tem floresta num período de tempo específico (ex. 30 anos); ou sob as condições climáticas atuais.

agregar um valor de mercado no uso das florestas, além de outros serviços ambientais importantes, como proteção do solo e aquíferos, da manutenção do micro-clima e biodiversidade etc. Ao contrário destas funções ambientais, o mercado de carbono tem se mostrado apto por pagar pela absorção do carbono das florestas.

No caso das florestas, as árvores acumulam a energia solar e o carbono da atmosfera, combinando-os com água e outros nutrientes na forma de madeira, folhas e raízes. A água e a maioria dos nutrientes são absorvidos pelas raízes e transportados às folhas. Mas com o carbono é diferente, ele é absorvido diretamente da atmosfera como dióxido de carbono através dos estômatos¹⁷ das folhas e caules. Assim a planta acumula massa de cima para baixo, liberando oxigênio. Durante a ausência da luz solar, as plantas não realizam mais a fotossíntese e passam a realizar a respiração.

A Figura 3 ilustra a fotossíntese numa árvore, onde o carbono é acumulado na biomassa (fluxo 1), desassimilando o O₂ (fluxo B) provenientes do CO₂ (fluxo A). Parte do carbono retido na biomassa é transferido para o solo pela decomposição da matéria orgânica morta, como a serapilheira e raízes mortas (fluxos 2, 3 e 4). Assim o carbono é armazenado (seqüestrado) em dois reservatórios principais, a biomassa viva (acima e abaixo do solo) e o solo. O processo oposto à absorção é a liberação do carbono dos solos e da biomassa através da mudança no uso da terra, queimadas, respiração e decomposição.

¹⁷ Pequena abertura na epiderme foliar e caulinar, que se abre, internamente, num sistema de canais aeríferos, que permitem as trocas gasosas necessárias à vida das plantas. É formado por duas células reniformes, que se afastam ou se aproximam, abrindo ou fechando, assim, o ostíolo (Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, 1986).

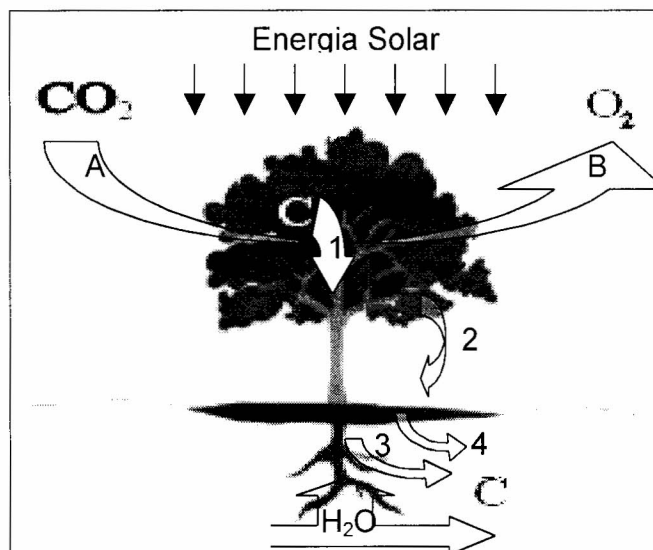


Figura 3 – Na fotossíntese a árvore absorve carbono na forma de biomassa (elaboração própria).

As taxas iniciais de crescimento dos estoques de carbono em vegetação secundária podem ser grandes, mas a taxa diminui cerca de 20 anos depois do início do crescimento. Na sucessão natural, isto pode levar séculos antes dos estoques de carbono alcancarem 150-250 t C /ha da floresta madura (KOSKELA *et al.*, 2000).

O estoque de carbono da vegetação é afetado pela conversão de florestas para plantações e outros usos do solo, pois contêm muito menos carbono do que florestas maduras, porém o carbono do solo não é muito afetado pela mudança da vegetação (KOSKELA *et al.*, 2000). A reabilitação de florestas secundárias pode ser um dos meios mais efetivos de absorver carbono atmosférico, enquanto preservar florestas naturais é um dos meios de reduzir emissões de gases de efeito estufa.

Ao estudar grandes áreas da superfície terrestre, vê-se que a fotossíntese e a respiração não ocorrem, necessariamente, nas mesmas taxas. Nas regiões temperadas, no hemisfério norte, a fotossíntese das florestas boreais supera a respiração durante a primavera e verão, pois os dias são maiores que as noites. Durante estas estações, a concentração de dióxido de carbono diminui um pouco. Porém, a respiração supera a fotossíntese durante o outono e o inverno, e a concentração de dióxido de carbono aumenta significativamente (MOREIRA e SCHAWARTZMAN, 2000).

Diferentes biomas apresentam diferentes taxas de crescimento, absorção e estoques de carbono, tanto acima quanto abaixo do solo. Os estoques de carbono são maiores nos solos do que nas vegetações, particularmente em ecossistemas não florestais das

médias e altas latitudes (Gráfico 4). As incertezas nos estoques de carbono abaixo do solo são ainda maiores que as incertezas nos estoques acima do solo, devido à dificuldade de se medir esta biomassa.

As florestas tropicais estocam muito mais carbono por hectare na vegetação na biomassa acima do solo (120 t C /ha) do que as florestas boreais (64 t C /ha), porém o quadro se inverte quando se estuda o carbono orgânico do solo. As florestas boreais têm muito mais carbono por hectare no solo (344 t C /ha) do que as florestas tropicais (123 t C /ha) (Gráfico 4). Isto faz com que as florestas boreais tenham mais carbono estocado em menos áreas florestais, como já apresentado anteriormente. Isto ocorre porque as baixas temperaturas combinadas, geralmente, com a umidade excessiva, produzem baixas taxas de decomposição; matéria orgânica e turfa tendem a se acumular nos solos florestais do hemisfério norte.

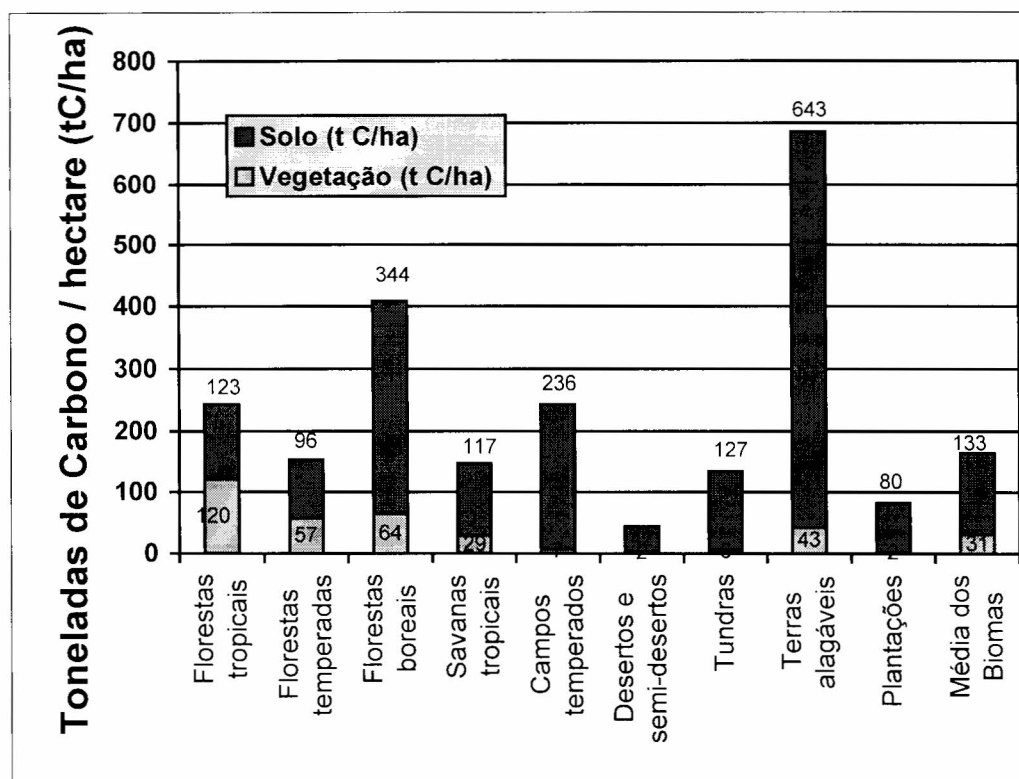


Gráfico 4 - Densidade de Carbono por hectare nos diversos biomas (Fonte: Elaboração própria a partir da Tabela 1).

Teoricamente, florestas maduras tropicais, temperadas ou boreais não devem ser sumidouros de carbono, uma vez que, cerca da mesma quantidade de carbono que é fixada na fotossíntese é liberada por micróbios e a respiração das plantas e animais no ecossistema florestal em balanço (IPCC, 1996). Entretanto, florestas podem formar um

sumidouro temporal quando estão crescendo mais rápido devido: a distúrbios naturais, a distúrbios humanos, a fertilização do CO₂ atmosférico e a fertilização do nitrogênio.

A estimativa é que a vegetação terrestre e os solos estão tendo uma absorção líquida de cerca 11 % das emissões de GEE devido ao uso de combustíveis fósseis. A magnitude dos sumidouros naturais está estimada em $3,2 \pm 1,6$ Gt C /ano, entretanto as incertezas ainda são muito grandes quando comparadas ao montante total, cerca de 50%. É possível que o aquecimento global possa cancelar esta situação porque a liberação de CO₂ da respiração também deverá causar um clima mais quente (KOSKELA *et al.*, 2000), em que a água evaporaria mais rápido e as plantas precisariam diminuir o número de estômatos para não desidratarem.

Segundo o AMERICAN LANDS ALLIANCE (1999), o seqüestro de carbono não é substitutivo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, mas as florestas são meios eficientes de reduzir as concentrações atmosféricas dos níveis de CO₂.

1.2 – MUDANÇA DO CLIMA

Vários estudos têm mostrado que a concentração de dióxido de carbono (CO₂) e a temperatura da atmosfera variaram conjuntamente nas últimas dezenas de milhares de anos, reforçando a preocupação de que o aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera pode provocar mudanças climáticas, como, por exemplo, alterando radicalmente os ciclos hidrológicos de toda uma região, intensificando e alterando a frequência de eventos extremos (tornados, ressacas etc.).

A mudança do clima¹⁸ está diretamente relacionada ao aquecimento global, que é a consequência mais provável do aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, gerando temperaturas médias mais altas na superfície terrestre. O aumento da concentração de CO₂ na atmosfera coincide com a industrialização da sociedade humana e existem boas evidências para indicar que é causada pelas emissões crescentes de CO₂ das atividades humanas (SPM-TAR WG2, 2001).

¹⁸ "Significa uma mudança de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis" (CONVENÇÃO DO CLIMA, 1995).

Análises de bolhas de ar, aprisionadas no gelo de grandes geleiras nas regiões polares e nas montanhas da Antártida e da Groenlândia, guardam as variações da concentração do dióxido de carbono atmosférico desde o final da última era glacial. A concentração então era de 200 ppm¹⁹; ela aumentou gradualmente para cerca de 225 ppm durante oito mil anos e subseqüentemente aumentou mais 25 ppm durante os sete mil anos seguintes. Houve um acréscimo de 10 ppm por volta de 1300 a.c., seguido por um decréscimo de 10 ppm por volta de 1600 a.c., durante a pequena idade do gelo. Durante o último milênio e o início da revolução industrial, a concentração variou entre 275 a 285 ppm. Em 1998 a concentração de CO₂ aumentou para 366 ppm (SR-LULUCF, 2000).

A taxa de acréscimo nas concentrações durante o século passado tem persistido e é cada vez maior do que durante qualquer outro período do último milênio. Esta taxa de mudança pode ser explicada pelo efeito acumulativo das emissões da queima dos combustíveis fósseis, da mudança no uso da terra e da resposta dos oceanos e da biosfera a esta perturbação antrópica (SR-LULUCF, 2000).

Está previsto o aumento da média do nível dos mares em 0,09 a 0,88 metros entre 1990-2100, nos cenários otimistas e pessimistas gerados por supercomputadores. Isto ocorrerá principalmente devido à expansão termal dos mares e ao derretimento de geleiras e placas de gelo (SPM-TAR WG1, 2001).

A temperatura média da Terra poderá aumentar entre 1,5 °C e 6 °C até 2100. Para países como Holanda ou Bangladesh, essa elevação traria consequências desastrosas, como perda de áreas agricultáveis, salinização de fontes de água doce e necessidade de remoção de milhões de pessoas que hoje vivem em áreas no nível do mar (SPM-TAR WG1, 2001).

Em resposta às diversas evidências científicas sobre a possibilidade de mudança do clima, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM) criaram o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima – IPCC, em 1988.

¹⁹ Partes por milhão em volume.

O IPCC²⁰ é o órgão responsável em fornecer informações sobre a ciência, os impactos e a economia, além de opções para mitigação e adaptação, da mudança do clima. O trabalho do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima representa o consenso da comunidade científica na ciência da mudança do clima. Ele é reconhecido como a fonte mais confiável de informação sobre mudança do clima e suas causas. Seus métodos de obtenção de consenso são endossados por várias academias de ciência mundiais segundo a declaração do documento THE SCIENCE OF CLIMATE CHANGE (2001)²¹ de 17 de maio de 2001. O IPCC elabora três Relatórios de Avaliação de cinco em cinco anos, divididos em três grupos: Bases Científicas – WG1; Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade – WG2 e; Mitigação – WG3, onde compila-se o conhecimento científico mundial de mais de 2.000 cientistas.

A primeira série de avaliações foi publicada em 1991 (First Assessment Report – FAR-WG1, FAR-WG2 e FAR-WG3), a segunda em 1996 (Second Assessment Report – SAR-WG1, SAR-WG2 e SAR-WG3) e a terceira em 2001 (Third Assessment Report – TAR-WG1, TAR-WG2 e TAR-WG3). Além destes documentos, o IPCC produz Relatórios Especiais, feitos sob requisito da Convenção do Clima, Artigos Especiais, metodologias, entre outros. O Relatório Especial mais importante para a questão do uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura é o “Special Report on Land Use, Land-Use Change, and Forestry” (SR-LULUCF, 2000).

Atualmente há um consenso científico a respeito da contribuição das atividades humanas, principalmente após a revolução industrial, para a elevação da temperatura do planeta. As consequências reais ainda são desconhecidas, mas os primeiros sinais já são perceptíveis, por exemplo, o aumento da frequência de ondas gigantes no oceano Atlântico (de acordo com a notícia do JC E-Mail 1669 de 17 de novembro de 2000, a pesquisa realizada pelo Dr. Ingo Grevemeyer, do Depto. de Oceanografia da Universidade de Bremen, Alemanha).

²⁰ Nesta tese a sigla IPCC é a abreviatura do inglês – Intergovernmental Panel on Climate Change, pois já tem uma conotação própria.

²¹ São elas: Academia Australiana de Ciências, Academia Real Flamengo da Bélgica para Ciências e Artes, Academia Brasileira de Ciências, Sociedade Real do Canadá, Academia Caribenha de Ciências, Academia Chinesa de Ciências, Academia Francesa de Ciências, Academia Alemã de Ciências Naturais Leopoldina, Academia Nacional Indiana de Científica, Academia da Indonésia de Ciências, Academia Real Irlandesa, Academia Nacional de Lincei (Itália), Academia de Ciências da Malásia, Conselho Academia da Sociedade Real da Nova Zelândia, Academia Real Sueca de Ciências e Sociedade Real (Reino Unido).

Existem interesses que levantam dúvidas a respeito de o consenso científico estar utilizando previsões de mudança do clima, questionando a necessidade de mitigar os riscos afirmados pela ciência da mudança do clima. A declaração THE SCIENCE OF CLIMATE CHANGE (2001) não considera tais dúvidas justificáveis. O próprio governo norte-americano encomendou à Academia Norte-Americana de Ciências um parecer sobre o trabalho do IPCC no início de 2001. O parecer foi favorável ao trabalho do IPCC.

As questões relativas ao aquecimento global se referem à escala dos impactos regionais e às consequências para a sociedade no próximo século. Porém suas implicações da mudança do clima são claras em termos de padrões de consumo e desenvolvimento, na medida em que a industrialização nos últimos 150 anos se processou com base na queima de combustíveis fósseis, produzindo gases que comprovadamente contribuem para o aquecimento do planeta.

O tema é necessariamente global, uma vez que a atmosfera pertence a todos e, sem um esforço concertado entre os países, o preço a ser pago pelas futuras gerações será alto. Como conciliar as visões diferentes e até antagônicas de países e sociedades que estão negociando o destino da humanidade?

Um gigantesco esforço internacional de negociações conduziu à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas aberta para assinatura em 1992, no Rio de Janeiro, propondo que os países se mobilizassem para resolver a questão (Seção 1.3). O passo mais significativo desde então foi o estabelecimento do Protocolo de Quioto em 1997 (Seção 1.3.1), onde foram determinadas cotas de redução de emissões dos gases causadores de efeito estufa para os países industrializados.

Antes de propor discussões sobre as questões das negociações da Convenção do Clima e do Protocolo de Quioto, é importante estudar algumas relações entre a mudança do clima e as florestas. As florestas afetam o clima global e localmente. Existem quatro maneiras que a vegetação afeta a atmosfera: (i) absorção de energia solar, (ii) modificação dos movimentos do ar, (iii) dividindo a energia e água e (iv) trocando CO₂ na respiração da planta e fotossíntese (KOSKELA *et al.*, 2000). Os dois próximos itens permearão as interações entre a mudança do clima e as florestas.

1.2.1 – As Florestas e a Mudança do Clima

As florestas contribuem para a estabilidade ambiental, por exemplo, com a mitigação das temperaturas extremas, aumentando as precipitações regionais e prevenindo a erosão e deterioração do solo e têm papel fundamental no ciclo do carbono: elas constituem o maior reservatório de carbono de todos os ecossistemas terrestres e funcionam em muitos casos como sumidouros.

A quantidade total de carbono armazenada nas florestas no mundo está estimada em 1.146 Gt C (47% dos estoques totais de carbono) nos solos e vegetação; parte do carbono está estocada na biomassa viva (359 Gt C) e outra na matéria orgânica do solo (787 Gt C), como visto anteriormente na Tabela 1. As quantidades de carbono armazenadas e as taxas entre biomassa viva e carbono no solo são determinadas pelo solo, clima e tipo de floresta. Diferentes tipos de formações florestais apresentam diferentes estoques de carbono por hectare, como visto no Gráfico 4.

O ciclo do carbono das florestas maduras está em equilíbrio, pois as taxas de respiração e decomposição são iguais à da fotossíntese, quando analisado por longos períodos (ODUM, 1988, KOSKELA *et al.*, 2000). Ou seja, as florestas não são, em termos teóricos, nem consumidores, nem fonte de carbono (KRAPPENBAUER, 1991). Outro exemplo é a seguinte afirmação: “as florestas naturais maduras não são eficientes em retirar CO₂ da atmosfera, pois seu crescimento líquido anual em biomassa total tende a ser nulo. A importância principal dessas florestas para o efeito estufa é que elas constituem um enorme estoque imobilizado de C” (GALVÃO, 2000).

Porém, alguns estudos estão concluindo o oposto, que as florestas em clímax não crescem mais. LUGO e BROWN (1986, *apud* HENDRICKSON, 1990) citam o exemplo das florestas coníferas da costa do Pacífico que continuam acumulando carbono orgânico por pelo menos 1000 anos. Grandes quantidades de carbono são seqüestradas em madeira morta e matéria orgânica no solo. Estes autores também notaram que o carbono orgânico solúvel é exportado do solo e pode alcançar lagos e oceanos sem ser respirado.

Estudos apontam que solos em florestas tropicais intocadas, florestas da Sibéria e alguns parques nacionais alemães têm grandes quantidades de carbono sendo absorvidas devido às folhas mortas, galhos e raízes que ficam retidas no solo e permanecem lá por 1.000 anos ou mais. Quando estas florestas são cortadas, as

raízes se decompõem e o solo é alterado, liberando o carbono orgânico. Séculos precisarão passar até que novas árvores construam novamente tais reservatórios subterrâneos de carbono. Com a remoção destas florestas haverá perturbação no ciclo do carbono, porém, a regeneração pode reabsorver este carbono.

Muitas florestas foram perturbadas no passado e estão se regenerando, com absorções líquidas de carbono atmosférico. Estas florestas atuam como importantes sumidouros. Estudos realizados em florestas boreais comprovaram que existe uma taxa líquida de absorção de carbono nestas florestas (JOYCE *et al.*, 1995, NILSSON *et al.*, 2001). Porém, esta absorção é compensada pelo derretimento dos solos congelados ("permafrost") e suas conseqüentes emissões de carbono orgânico do solo devido ao aquecimento global (GOULDEN *et al.*, 1998).

Uma comparação entre oito resultados de estudos usando diferentes ajustes de estações de amostras, anos e métodos de cálculo, sugere que, na década de 90, o fluxo líquido anual de carbono da atmosfera para os sistemas biológicos terrestres foi de 1,3 Gt C /ano nas florestas temperadas e regiões boreais e $0,2 \pm 1,2$ Gt C /ano nas florestas tropicais (SPM-TAR WG2, 2001).

O Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia – LBA²² (um consórcio entre o Brasil e governos estrangeiros) tem realizado estudos dos fluxos de carbono na Amazônia e cita que algumas regiões da Amazônia absorvem até 5 t C /ano.ha²³. Um estudo dos resultados da maioria de amostras de florestas tropicais em estágio maduro sugere que estas florestas estão aumentando em peso de biomassa, resultando num sumidouro de carbono de $0,85 \pm 0,25$ Gt C /ha.ano (PHILLIPS *et al.*, 1998).

Dada à complexidade, interação das florestas com a mudança do clima, existem importantes mecanismos que podem mitigar a mudança do clima:

- a. reduzindo o desmatamento de florestas existentes e prevenindo a perda de carbono das florestas;
- b. aumentando as áreas de florestas estabelecidas em áreas não florestadas;

²² Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônica (Large-scale Biosphere-Atmosphere Amazon), página da Internet <http://lba.cptec.inpe.br/lba/>, visitado em abril de 2001.

²³ Página da Internet no endereço http://daacl.esd.ornl.gov/lba_cptec/documentos/verdemar.htm, visitada em março de 2001.

- c. conservando e aumentando o tamanho dos sumidouros de carbono e reservatórios na vegetação terrestre e solo;
- d. aumentando o tamanho dos estoques de carbono em produtos florestais e florestas;
- e. substituindo combustíveis fósseis por combustíveis renováveis de base florestal.

Estudos iniciais estimavam que as emissões líquidas devido ao desmatamento tropical foram de 1,2 Gt C /ano durante o período de 1980-1990, sendo responsável por 75% de todas as emissões líquidas do LULUCF (HOUGHTON, 1996). Estudos recentes estimam estas emissões em 2,4 Gt C /ano, ou o dobro das estimativas anteriores. Entretanto não houve esta magnitude de acréscimo nas concentrações de atmosféricas de CO₂, o que segundo KOSKELA *et al.* (2000) aponta para sérias questões sobre a magnitude dos sumidouros de carbono tropicais. Ou seja, diminuindo as taxas de desmatamento é uma importante opção para conservar a biodiversidade global diante a mudança do clima.

Estudos de micrometeorológicos indicam que existe um seqüestro de carbono em áreas estudadas de floresta amazônica, alcançando uma absorção de 1,0 t C × ha⁻¹ × ano⁻¹ (GRACE *et al.*, 1995) e 5,9 t C /ha.ano) (MALHI *et al.*, 1999). Os estudos de micrometeorológicos provavelmente são mais precisos do que os estudos por amostras, porque levam em conta a acumulação da matéria orgânica no solo, enquanto amostras de florestas levam em conta principalmente a biomassa viva. Atualmente, estão sendo feitos realizados por amostras no solo, *i.e.*, o Projeto Ação Contra o Aquecimento Global (Seção 3.2), mas tais estudos têm desvantagens de custo e trabalho. O Experimento de Grande Escala da Bacia Amazônica (LBA), por exemplo, é um estudo micrometeorológico para da Amazônia.

Embora florestas pareçam prover um grande potencial de mitigar a mudança do Clima, novas condições ambientais podem reduzir sua capacidade de seqüestrar carbono em muitas partes do mundo (KOSKELA *et al.*, 2000).

1.2.2 – Impacto da Mudança do Clima nas Florestas

“Em grande parte do planeta, temos confinado as florestas e a vida selvagem em áreas isoladas, não contíguas. Esses organismos serão incapazes de procurar outros lugares, quando o clima mudar. A extinção de espécies será muita acelerada. Um

considerável transplante de colheitas e pessoas se tornará necessário” (SAGAN, 1998).

A mudança do clima irá afetar os ecossistemas florestais de diversas formas. O impacto mais aceito é resultado do aumento da temperatura e da mudança nos padrões de chuvas e umidade. Outros fatores incluem a mudança nos regimes de secas e tempestades, maior velocidade dos ventos, maiores incidências de incêndios, fertilização de dióxido de carbono, aumento nos padrões de pestes e doenças etc. Alguns destes (aumento da temperatura e fertilização de CO₂) poderão aumentar as taxas de crescimento enquanto outras (pestes e incêndios) deverão abalar as taxas de crescimento e os reservatórios de carbono.

Pelo menos um terço das florestas do mundo estão sujeitas aos impactos da mudança do clima (DUDLEY, 1998). Mudanças climáticas induzirão alterações na composição de espécies, na taxa de decomposição e no volume de biomassa. Algumas florestas irão deslocar suas fronteiras geograficamente, caso existam condições ideais e a migração não for bloqueada pela agricultura e outros fatores, caso contrário, a mudança do clima poderá gerar uma destruição em grande escala das florestas.

A consequência desta rápida migração das florestas está relacionada com a reprodução das árvores e as taxas de migração das áreas estressadas pela mudança do clima. Espécies de crescimento lento não têm capacidade de migração como espécies de rápido crescimento. O resultado será uma aceleração da ameaça que já tem ocorrido por outras formas de interferência humana, a substituição de florestas ricas em espécies por florestas mais simples e pobres (DUDLEY, 1998).

Previsões do desenvolvimento das florestas durante a mudança do clima são baseadas em modelos que estão sujeitos às incertezas, às mudanças atuais no clima, como também muitas incertezas com respeito aos mecanismos florestais de retroalimentação²⁴. Mesmo assim, as elasticidades dos ecossistemas florestais são consideráveis; isto é demonstrado pela grande capacidade das florestas de se

²⁴ Retroalimentação é um mecanismo de interdependência entre duas variáveis, podendo ser positivo ou negativo. No caso de uma retroalimentação negativa, por exemplo, quanto mais se estimula o turismo para uma reserva ecológica, mais lixo estará sendo gerado, poluindo-a, conseqüentemente menos turistas irão querer visitá-la, inibindo o turismo. No caso da retroalimentação positiva, o aquecimento global aumentará a decomposição de matéria orgânica, emitindo mais e aumentando a concentração de GEE, aquecendo mais a atmosfera, decompondo ainda mais a matéria orgânica.

regenerarem após incêndios naturais e pela elasticidade dos ecossistemas florestais europeus em superar a acidificação e eutrofização²⁵ (BODEGOM *et al.*, 2000).

Medidas de fluxos de CO₂ indicam que nas altas latitudes o aumento da absorção de carbono na biomassa está sendo compensado pela emissão de carbono orgânico do solo pelo derretimento dos solos congelados. Nas regiões tropicais mudanças nos padrões de chuva irão, provavelmente, ser mais importantes na determinação da distribuição de sumidouros e fontes de carbono (GOULDEN *et. Ali.*, 1998).

As taxas de fotossíntese, respiração das plantas, decomposição e frequência do fogo são afetadas por fatores climáticos como luz do sol, temperatura e chuvas. Variações interanuais no clima causam a maioria das variações interanuais na intensidade de absorção de carbono terrestre. Em particular, os eventos do El Niño são associados com altas temperaturas e secas em muitas regiões tropicais e o seu aumento de frequência pode possibilitar as regiões tropicais em fontes de carbono.

Um estudo da Agência de Proteção Ambiental do Estados Unidos (EPA, 2000b) indica que, um aquecimento de 2 °C poderia deslocar as florestas norte americanas em 300 Km para o norte. Se o clima mudar devagar, temperaturas mais quentes possibilitarão a colonização de árvores em áreas muito frias, ao mesmo tempo em que áreas ao sul se tornarão muito quentes e secas para as espécies sobreviverem. Entretanto, se a Terra apresentar um aumento de 2 °C em 100 anos, as espécies terão que migrar 3 Km por ano, o que seria impossível²⁶.

Com o aquecimento global, os incêndios deverão ser cada vez mais frequentes e intensos nas áreas florestais. A redução dos estoques de carbono devido aos incêndios florestais precisa ser considerada. Entretanto, os impactos dos incêndios florestais não devem ser superestimados; sob condições naturais, a regeneração pode restabelecer os níveis de carbono anteriores.

O impacto da mudança do clima sobre o ciclo do carbono e as florestas tem também percorre outra discussão. Estudos indicam que o aumento da concentração

²⁵ Processo de enriquecimento das águas por nutrientes que alimentam o crescimento vegetal resultando numa proliferação de algas. Muitas vezes, (...), resulta em crescimento bacteriano excessivo, com conseqüente depleção de oxigênio, levando à morte parcial ou total das espécies locais (LIMA-E-SILVA, 1999; BRIGADÃO, 1992).

atmosférica de CO₂ causa um aumento nas taxas de fotossíntese das plantas, aumentando sua capacidade de absorção de carbono, possibilitando uso mais eficiente da água e aumentando o carbono estocado na biomassa (EPA, 2000b, POST, 2001). Este processo é conhecido por fertilização de CO₂. Existem centenas de projetos espalhados pelo mundo que estão avaliando as reais consequências da fertilização de CO₂ sobre florestas, pastagens, arroz, algodão, tomate, tabaco etc.²⁷

Os resultados, de mais de 100 experimentos em que árvores novas foram expostas ao dobro das concentrações atuais de CO₂ por períodos de 10 anos, demonstraram um aumento no crescimento das árvores de 10 a 70% (WULLSCHLEGER, POST, KING, 1995, IDSO, 1999). Porém existem incertezas quanto à duração da fertilização de CO₂ e seu comportamento de saturação em longo prazo. As respostas dos ecossistemas indicam resultados ambíguos das trajetórias futuras dos fluxos de carbono, porque eles ignoram os ajustes metabólicos em longo prazo e as retroalimentações biogeoquímicas.

Diversos experimentos onde as concentrações de CO₂ foram elevadas, os grandes acréscimos nas quantidades de estoques de carbono declinaram ao longo do tempo, provavelmente devido às limitações de nutrientes (CANADELL e MOONEY, 1999). De acordo com DUDLEY (1998), três estudos da fertilização de CO₂ com cinco espécies de árvores em Serra Nevada falharam na correlação com o CO₂. De fato a fertilização por CO₂ permanece um tópico controverso e alguns pesquisadores acreditam que a variedade de retro-alimentações pode reduzir os impactos. Num exemplo, DUDLEY (1998) cita um caso na Finlândia onde foi diagnosticado que concentrações elevadas de CO₂ elevou a fotossíntese, mas também reduziu o tempo de crescimento das árvores, logo o efeito líquido foi equivocado.

Ao contrário do efeito da fertilização de CO₂, o aquecimento global promoverá o lançamento de carbono pelo aquecimento dos solos. A aceleração deste processo tem

²⁶ Árvores que espalham suas sementes por pássaros seriam capazes de alcançar estas taxas, mas árvores que necessitam do vento não conseguiriam. Além do mais, solos pobres poderiam limitar a taxa de expansão das árvores e ocupações humanas bloquear o deslocamento destes ecossistemas.

²⁷ Em pesquisa na Internet pelo termoFACE (free air CO₂ enrichment) e CO₂ encontram-se diversas páginas, algumas delas: Oak Ridge National Laboratory estudando efeitos sobre florestas (<http://cdiac.esd.ornl.gov/programs/FACE/face.html>); Rhinelander FACE (free air CO₂ enrichment) Project, estudando efeito sobre solos (<http://forestry.mtu.edu/ferg/page5.html>); Swiss (ETH) FACE Experiment estudando efeitos sobre pastagens (<http://www.fb.ipw.agr.ethz.ch/FACE.html>). O próprio está numa lista de projetos deste tipo no mundo (<http://cdiac.esd.ornl.gov/programs/FACE/whereisface.html>), sendo indicado o nome de Antonio Miranda (amiranda@guarany.cpd.unb.br), da UNB. Todos endereços foram visitados em julho de 2001.

uma retroalimentação positiva no ciclo do carbono. No momento em que as florestas boreais passarem a perder suas características de clima frio, onde possuem altos estoques de carbono por hectare, diminuirão sua capacidade de estocar carbono no solo, liberando CO₂, contribuindo ainda mais para o efeito estufa.

Talvez o mais importante fator que complica os estudos é a incerteza em nível regional, se áreas particulares irão se tornar mais secas ou úmidas. Se o clima pode se tornar mais úmido, as florestas provavelmente aumentarão suas áreas de influência; se o clima se tornar mais seco, as florestas reduziram as atuais áreas. Considerando essas incertezas fundamentais, existem estudos de impactos que possuem resultados ambíguos. Atualmente, o mais importante para a manutenção das florestas é o desenvolvimento dos estudos de vulnerabilidade.

Se os potenciais dos impactos da mudança do clima sobre as florestas é impreciso, sobre a vida animal é pior. Se os habitats simplesmente mudam para áreas mais frias (*i.e.*, altas latitudes ou altas altitudes), muitas formas de vida selvagem poderão potencialmente se adaptar, como se adaptaram às mudanças climáticas que ocorreram nos últimos milhares de anos. Entretanto, obras de infra-estrutura, estradas, e outras modificações no meio ambiente poderão bloquear as rotas de migração. As Reservas Naturais, geralmente, localizadas para proteger espécies particulares, poderão não mais oferecer as condições ideais para as espécies.

No Brasil, o desmatamento está aumentando sua vulnerabilidade diante as variações climáticas. Usando modelos climáticos, pesquisadores modelaram as conseqüências regionais da mudança no uso da terra e de floresta para pastos. Os resultados foram considerados incertos, mas eles sugerem que a temperatura da superfície poderá se elevar entre 1°C e 3°C e as chuvas poderão diminuir entre 20-30% (UNEP, 2001).

Ainda que as predições dos diversos modelos biosféricos / atmosféricos do ciclo do carbono e da mudança do clima seja quantitativamente incertos, eles concordam qualitativamente. Atualmente, a remoção de carbono da atmosfera pela vegetação está sendo estimulada pelo aumento da concentração de CO₂ atmosférico. O aquecimento global reduz a capacidade de absorção pelo solo e respiração das plantas. Com a fertilização de CO₂, as taxas de absorção dos solos diminuirão na segunda metade do século 21, pois a taxa de respiração dos solos aumentará mais com a temperatura do que aumentará com a fotossíntese (SOCIEDADE REAL BRITÂNICA, 2001).

1.3 – CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA – CQNUMC

Devido à gradual percepção da necessidade de desenvolver políticas e instrumentos legais internacionais sobre a questão da mudança do clima, a Assembleia Geral das Nações Unidas estabeleceu, em seu período de sessões de 1990, o Comitê Inter-Governamental de Negociação para a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima (CIN/CQMC), encomendando a redação de uma convenção-quadro, assim como, de qualquer instrumento jurídico relacionado que fosse considerado necessário. Representantes de mais de 150 países encontraram-se durante cinco reuniões celebradas entre fevereiro de 1991 e maio de 1992 e, finalmente, em 9 de maio de 1992, foi adotada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima na Sede das Nações Unidas – CQNUMC (CONVENÇÃO DO CLIMA, 1995).

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima foi assinada inicialmente pelo Brasil durante a “Cúpula da Terra”, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento²⁸, também conhecida como RIO-92, que se realizou no Rio de Janeiro, de 3 a 14 de junho de 1992. A Convenção²⁹ foi ratificada por 182 países e entrou em vigor em 21 de março de 1994 com o objetivo de estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático (CONVENÇÃO DO CLIMA, 1995).

A Convenção é baseada em dois princípios básicos: precaução e responsabilidades comuns, porém diferenciadas. O primeiro refere-se ao fato de que a ausência de plena certeza científica não deve ser usada como razão para que os países posterguem a adoção de medidas para prever, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos.

O segundo princípio da Convenção diz que a maior parcela das emissões globais, históricas e atuais, de gases de efeito estufa é originária dos países desenvolvidos. As

²⁸ Dessa Conferência resultaram outros quatro documentos: a Agenda 21, a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Declaração de Princípios sobre o Uso de Florestas, Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica; e Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

²⁹ Nesta dissertação se fará referência à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima como Convenção ou Convenção do Clima.

emissões per capita dos países em desenvolvimento ainda são relativamente baixas e a parcela das emissões globais originárias dos países em desenvolvimento crescerá, satisfazendo suas necessidades sociais e de desenvolvimento.

Com base no princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada, foram estabelecidos dois grupos de países: as Partes do Anexo I³⁰ (países que são listados no Anexo I do texto da Convenção) e as Partes não listadas no Anexo I (todas as outras partes da Convenção que não estão listadas no referido Anexo). O Anexo I da Convenção inclui os países industrializados que eram membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em 1992, a Comunidade Européia e os países industrializados da ex-União Soviética e do Leste Europeu.

As nações que assinaram a Convenção se comprometeram na criação de mecanismos que diminuíssem as emissões dos gases de efeito estufa no próximo século. Estes mecanismos abordaram, primeiramente, a capacidade das fontes de energia que emitem baixos níveis dos gases causadores do efeito estufa, bem como, mecanismos alternativos de absorção de CO₂.

Em abril de 1995 realizou-se a primeira Conferência das Partes (COP-1), órgão supremo da Convenção, em Berlim, Alemanha, onde se definiu a cidade de Bonn como sede do Secretariado da Convenção e se estabeleceu uma fase piloto para Atividades Implementadas Conjuntamente³¹. Deve-se ressaltar que, de acordo com a Convenção, a COP-1 deveria examinar a adequação das Partes Anexo I³², onde se comprometiam a adotar políticas nacionais de medidas correspondentes para mitigar a mudança do clima, de forma a voltar em 2000 aos níveis de emissões antrópicas de gases de efeito estufa de 1990. No processo de negociação que se segue a

³⁰ São as Partes do Anexo I: Alemanha, Austrália, Áustria, Belarus, Bélgica, Bulgária, Canadá, Comunidade Européia, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos da América, 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 e Ucrânia.

³¹ Conhecida como "A Pilot Program for Activities Implemented Jointly (AIJ)", foi estabelecida no Artigo 4.2(a) da Convenção do Clima e representa o período compreendido entre a COP-1 e 31 de dezembro de 1999, ao longo do qual as Partes concordam em implementar projetos de ação conjunta de forma a reduzir as emissões de GEE sem, no entanto, receberem créditos fungíveis e aplicáveis ao cumprimento das metas de redução das Partes Anexo I. O Brasil não aceitou participar destes projetos.

³² Nesta tese quando se ler Partes Anexo I entenda-se como todas as partes listadas no Anexo I da Convenção do Clima.

Convenção constatou-se que as Partes Anexo I não conseguiriam honrar seus compromissos³³.

Devido às diversas evidências dos efeitos rápidos e catastróficos da Mudança do Clima para a humanidade e os ecossistemas, mais de 2.400 cientistas e 2.600 economistas, entre eles oito ganhadores de Prêmio Nobel, assinaram o Mandato de Berlim durante a COP-1, uma resolução apoiando o parecer do IPCC, alertando para o grande risco potencial da mudança climática e a justificativa para a tomada imediata de medidas preventivas.

O Mandato de Berlim estabeleceu que os países desenvolvidos deveriam, com base no princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada, definir, num Protocolo ou outro instrumento legal, limitações quantificadas e objetivos de redução para suas emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controladas pelo Protocolo de Montreal, bem como, descrever as políticas e as medidas que seriam necessárias para alcançar essas metas. O grupo Ad Hoc de Berlim reuniu-se diversas vezes para elaborar uma proposta para o Protocolo de Quioto antes da COP-3, a realizar-se no Japão, em 1997.

A COP-2 foi realizada em Genebra, Suíça, entre 8 e 19 de julho de 1996, onde ficou claro que a preparação da próxima COP iria se concentrar no estabelecimento e na aprovação de compromissos de redução das emissões de GEE. A COP-3 foi realizada em Quioto, Japão, entre 1 e 10 de dezembro de 1997. A COP-3 será estudada detalhadamente no próximo capítulo, pois deu origem ao Protocolo de Quioto. As COPs seguintes concentraram esforços para regulamentar e ratificar o Protocolo de Quioto. A COP-4 foi realizada em Buenos Aires, Argentina (2-13 de novembro de 1998), a COP-5 foi realizada em Bonn, Alemanha (22 de outubro – 5 de novembro de 1999), a COP-6 foi realizada em Haia, Holanda (13-24 de novembro de 2000) e a COP-7 foi recém concluída em Marraqueshe, Marrocos (29 de outubro - 9 de novembro de 2001). Até a COP-7 nenhum país do Anexo I ratificou o Protocolo de Quioto.

³³ Com exceção do Reino Unido (devido a significativas alterações na sua matriz energética), a Alemanha (pela reestruturação do seu parque industrial após a unificação com a ex-Alemanha Oriental) e os países industrializados da ex-União Soviética (devido à crise econômica).

1.3.1 – Protocolo de Quioto

O Protocolo de Quioto é o começo de uma negociação, consenso internacional do que pode ser feito para reduzir as emissões e como isto pode ser implementado. O reconhecimento e a ratificação do Protocolo de Quioto é um pequeno passo, mas essencial, no sentido de estabilizar as concentrações de GEE na atmosfera (THE SCIENCE OF CLIMATE CHANGE, 2001).

Em dezembro de 1997, a Conferência das Partes se reuniu pela terceira vez (COP-3) em Quioto, Japão, onde estiveram presentes cerca de 10.000 participantes. O objetivo principal da reunião era de adotar, entre outras medidas importantes, um possível Protocolo (proposto pelo grupo *Ad Hoc* de Berlim), ou instrumento jurídico equivalente, contendo obrigações mais rigorosas para o engajamento dos países desenvolvidos no esforço às causas da mudança do clima resultantes da ação humana. Essas obrigações deverão direcionar esforços relativos à Convenção nesses países no início do século XXI.

Ao final desse evento redigiu-se o Protocolo de Quioto, segundo o qual as Partes Anexo I da Convenção do Clima (ou do Anexo B do Protocolo de Quioto) reduziriam suas emissões combinadas de gases de efeito estufa em 5,2%, em média, sobre os valores registrados nos períodos de 2008 a 2012. Esse compromisso, com vinculação legal, prometeria que tais partes deveriam, individual ou conjuntamente, assegurar que suas emissões antrópicas agregadas equivalentes de CO₂ dos gases de efeito estufa não excedessem as quantidades atribuídas pelo Protocolo de Quioto, calculadas em conformidade com sua limitação quantificada de emissões e compromissos de redução.

Este instrumento reafirma o princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas, exonerando os países em desenvolvimento de qualquer obrigação de reduzir suas emissões, em razão das suas necessidades de desenvolvimento econômico e social, conforme disposto no Artigo 10. O Artigo 4.1 reforça os compromissos das Partes Anexo I da Convenção do Clima. Acordar esse equilíbrio de interesses exigiu um grande esforço político e diplomático por parte de todos os países que participaram da negociação.

A adoção de metas aos países em desenvolvimento seria um retrocesso ao Protocolo de Quioto, pois estes países estariam assumindo compromissos e gastos,

contrariando os Artigos 10 e 11. Entretanto, para o benefício do sistema climático global é inevitável a adoção de compromissos dos países em desenvolvimento, provavelmente no 'Filho do Protocolo de Quioto', levando em conta um sistema de equidade³⁴ das emissões entre os países.

“O Protocolo de Quioto foi aberto para a assinatura em 16 de março de 1998. Entrará em vigor 90 dias após a sua ratificação por pelo menos 55 Partes da Convenção, incluindo os países desenvolvidos que contabilizaram pelo menos 55% das emissões totais de dióxido de carbono em 1990 desse grupo de países industrializados. Enquanto isso, as Partes da Convenção sobre a Mudança do Clima continuarão a observar os compromissos assumidos sob a Convenção e a preparar-se para a futura implementação do Protocolo de Quioto” (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1998).

Até outubro de 2001, o Protocolo de Quioto foi assinado por 84 países (todos países do Anexo I mais 47 países em desenvolvimento) e ratificado por 42 países (do Anexo I, apenas a Romênia ratificou) (MCT, 2001). Duas questões são as mais polêmicas no processo de negociação: a regulamentação do uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura e; o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

O Protocolo de Quito possui dois anexos. No Anexo A, estão definidos os seis gases de efeito estufa³⁵ que devem ser controlados, os setores e categorias de fontes. No Anexo B, estão definidas as Partes que possuem compromissos de limitação ou redução de emissões, estas Partes do Anexo B são as mesmas Partes Anexo I³⁶ da Convenção do Clima menos Belarus e Turquia.

No início de 2001 os Estados Unidos da América afirmaram que não iriam ratificar o Protocolo. A saída dos EUA dificulta a ratificação do PQ, uma vez que é responsável por 36% das emissões do Anexo B, ou seja, se todos países do Anexo I ratificarem teremos 64% das emissões, se um ou mais de um país do Anexo I, que some 9% ou mais das emissões, não ratificar, não serão alcançados os 55% das emissões necessárias para o Protocolo de Quioto entrar em vigor.

³⁴ Relativo ao tema Equidade nas negociações da Mudança do Clima ver tese de doutorado “Ética, Equidade e Mudança do Clima”, escrita por Maria Silvia Muylaert (MUYLAERT, 2000).

³⁵ Dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF₆).

³⁶ Nesta dissertação, quando se falar em compromissos das Partes Anexo I, entenda-se como o Anexo B do Protocolo de Quioto.

O Gráfico 5³⁷ apresenta as participações setoriais das emissões dos Países do Anexo I no ano base, onde o consumo de combustíveis fósseis destaca-se por ser responsável, em média, pela emissão de 84% dos gases de efeito estufa dos países desenvolvidos.

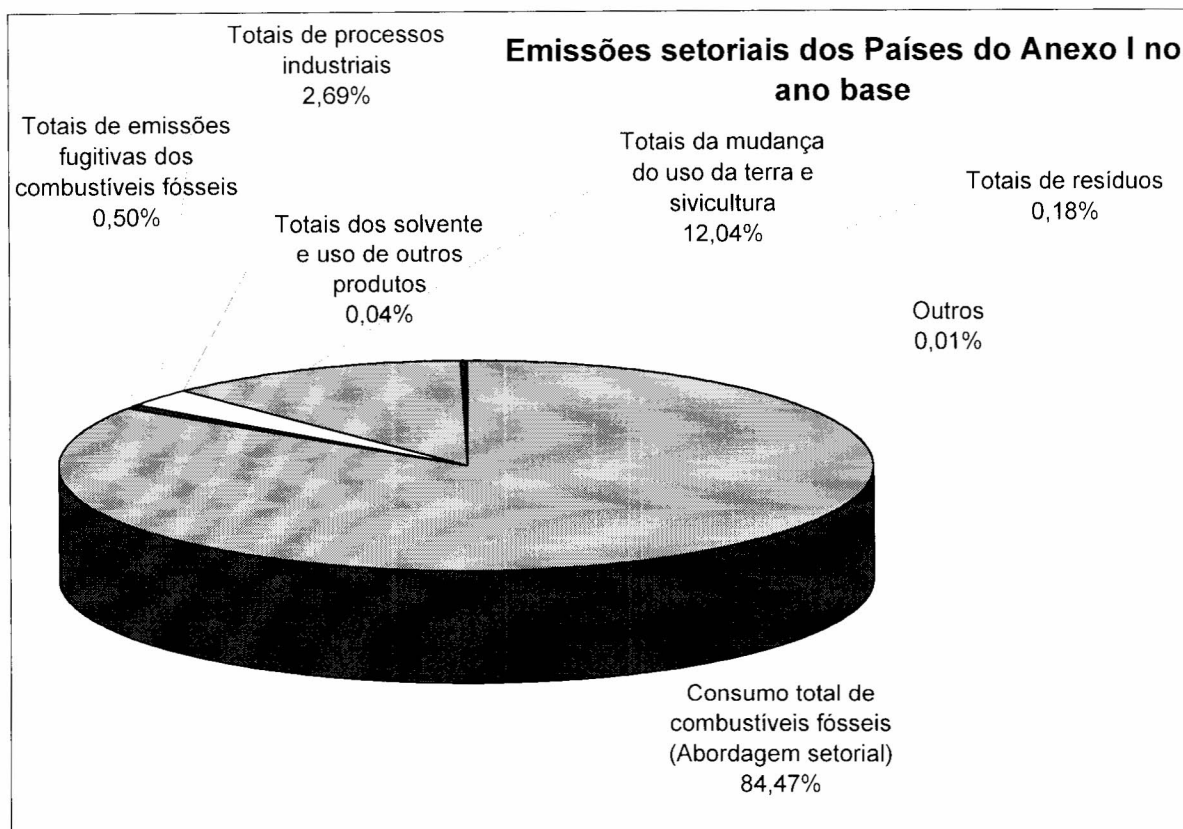


Gráfico 5 – As emissões devido aos combustíveis fósseis são os maiores responsáveis pelas emissões dos países do Anexo I no ano base. Observação: as emissões do LULUCF são na média negativas, ou seja, estão absorvendo GEE (Fonte: elaboração própria, a partir de CQNUMC (2001)).

Como visto anteriormente, a ratificação do Protocolo de Quioto tem sido adiada. Não existe consenso sobre quais sumidouros de carbono terrestres devem ser considerados no sentido dos compromissos de redução. Para antecipar como o Protocolo de Quioto trabalha com a questão dos sumidouros de gases de efeito estufa, é importante estudar os documentos predecessores.

A Convenção do Clima afirma, repetidamente, que os inventários devem relatar as emissões por fonte e remoções por sumidouros. Similarmente, o Mandato de Berlin

³⁷ Cabe destacar que as emissões da mudança no uso da terra e silvicultura do Gráfico 5 são, em geral, negativas.

dita princípios para Quioto, que é a cobertura de todos os GEE, suas emissões por fontes e remoções por sumidouros e todos setores relevantes.

As atividades de LULUCF sob o Protocolo que envolve florestas são: aflorestamento (plantação de árvores em áreas não florestadas previamente), reflorestamento (reabilitação ou regeneração de áreas recentemente ou desmatadas) e desflorestamento (conversão de floresta para outros usos) - ARD. As definições utilizadas pelo IPCC para o ARD estão descritas na Seção 2.2. Cabe destacar que diferentes definições levam à diferentes contabilidades de emissões e sumidouros e consecutivamente responsabilidades, como será apresentado na Seção 2.2.1 – Diferentes Definições levam a Diferentes Compromissos.

No Protocolo de Quioto, as florestas são reconhecidas como potenciais sumidouros de carbono. No Artigo 3, é aceito que as quantidades de carbono seqüestradas, como resultados das atividades de aflorestamento e reflorestamento, podem ser subtraídas das quantidades designadas ou podem ser transferidas sob os mecanismos de flexibilidade. Ao mesmo tempo, emissões resultantes do desmatamento têm que ser somadas às quantidades designadas.

Quando o grupo *Ad Hoc* do Mandato de Berlim convidou as Partes a submeterem opiniões sobre a inclusão de sumidouros para alcançar seus compromissos, muitas Partes expressaram medo de que o seqüestro de carbono pudesse resultar na redução dos compromissos. Pode-se notar no Gráfico 6 que as absorções do LULUCF nos países Anexo I são consideráveis. Pelo fato das florestas terem sido exploradas e manejadas no passado, elas têm grandes e crescentes taxas de crescimento, podendo compensar as metas do Protocolo de Quioto. Além do mais, as Partes temem que as medidas de contabilização para sumidouros criem incentivos perversos para o manejo florestal. Questões sobre permanência e vazamentos foram levantadas (Seções 2.5 e 2.8).

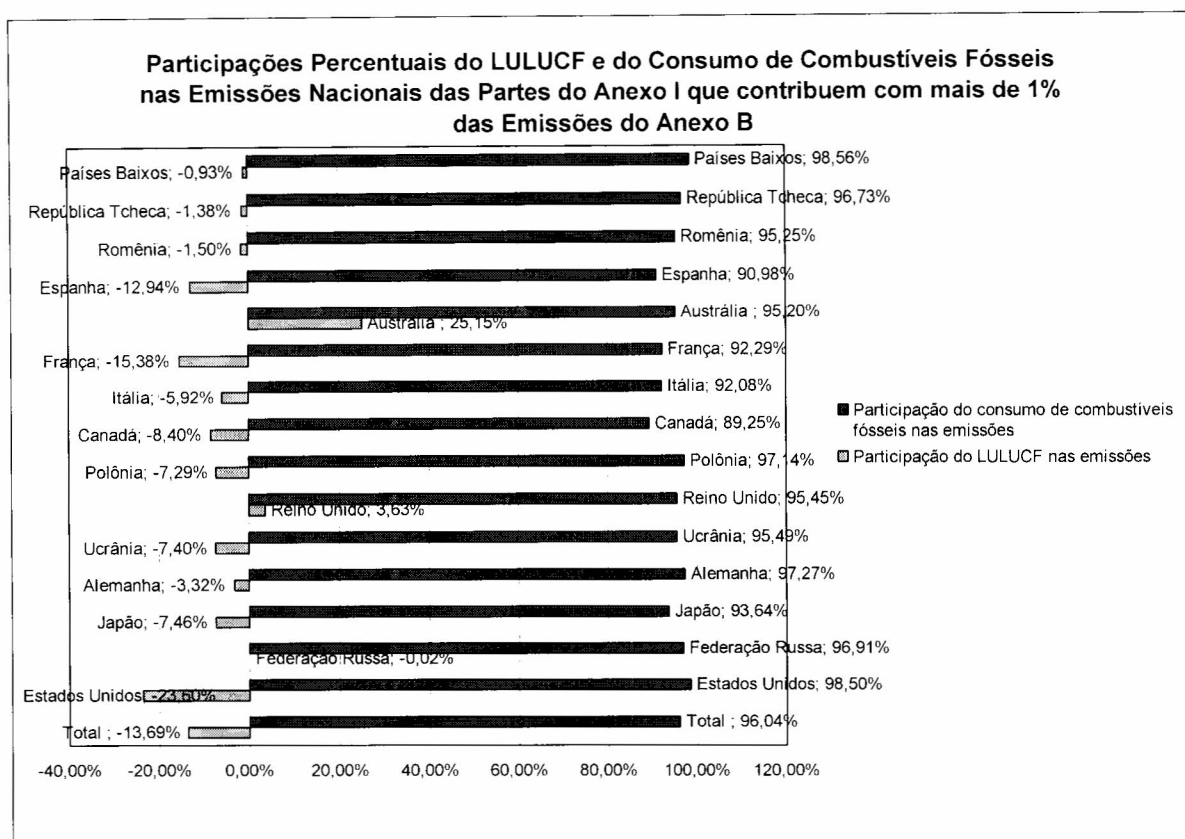


Gráfico 6 – O LULUCF absorve grande parte das emissões brutas da maioria dos países do Anexo I, sendo na média responsável pela absorção de 14% de suas emissões (Fonte: elaboração própria, a partir de CQNUMC (2001)).

Entre as medidas de mitigação do efeito estufa, as medidas que envolvem o setor florestal são:

- a) o aumento da eficiência energética;
- b) a proteção e o aumento de sumidouros e reservatórios de GEE. Levando em conta seus compromissos assumidos em acordos internacionais relevantes sobre o meio ambiente, a promoção de práticas sustentáveis de manejo florestal, aflorestamento e reflorestamento;
- c) a promoção de formas sustentáveis de agricultura à luz das considerações sobre a mudança do clima;
- d) a pesquisa, a promoção, o desenvolvimento e o aumento do uso de formas novas e renováveis de energia, de tecnologias de sequestro de dióxido de carbono e de tecnologias ambientalmente seguras, que sejam avançadas e inovadoras;
- e) a redução gradual ou eliminação de imperfeições de mercado, de incentivos fiscais, de isenções tributárias e tarifárias e de subsídios para todos os setores emissores de GEE que sejam contrários ao objetivo da Convenção e aplicação de instrumentos de mercado.

O conceito de seqüestro de carbono aparece uma vez no Protocolo de Quioto, artigo 2.1(a.iv), com o objetivo incentivar a pesquisa, promoção e desenvolvimento de tecnologias de seqüestro de dióxido de carbono.

Os países em desenvolvimento têm insistido que os países desenvolvidos primeiro reduzam suas emissões, uma vez que este grupo é responsável por grandes contribuições históricas na mudança do clima. Alguns países em desenvolvimento também criticaram a idéia de que práticas florestais baratas em terras baratas podem reduzir a poluição na fonte, como proposto por países em desenvolvimento durante as negociações do clima. Estes países em desenvolvimento, liderados pelo Brasil, têm resistido no que permitiria aos países desenvolvidos estabelecer sumidouros de carbono nos países em desenvolvimento. Mas os países da América Central e a Colômbia, têm oferecido ativamente o estabelecimento de sumidouros de carbono e proteção aos países industrializados (KOSKELA *et al.*, 2000).

O Artigo 11.2(a), diz que as Partes países desenvolvidos e as demais Partes desenvolvidas incluídas no Anexo II da Convenção devem prover recursos financeiros novos e adicionais para cobrir integralmente os custos por elas acordados incorridos pelas Partes países em desenvolvimento para fazer avançar a implementação dos compromissos assumidos sob o Artigo 4.1(a), da Convenção e previstos no Artigo 10(a) (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

Com o intuito de facilitar os países do Anexo I cumprirem seus compromissos, foram criados mecanismos de implementação cooperativa, denominados de mecanismos de flexibilização. O princípio teórico destes mecanismos é o da eficiência econômica, de minimizar os custos de redução das emissões dos países do Anexo I, sem alterar a eficiência ambiental do Protocolo de Quioto. É importante ressaltar que estes mecanismos não possuem fins lucrativos para as companhias e países, mas têm o objetivo principal de facilitar a mitigação da mudança do clima.

Os mecanismos de flexibilização permitem que um país Anexo I adquira unidades de redução de emissão de gases de efeito estufa, seja por intermédio de aquisição direta, seja por intermédio de investimentos em projetos em outros países. Ao permitir que o abatimento de GEE seja realizado além das fronteiras nacionais, os mecanismos de flexibilização ampliam a gama de opções disponíveis aos países do Anexo I e conferem-lhe um certo grau de flexibilidade. Os mecanismos de flexibilização são³⁸: Certificados Negociáveis³⁹, Implementação Conjunta⁴⁰ e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o qual interessa especificamente aos países em desenvolvimento e será estudado no próximo capítulo.

1.3.1.1 – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL

O Brasil teve um papel importante internacionalmente entre as nações em desenvolvimento (grupo dos 77 mais China) nas negociações (IVIG, 2000). A competência dos negociadores brasileiros é reconhecida por todos, a ponto de um dos principais itens da agenda, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) ter nascido de uma proposta brasileira apresentada em maio de 1997 ao secretariado da Convenção de Quioto, o Fundo de Desenvolvimento Limpo.

Em 1997, o Governo brasileiro apresentou ao Grupo *Ad Hoc* do Mandato de Berlim uma proposta a qual, cada país do Anexo I assumiria em Quioto o compromisso de redução de emissões, de modo que o ônus para a sua economia seria proporcional à respectiva contribuição para a mudança global do clima, estimada de forma objetiva de acordo com a fração da elevação da temperatura média global resultante de suas

³⁸ Além destes, no Artigo 4 permitiu-se um quarto mecanismo: “bolhas”, onde um grupo de países, para alcançar suas metas, poderiam se unir agregando suas metas totais de emissões numa “bolha” e dividi-las dependendo das circunstâncias de cada país. A União Européia formou uma “bolha” e dividiu seus compromissos para o primeiro período de compromisso, pois alguns países da União Européia tiveram reduções maiores que os 8% do Protocolo de Quioto (ex. Reino Unido diminuiu em 21,5% e a Alemanha em 20%), possibilitando outros países da EU aumentar suas emissões no primeiro período de compromisso.

³⁹ Estabelecido pelo Artigo 17 do Protocolo, os Certificados Negociáveis servirão para o comércio de emissões entre Partes Anexo I, onde todos possuem limites nos seus níveis de emissões de GEE. Qualquer Parte Anexo I que tenha reduzido suas emissões abaixo das suas metas, poderá vender esta diferença para outros países do Anexo I, que então creditará nas suas metas. Assim, o valor líquido total das Partes Anexo I permanecerá constante. A participação nos Certificados Negociáveis é voluntária, mas acredita-se que as Partes Anexo I devam tirar vantagem deste mecanismo para alcançar suas metas do Protocolo de Quioto, ainda mais com a participação dos sumidouros e as reduções domésticas de emissões de GEE.

⁴⁰ A Implementação Conjunta foi estabelecida no Artigo 6 do Protocolo, permitindo que sejam transferidos créditos de reduções de emissões, em nível de projeto, para outra Parte Anexo I.

emissões (SARDENBERG, 2000). Assim, estabelecer-se-ia um fundo que seria destinado aos países em desenvolvimento, permitindo-os crescer seguindo um caminho mais limpo do que aquele que os países desenvolvidos adotaram no passado.

Baseado no Fundo de Desenvolvimento Limpo ficou proposto no Protocolo de Quioto o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo como um mecanismo de flexibilidade, definido no Artigo 12 do Protocolo. Assim se criou um mecanismo econômico capaz de diminuir os custos da redução de emissões das Partes Anexo I, ao mesmo tempo em que, com o aporte de recursos financeiros e tecnologia limpa, incentivaria o desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento.

O objetivo do MDL é de assistir às Partes não incluídas no Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, assistindo às Partes Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões (Artigo 12.1 e 12.2, PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

Em relação ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (Artigo 12.3, PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997):

(a) As Partes não incluídas no Anexo I beneficiar-se-ão de atividades de projetos que resultem em reduções certificadas de emissões; e

(b) As Partes incluídas no Anexo I 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 deste Protocolo – COP-MOP.

Os projetos de MDL deverão sujeitar-se à autoridade e orientação da COP-MOP e à supervisão de um conselho executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Enquanto, as reduções de emissões resultantes de cada atividade de projeto deverão ser certificadas por entidades operacionais a serem designadas pela COP-MOP, desde que a participação seja voluntária e aprovada por cada Parte envolvida; os benefícios sejam reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação

da mudança do clima (tópicos que serão levantados detalhadamente no Capítulo 3); e que as reduções de emissões sejam adicionais as que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto (Artigo 12.4 e 12.5, PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

A Conferência das Partes, na qualidade de reunião das Partes do Protocolo (COP-MOP), deve assegurar que uma fração dos fundos advindos de atividades de projetos certificadas seja utilizada para cobrir despesas administrativas, assim como, assistir às Partes países em desenvolvimento que sejam particularmente vulneráveis aos efeitos adversos da mudança do clima para fazer face aos custos de adaptação (Artigo 12.8, PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

A COP-MOP deve elaborar modalidades e procedimentos com o objetivo de assegurar transparência, eficiência e prestação de contas das atividades de projetos por meio de auditorias e verificações independentes (Artigo 12.7, PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

A participação no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo na aquisição de reduções certificadas de emissão, pode envolver entidades privadas e/ou públicas, e deve sujeitar-se a qualquer orientação que possa ser dada pelo conselho executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (Artigo 12.9, PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997). Entretanto, nem sumidouros nem silvicultura estão explicitamente mencionados no Artigo 12 e não está claro se projetos de MDL poderão incluir atividades de Aflorestamento, Reflorestamento e Desflorestamento (BODEGOM *et al.*, 2000).

Reduções certificadas de emissões, obtidas durante o período do ano 2000 até o início do primeiro período de compromisso, poderão ser utilizadas para auxiliar no cumprimento das responsabilidades relativas ao primeiro período de compromisso (Artigo 12.10, PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

O Protocolo de Quioto, do ponto de vista global, é coerente quando afirma que a redução das emissões de uma Parte transferida para outra Parte deve ser subtraída da quantidade atribuída à Parte transferidora, o que garante um ganho líquido nas emissões de GEE (Artigo 3.11, PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997). As Partes Anexo I devem calcular as suas fontes e sumidouros de CO₂ com referência ao ano estabelecido pela decisão 9/CP.2. Quando implementada uma atividade conjunta com outra parte do Anexo I, o balanço líquido de CO₂ será contabilizado e creditado para o país investidor.

Os créditos gerados sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo precisam ser “adicionais às que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto” (Artigo 12.5, PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997). Em princípio, o cumprimento da adicionalidade pode ser assegurado por projetos que tenham reduções reais e mensuráveis nas emissões, preservando a integridade ambiental⁴¹ do Protocolo de Quioto. Entretanto, o Protocolo de Quioto não especifica como a adicionalidade será implementada.

O Artigo 12 que estabelece o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, porém, não especifica que tipos de projetos são elegíveis sob o MDL⁴² ou deixa alguma definição ou linhas gerais do que constitui desenvolvimento sustentável. Também não fica claro se os créditos poderão ser elegíveis para serem comercializados no mercado internacional de emissões.

1.3.2 – Os Blocos de Negociação

Esta seção propõe indicar resumidamente os principais grupos que negociam a Convenção e Protocolo de Quioto. O processo de negociação internacional é complexo. As decisões são adotadas somente por consenso, o que é uma tarefa difícil dada à complexidade dos temas e ao grande número de interesses envolvidos. Não existem regras de procedimento adotadas para a Conferência das Partes da Convenção. Por isto prevalecem as regras do procedimento do colegiado que originou a Convenção, ou seja, as regras de procedimento da Assembleia Geral da ONU.

“As negociações sobre mudança do clima são feitas por blocos de concertação política, organizados de acordo com a convergência de interesses entre os países. Essa organização é absolutamente essencial para que se atinja um consenso entre as mais de 159 delegações participantes nas Conferências das Partes” (SARDENBERG, 2000). Estes países com visões e interesses comuns começaram a consolidar-se em blocos por volta da COP-2. No caso das florestas é importante entender as

⁴¹ A integridade ambiental é manter os benefícios do Protocolo de Quioto para a mitigação da mudança. Ou seja, é não permitir que haja emissões maiores que as previstas nos compromissos do Anexo B.

⁴² No acordo da COP-6, realizada em Haia em 2000, definiu-se que os projetos seriam os de eficiência energética, energia renovável e sumidouros de carbono por aflorestamento e reflorestamento. Na COP-6 parte II, realizada em Bonn durante o mês de julho de 2001, redefiniu-se que no MDL seriam aceitas atividades de aflorestamento e reflorestamento.

características e interesse de cada grupa para compreendermos os motivos das pressões. Os primeiros grupos negociadores foram:

- ✓ A União Européia⁴³: A União Européia (UE) é uma entidade integrada econômica reconhecida, que tem autoridade para conceber acordos internacionais como uma parte independente. A UE tem defendido significantes metas para a redução das emissões.
- ✓ O Grupo Guarda-Chuva: Os membros da OECD⁴⁴ que não são parte da União Européia formaram um grupo chamado JUSSCANNZ. Enquanto estes países mantêm um certo grau de autonomia, eles têm interesses comuns de assegurar acesso aos mecanismos de mercado para reduzir custos dos seus compromissos. Num esforço liderado pelos Estados Unidos, a Noruega, a Federação Russa e a Ucrânia juntaram-se ao grupo formando o Grupo Guarda-Chuva
- ✓ Grupo dos 77 mais China: Este grupo é formado por cerca de 130 países em desenvolvimento, o mesmo grupo que tradicionalmente negocia no sistema das Nações Unidas. Enquanto as visões dos membros do grupo variam, a única prioridade do G-77 mais China tem sido de assegurar seu desenvolvimento econômico e social nas medidas da mudança do clima. Outra visão comum é de que os países desenvolvidos são os principais responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa, e que os países industrializados devem liderar na redução das emissões e empregar capital em caminhos diferentes de desenvolvimento nos países em desenvolvimento.
- ✓ A Aliança dos Pequenos Estados Ilhas - AOSIS⁴⁵: A AOSIS é a união de 42 ilhas estado do Caribe e Pacífico; cada uma é particularmente vulnerável aos efeitos adversos da mudança do clima, primariamente à elevação do nível do mar. A posição coletiva é de reduções significativamente abaixo dos níveis de 1990. A Aliança dos Pequenos Estados Ilhas também enfatiza a importância do desenvolvimento de estratégias de adaptação.
- ✓ A Organização dos Países Exportadores de Petróleo - OPEP; A OPEP é uma organização de 11 países produtores e exportadores de petróleo da África, Ásia, América Latina e Oriente Médio. Estes países estão preocupados com o declínio das vendas de petróleo, que temem ser um resultado inevitável dos esforços contra a mudança do clima. A OPEP tem negociado compensações econômicas por qualquer perda futura nas suas vendas. Muitos países da OPRP têm questionado algumas das descobertas científicas do IPCC.

⁴³ Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Portugal, Espanha, Suécia e Reino Unido fazem parte da União Européia.

⁴⁴ Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, República Tcheca, Dinamarca, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, República da Coreia, Japão, Luxemburgo, México, Holanda, Nova Zelândia, Normandia, Polônia, Portugal, Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Reino Unido e Estados Unidos.

⁴⁵ Samoa, Antigua e Barbuda, Bahamas, Barbados, Belize, Cabo Verde, Comoros, Ilhas Cook, Cuba, Cyprus, Dominica, Estados Federados da Micronésia, Fiji, Grenada, Guam, Guiné-Bissau, Guiana, Jamaica, Kiribati, Maldivas, Malta, Ilhas Marshall, Maurício, Nauru, Antilhas Holandesas, Niue, Palau, Papua Nova Guiné, Samoa, São Tomé e Príncipe, Seychelles, Singapura, Ilhas Solomon, St. Kitts & Nevis, St. Lucia, St. Vincent e Grenadines, Suriname, Tonga, Trindade e Tobago, Tuvalu, Ilhas Virgens Americanas e Vanuatu.

- ✓ O Grupo de Integridade Ambiental: Liderado pela Suíça e Korea do Norte, diversos países têm lutado pela integridade ambiental do Protocolo de Quioto. As posições do grupo incluem um limite rígido no uso de mecanismos do Protocolo de Quioto.

Em determinados temas, outros agrupamentos tendem a manifestar sua opinião dentro dos grupos principais ou, em alguns casos, transpondo as fronteiras dos mesmos. Estão nesta categoria a Aliança dos Pequenos Estados Insulares, a Organização dos Países Exportadores de Petróleo e os Países Menos Desenvolvidos (SARDENBERG, 2000).

Também se verifica, sem formalismo, um entendimento entre países de grupos distintos em torno de interesses muito específicos: os países florestais (Federação Russa, Canadá, EUA, Austrália, Nova Zelândia, Brasil, Finlândia, Suécia, entre outros), países pequenos (Costa Rica, Bolívia, entre outros), que defendem formas de aumentar a assistência internacional que possam receber em curto prazo, sem maiores preocupações com o problema central de repartição do ônus, na certeza de que qualquer regime a ser adotado não os afetará (SARDENBERG, *id.*).

“Um certo grupo de países que, corretamente ou não têm uma percepção ou são percebidos como interessados importantes no processo, tendem a participar de todas as consultas de alto nível sobre temas centrais e mantêm consultas entre eles. Este grupo é variável, mas inclui inevitavelmente o Brasil, além dos EUA, Alemanha, China, Índia, Reino Unido, França, Japão, Federação Russa, além de um ou mais países da África, mas cada vez mais incluindo de forma permanente a África do Sul”. Existem países que, embora não sejam intrinsecamente atores importantes sob o ponto de vista de seus interesses nacionais, têm desempenhado um papel central nas negociações, inclui-se neste grupo a Suíça, a Áustria e o México (*ibid.*).

Como em outras negociações multilaterais do gênero, as organizações não-governamentais têm um papel importante e não necessariamente convergente, por isto existe uma grande divisão entre as ONGs.

Uma das questões que tem dividido o grupo Guarda-Chuva e a União Européia é a inclusão dos sumidouros de carbono. O grupo Guarda-Chuva quer "debitar", de suas metas de redução de emissão de gases, os volumes de CO₂ que o país retira da atmosfera com suas florestas e campos agrícolas, assim como quer a inclusão de florestas no MDL, alegando que sem estas medidas não há viabilidade econômica na implementação do Protocolo de Quioto.

Países com indústrias competitivas, como Índia, China e alguns países do Sudeste Asiático se opõem a projetos de uso da terra e florestas, porque preferem ganhar novas tecnologias em projetos industriais. Outros países como Costa Rica e Colômbia, tem se esforçado em conservar suas florestas e ganhar fundos para continuar estas atividades. Muitos países africanos, nos quais a segurança da comida é prioridade máxima, têm medo de perderem suas terras, se árvores forem plantadas e preferem agroflorestas⁴⁶, a plantações florestais.

A inclusão da conservação florestal tem sido negada devido às dificuldades de verificação do desmatamento que poderia ter ocorrido pela ausência do projeto de conservação e o medo de que alguns países possam enganosamente alegar que uma floresta está em perigo e obter fundos para a compensação de carbono.

Na COP-7, realizada no final do ano de 2001, em Marraqueshe, Marrocos, ficou definido que as atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura serão válidas para o cumprimento das metas dos países do Anexo I. Relativo ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, ficou regulamentado que as atividades de aflorestamento e reflorestamento serão consideradas como passíveis de compensar emissões de gases causadores do efeito estufa dos países desenvolvidos. Excluindo-se, assim, a possibilidade de atividades de conservação florestal compensarem emissões dos países do anexo I.

⁴⁶ Agrofloresta é o sistema de uso do solo em que árvores, ou outras plantas arbóreas são plantadas em interação biológica com plantações de culturas ou animais domésticos.

2 – A QUESTÃO DAS FLORESTAS NA CONVENÇÃO DO CLIMA

O capítulo anterior apresentou a participação que o uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura (LULUCF) tem no sistema climático e conseqüentemente na política climática. Na Conferência das Partes, um dos itens que gera muita discórdia é a participação do LULUCF nos compromissos das Partes Anexo I e nos mecanismos de flexibilidade. A inclusão de florestas tropicais no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo não deve ser analisada independentemente do LULUCF, pois os problemas e soluções são muito semelhantes.

O Grupo JUSCANZI⁴⁷ defende a inclusão das atividades relacionadas ao LULUCF nos seus compromissos⁴⁸ e no MDL como medidas para a redução das emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE) para as Partes do Anexo I⁴⁹. O interesse das Partes Anexo I pelo setor uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura é devido que, potencialmente, “as atividades nesse setor podem reduzir os custos de conformidade com os objetivos quantitativos de limitação e redução de emissões e, em alguns cenários, levá-las a serem nulas. Isso implicaria ao entendimento de que o Protocolo de Quioto estaria sendo cumprido quando na realidade não terá sido” (SARDENBERG, 2000). Entretanto, o Grupo da Comunidade Européia afirma que estes projetos podem desviar o controle do principal emissor de GEE, a queima de combustíveis fósseis e outras questões nas atividades que envolvem o Uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura.

Algumas organizações não-governamentais ambientalistas (ONGs) como World Wild Foundation – WWF, Amigos da Terra Internacional – FoEI e GREENPEACE declararam que se for permitido as florestais naturais como sumidouros de dióxido de carbono, os países industrializados poderiam evitar inteiramente a necessidade de reduzir emissões nos próprios territórios. Entretanto, esta posição não é unânime. É o caso das ONGs da Amazônia, que lançaram em outubro de 2000 manifesto em apoio à inclusão de florestas nativas no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (Anexo ii). Tampouco é a posição de entidades como o World Resouces International – WRI,

⁴⁷ Definido na seção 1.3.2.

⁴⁸ Elas foram incluídas nos compromissos dos Países Anexo I, durante a COP-6 Parte II.

⁴⁹ Tais como: regeneração natural e antrópica, conservação, redução da taxa de desmatamento, uso energético etc.

Union of Concerned Scientists – UCS, que lançou na COP-6 um manifesto assinado por 110 pesquisadores ambientais defendendo a inclusão das florestas no MDL (UCS, 2000).

A geração de energia e a sua utilização, atualmente contribui com 75% das emissões de CO₂, é considerado o coração do desenvolvimento econômico (SPM-TAR WG2, 2001). Políticas planejadas para obter menores reduções nesta área têm encontrado muita resistência. Conseqüentemente, a atenção tem sido desviada para a possibilidade que os sumidouros naturais de CO₂, nas terras e nos oceanos, podem ser manipulados para promover o melhoramento da absorção deste gás de efeito estufa nos sistemas biológicos. De acordo com SARDENBERG (2000), ocorre que, em geral, nos países do Anexo I ocorreram ações antrópicas há muitas décadas, que resulta no fato de que a atual distribuição estatística das idades das árvores nas suas florestas é viesada em favor de indivíduos mais jovens, ou seja, as suas florestas estão em crescimento.

As atividades de mudança no uso da terra são dedicadas às porções de terra que sofrem modificações antrópicas. A agricultura e pecuária são atividades de uso da terra, assim como a silvicultura. A questão da conservação florestal é uma das variáveis do uso da terra e da mudança no uso da terra e silvicultura, tornando difícil tratá-la sem deixar de mencionar as outras. Portanto, esta dissertação, em diversos momentos, utiliza o conceito mais amplo: o uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura - LULUCF.

Em princípio, a absorção e remoção de GEE por sumidouros (seqüestro) podem ser incorporadas num sistema de mercado, através de créditos de emissões gerados por atividades que previamente absorveram carbono da atmosfera. A inclusão de sumidouros de carbono e seqüestro no regime de trocas pode expandir o número de participantes e a disponibilidade de opções com baixos custos para a mitigação da mudança do clima.

O “*Relatório Especial Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Silvicultura*” (SR-LULUCF, 2000) teve a função de aprimorar o conhecimento científico e político destas questões. As principais mudanças no uso da terra relacionadas pelo IPCC, que resultam em emissão ou absorção de carbono, se enquadram nas seguintes categorias:

- a) mudanças na floresta e outros estoques de biomassa;
- b) conversão de florestas e campos;
- c) abandono (regeneração) de terras cultiváveis, pastos e outras terras manejadas;
- d) mudanças em carbono no solo.

2.1 – USO DA TERRA, MUDANÇA NO USO DA TERRA E SILVICULTURA

Toda mudança no uso da terra altera os estoques de carbono, seja aumentando ou diminuindo os estoques. Quando existe a conversão de terras com florestas para outro uso (*i.e.*, desmatamento), considera-se que houve emissões de GEE. Estas emissões são causadas pela liberação dos reservatórios de carbono presentes na biomassa florestal, principalmente a decomposição da matéria orgânica na forma de CO₂.

O conceito de contabilidade destas emissões é relativamente simples; o estoque de carbono presente na biomassa florestal é liberado na forma de CO₂. Por exemplo, uma floresta de um hectare (1 ha), com um estoque de 80 toneladas de carbono (t C), é transformada em pasto, com um estoque de 3 t C. As perdas do estoque de carbono da floresta foram de 77 t C e as emissões gasosas correspondentes a esta mudança no uso da terra são de 282 t CO₂, pois cada tonelada de carbono liberado corresponde a 3,67 toneladas de dióxido de carbono.

Pode-se notar que existe uma simplificação nas transferências de carbono entre o reservatório florestal e o atmosférico, cuja fundamentação está no princípio de que toda a matéria orgânica se decompõe imediatamente gerando CO₂, que não corresponde à realidade. Parte da biomassa da floresta é deixada se decompondo no local, parte é usada na construção, em móveis etc. As mesmas simplificações são aceitas no caso da queima das florestas, que envolvem outras reações químicas, liberação de outros gases, produção de carvão vegetal, entre outras.

Outra simplificação na contabilização das emissões do desmatamento, é que as florestas são homogêneas⁵⁰, gerando incertezas. De acordo com as escalas e classificações, pequenas variações podem provocar diferenças devido aos grandes números envolvidos. Somando-se a isto, existem poucos dados científicos sobre os

⁵⁰ Existem vários fatores que tornam as florestas heterogêneas, *i.e.*, idade, umidade, solo e ecossistemas.

estoques de carbono acima e abaixo do solo nas florestas, principalmente das florestas tropicais.

A conservação florestal está diretamente ligada à mudança no uso do solo e à mitigação da mudança do clima, uma vez que a redução das taxas de desmatamento reduz as emissões globais de gases do efeito estufa. A diminuição das taxas de desmatamento faz parte de um objetivo mundial e espera-se que diminua progressivamente, até mesmo porque a disponibilidade das florestas é limitada.

As incertezas científicas e complexidades que envolvem o uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura implica em provisões detalhadas na implementação do Protocolo de Quioto (CQNUMC, 2000c). As incertezas dos projetos florestais e outros benefícios dos sumidouros são as mais consideráveis.

Um argumento para a inclusão das atividades de LULUCF nos compromissos do Protocolo de Quioto e no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, é que estas atividades têm um baixo custo na redução líquida das emissões de GEE, especialmente num curto período de tempo (LASHOF e HARE, 1999). Enquanto a capacidade humana de alterar as taxas de absorção de carbono com a mudança das práticas de manejo do solo são finitas em tamanho e duração (SOCIEDADE REAL BRITÂNICA, 2001), o uso imediato de atividades de LULUCF elevará os custos de mitigação a médio e longo prazos (MICHAELOWA e SCHIMIDT, 1997). Neste sentido, a utilização destas atividades permite que países desenvolvidos se preparem com custos reduzidos para o mercado de carbono, enquanto que os próximos países não poderão usufruir das mesmas condições. Outros argumentam de forma contrária, que baixos custos de mitigação no primeiro período de compromissos podem levar aos países a negociarem maiores reduções para futuros compromissos, impulsionando a metas ao longo da Convenção do Clima (SCHLAMADINGER e MARLAND, 2000).

Um interesse claro em incluir as atividades de LULUCF no Protocolo de Quioto e na mitigação da mudança do clima, é o comércio de carbono que deverá se tornar um dos maiores negócios do século XXI. Estimativas do comércio de carbono potencial entre América do Norte e Europa alcançam entre US\$ 30-100 bilhões, para cada tonelada de carbono valendo entre US\$ 30-40 nos EUA e US\$ 70-80 na Europa e Japão (TOTTEN, 1999 em KOSKELA *et al.*, 2000). Este mercado pode ser ainda maior com a inclusão dos países em desenvolvimento e o maior número possível de atividades que envolvam o ciclo do carbono.

Em outra análise, existe a possibilidade de que companhias dos países do Anexo I possam ganhar certificados negociáveis para poluir com custos nos países não-Anexo I e que o desenvolvimento deste mercado leve em direção a um “imperialismo do carbono” (KOSKELA, 2001). De acordo com esta visão, a existência de um mercado de carbono e “árvores de carbono negociáveis” são vistas como fachada de instituições, onde as compensações de carbono florestal seriam uma forma de prolongamento na redução das fontes.

As razões que levam grandes corporações a terem pressa em estabelecer direitos privados de carbono é uma forma de se apropriar de uma parcela desproporcional dos sumidouros de carbono e reservatórios e criar direitos de propriedade privada. Isto seria uma forma de comprar inicialmente os direitos dos produtores rurais, que têm realizado o seqüestro por gerações (LOHMANN, 1999). Apesar do governo dos EUA ter rejeitado o Protocolo de Quioto, muitas corporações americanas, tencionando lucros futuros, já estão participando e estimulando o mercado do carbono.

Quanto à inclusão das atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura no Protocolo de Quioto, há preocupação de que alguns países possam alcançar muito de seus compromissos, sem mudar seus padrões de consumo. Paralelamente, projetos que envolvam a conservação florestal no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo recairiam no mesmo problema, sem mudar os padrões de desenvolvimento dos países em desenvolvimento. Além do mais, fundos do MDL podem ser usados para proteger florestas fora do perigo de serem desmatadas, sem ganhos na redução das emissões globais. Baseados nestas argumentações, alguns países e organizações ambientais se opõem à inclusão das florestas e uso do solo no MDL (KOSKELA *et al.*, 2000).

A questão do LULUCF, principalmente das florestas no MDL é um assunto de intenso debate. Enquanto alguns grupos industriais e ambientalistas do Anexo I estão ansiosos pela possibilidade da conservação florestal compensar seus compromissos do Protocolo de Quioto, outros grupos alertam que as atividades florestais em países em desenvolvimento podem ser usadas como permissão para continuar as emissões de GEE nos países do Anexo I, sem mudar os paradigmas.

A SOCIEDADE REAL BRITÂNICA⁵¹ elaborou, em julho de 2001, um relatório que afirma que as incertezas no entendimento científico das causas, magnitudes e permanência dos sumidouros terrestres de carbono não compensam os riscos (SOCIEDADE REAL BRITÂNICA, 2001). Se por um lado, projetos florestais podem criar sérios conflitos de uso da terra, se os direitos dos povos locais em países em desenvolvimento não forem adequadamente atendidos. Por outro lado, se bem implementado, o carbono de projetos florestais pode promover conservação da biodiversidade, proteção da água e manejo sustentável das florestas (SCHLAMADINGER e MARLAND, 2000).

2.2 – DEFINIÇÕES RELATIVAS AO LULUCF

Inicialmente é necessário definir as atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura previstos nos Artigos 3.3, 3.4, 6 e 12 do Protocolo de Quioto. O último rascunho para a decisão que regulamenta o LULUCF, estabelece as seguintes definições⁵² (CQNUMC, 2001a):

- “Floresta” é uma área de terra de no mínimo 0,05⁵³-1,0 ha com uma cobertura de copa maior que 10-30%, com árvores que possam alcançar uma altura mínima de 2-5 metros de altura na sua maturidade. Uma floresta pode consistir tanto de formações florestais fechadas, onde árvores de vários níveis e cobertura de pequenos arbustos cubram uma grande proporção do solo, ou de floresta aberta. Florestas novas e todas as plantações que venham ainda a alcançar uma densidade de copa de 10-30% ou árvores de 2-5 metros são consideradas florestas, pois as áreas normalmente formam parte de uma área florestal que foi temporariamente destocada pelo resultado da intervenção humana, como desmatamento ou causas naturais, mas que espera-se que se reverta para floresta;
- “Aflorestamento” é a intervenção direta humana de conversão de terras que não foram florestadas por um período mínimo de 50 anos, através de plantação, semeadura e/ou a promoção humana de fontes de semeadura natural⁵⁴;

⁵¹ A Sociedade Real Britânica, fundada em 1660, é uma academia de ciência independente do Reino Unido, que promove estudos de ciências naturais e aplicadas (www.royalsoc.ac.uk).

⁵² Tradução livre pelo autor desta tese.

⁵³ O rascunho anterior desta decisão definia florestas com um tamanho mínimo de 0,3 hectares (CQNUMC, 2000c).

⁵⁴ A expressão “promoção humana de fontes de semeadura natural” foi incluída no último rascunho da decisão que define as atividades de LULUCF (CQNUMC, 2001a).

- “Reflorestamento” é a intervenção direta humana de terras não florestadas para florestas através da plantação, sementeira e/ou a promoção humana de fontes de sementeira naturais, em terras que foram florestadas, mas que foram convertidas para áreas não florestadas. Para o primeiro período de compromisso, atividades de reflorestamento serão limitadas aos reflorestamentos que ocorreram em terras que não continham florestas em 31 de dezembro de 1989;
- “Desflorestamento” é a conversão induzida, diretamente pelo homem, de áreas florestadas para áreas não florestadas;
- “Revegetação” é a atividade induzida diretamente pelo homem que aumente, adicione estoques de carbono no local através do estabelecimento de vegetações que cubram uma área mínima de 0,05⁵⁵ ha e não se enquadre nas definições de aflorestamento e reflorestamento acima;
- “Manejo Florestal”⁵⁶ é um sistema de práticas de controle (“stewardship”) e uso de florestas com o objetivo que satisfaça funções relevantes ecológicas (incluindo biodiversidade), econômicas e sociais da floresta de maneira sustentável;
- “Manejo agrícola” é o sistema de práticas em terras na qual as plantações agrícolas estão se desenvolvendo em terras agricultáveis, mas não estão sendo usadas para a produção;
- “Manejo de pastos” é o sistema de práticas em terras usadas para a produção pecuária focadas na manipulação de variedades e tipos de vegetação e produção da pecuária.

2.2.1 – Diferentes Definições levam a Diferentes Compromissos

Existem dificuldades técnicas na definição das atividades de aflorestamento, reflorestamento e desflorestamento previstas no Protocolo de Quioto. Diferentes definições dos termos acima mudam significativamente a atuação das florestas no Protocolo de Quioto.

Um estudo sobre a Europa indicou que se utilizado a definição da Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO), as árvores foram estimadas como sendo uma fonte de carbono em oito países e um sumidouro de carbono em sete, e que o balanço total da Comunidade Européia é uma fonte de carbono de 5,4 Mt C /ano. Aplicando-se as definições do IPCC, as árvores foram estimadas como fonte de

⁵⁵ O último rascunho da decisão definia em 0,3 ha (CQNUMC, 2000c).

⁵⁶ No rascunho de decisão anterior (CQNUMC, 2000c), manejo florestal é: “otimização e uso das florestas de modo que, e numa taxa que, mantenha sua biodiversidade, produtividade, capacidade de regeneração, viabilidade e cumpra, agora e no futuro, funções ecológicas, econômicas e sociais, em nível local, nacional e global, e que não cause danos a outros ecossistemas. O manejo florestal inclui a combinação de atividades individuais de manejo relacionadas aos múltiplos usos e serviços das florestas”. Ou seja, na última versão a certificação florestal foi incluída, impulsionando este mercado.

carbono em três e como sumidouro de carbono em 12 países, e o balanço total da Comunidade Européia é um sumidouro de 0,1 Mt C /ano (LISKI *et al.*, 2000), como a Tabela 2 resume.

Tabela 2 – Resumo do número de países da Comunidade Européia que atuam como fontes ou sumidouros de carbono de acordo com duas definições diferentes de Aflorestamento, Reflorestamento e Desflorestamento.

Definição	Número de países que atuam como fontes de Carbono no LULUCF	Número de países que atuam como sumidouros de Carbono no LULUCF	Resultado líquido das emissões da Comunidade Européia devido ao LULUCF
FAO	8	7	+ 5,4 Mt C /ano
IPCC	3	12	- 0,1 Mt C /ano

Fonte: LISKI *et al.* (2000).

No do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, estas definições são igualmente importantes, pois os projetos de Reflorestamento e Aflorestamento serão regulamentados por esta decisão. Dependendo da definição, os projetos desenvolvidos apresentarão resultados completamente diferentes em termos de balanço de carbono.

No caso da conservação florestal, a definição de floresta é muito importante, uma vez que essa definição poderá classificar ou não muitos biomas como floresta (*i.e.*, cerrado e caatinga).

Relativo à definição de desflorestamento existem interpretações diferentes. Pode-se interpretar que desflorestamento é no sentido da análise do estado inercial em que a terra sem floresta deverá permanecer, *i.e.*, mudando o uso das terras florestais para atividades humanas ela deverá permanecer sem floresta, (*i.e.*, agricultura, pecuária) ou, ou com a remoção da cobertura vegetal onde não há capacidade de regeneração. Outra interpretação do desflorestamento apresenta características parecidas com o reflorestamento. Após a perda da cobertura vegetal existe uma regeneração florestal, com tendência a voltar ao seu estado inicial. No reflorestamento, após a remoção das árvores serão plantadas novas mudas que deverão retornar ao estado anterior ao desflorestamento.

No Relatório Especial sobre Uso da Terra Mudança do Uso da Terra e Silvicultura um capítulo inteiro é dedicado ao estudo e implicações de diferentes definições (SR-LULUCF, 2000).

2.3 – ATIVIDADES DE USO DA TERRA, MUDANÇA NO USO DA TERRA E SILVICULTURA SÃO DIFERENTES DE ATIVIDADES DO SETOR ENERGÉTICO

As estratégias humanas para o seqüestro de carbono em ecossistemas terrestres são diferentes das opções para a redução das emissões de combustíveis fósseis, apesar de que, do ponto de vista do balanço líquido do ciclo do carbono, para a atmosfera parece não haver diferença entre diminuir as emissões ou aumentar os sumidouros. Porém, é questionável se na prática a remoção de uma tonelada de carbono seqüestrada é igual a uma tonelada de carbono evitada (SCHALAMADINGER e MARLAND, 2000).

Segundo o AMERICAN LANDS ALLIANCE (1999), o seqüestro de carbono não substitui a redução das emissões de gases de efeito estufa, mas são meios eficientes de reduzir as concentrações atmosféricas de CO₂. Neste sentido, e lembrando que o objetivo do Protocolo de Quioto é estabilizar as emissões dos países do Anexo I, o seqüestro de carbono não deveria ser utilizado para a compensação das emissões dos países desenvolvidos. Nesta lógica, as emissões evitadas com a conservação florestal é uma forma de compensar as emissões dos países do Anexo I.

O SR-LULUCF (2000) destaca que medir estoques de carbono em nível de projeto é relativamente preciso, porém medidas dos efeitos de mitigação não podem ser tão precisas, devido a problemas associados às linhas de base e vazamentos. Segundo KOSKELA *et al.* (2000), medir e verificar compensações de carbono em projetos florestais e mudança no uso da terra é mais complicado e problemático do que ações similares no setor energético, devido à dinâmica e reversibilidade dos ecossistemas terrestres naturais.

Outro ponto interessante do SR-LULUCF (2000) é que houve análise de alguns projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ) que visavam desenvolver procedimentos para lidar com as questões problemáticas. Esta análise concluiu que é necessário um acordo dos procedimentos e métodos para estabelecer linhas de base e quantificar emissões e seqüestros. Também indicou que não foram relacionados todas as emissões de gases de efeito estufa ou estimados os possíveis vazamentos, além de poucos terem sido expostos à avaliação de terceiras partes.

TREXLER (2000) confirma que as características dos projetos de compensação florestais variam significativamente com respeito à quantificação, vazamentos,

persistência e outras variáveis, porém defende que existem projetos florestais que podem se adequar aos padrões de confiabilidade dos projetos energéticos.

A SOCIEDADE REAL BRITÂNICA (2001) conclui que os “projetos elaborados para o aumento dos sumidouros de carbono terrestre não devem ser permitidos no Protocolo de Quioto, assim, permitindo recursos financeiros e políticos para soluções em longo prazo para o problema da redução da concentração de GEE, que é a redução do uso dos combustíveis fósseis”⁵⁷. Contrariamente, TREXLER *et al.* (2000) admite que existem poucas evidências empíricas contra o argumento de que as alternativas de mitigação florestal irão substituir outros projetos de mitigação, pois como apresentado na Tabela 3, projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ) foram diversificados.

Tabela 3 – Resumo dos projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ). Número de atividade e o impacto de GEE, por tipo de atividade, duração do projeto.

Tipo de Atividade	Número de atividades(*)	Impacto em GEE**	Média do impacto em GEE por projeto**
<i>Aflorestamento</i>	1 (2)	292.728	292.728
<i>Agricultura</i>	2	3.068.588	1.534.294
<i>Eficiência energética</i>	40 (49)	7.674.540	191.864
<i>Preservação florestal, reflorestamento ou regeneração</i>	12	140.890.371	11.740.864
<i>Substituição de combustível</i>	4 (7)	3.754.992	938.748
<i>Captura de gases fugitivos</i>	3 (4)	31.333.433	10.444.478
<i>Energia renovável</i>	46	30.120.003	654.783
TOTAL	108 (122)	217.134.655	2.010.506

Fonte: CQNUMC (1999).

CLIMATE CHANGE INDIA (2001) confirma a necessidade de se manter um balanço entre projetos florestais e energéticos. Apenas desta forma, países em desenvolvimento teriam serviços energéticos limpos e sustentáveis, ajudando a proteger as florestas e outros recursos naturais.

Para TREXLER *et al.* (2000) os projetos florestais não são diferentes dos projetos de energia, mas confirma que existem diferenças sistêmicas, que podem levar à caminhos diferentes (*i.e.*, adicionalidade *versus* permanência). Elas ressaltam a necessidade de incorporar fatores de risco no setor florestal (*i.e.*, incêndio, pestes), e que uma das grandes dificuldades nas compensações florestais é a falta de

⁵⁷ Tradução livre pelo autor desta tese.

normatização nos procedimentos de contabilização, o que contribui para a preocupação neste setor, diferenciando-o do setor energético.

Reforçando esta idéia, pode-se afirmar que o setor florestal é mais heterogêneo do que o setor energético, haja vista as grandes variações de ecossistemas dentro de uma mesma floresta, nas diferentes definições de florestas e nas incertezas que envolvem o cálculo de fluxos e estoque de carbono. Além disto, as florestas podem ser tanto fontes de carbono (*i.e.*, incêndios, desmatamento) como sumidouros (*i.e.*, reflorestamento, crescimento) e suas emissões são reversíveis no médio prazo, comparado às emissões do uso de combustíveis fósseis, que são irreversíveis.

Por outro lado, o GREENPEACE (2000) alerta que a transferência de carbono dos estoques de combustíveis fósseis para os ecossistemas terrestres aumenta a demanda por terras onde a capacidade é limitada, além de competir com o crescimento populacional, adicionando mais pressões sobre as terras. Em termos políticos também surgirão problemas com outros canais de assistência ao manejo florestal e proteção, os quais poderão ser reduzidos.

Argumenta-se que a proteção florestal previne o desflorestamento eminente, evitando que a perda da floresta seja uma fonte de dióxido de carbono e assim a proteção florestal pode reivindicar créditos de carbono. Neste sentido, a conservação florestal seria análoga a supostos projetos que preservassem um poço de petróleo, evitando sua exploração. Porém em ambos casos, não existe garantia de emissões evitadas, pois a proteção dos recursos não atende à demanda reprimida, *i.e.*, madeira, terras e petróleo.

Assim como se fala em proteger estoques florestais de carbono, pode-se falar em proteger reservatórios de petróleo. Tal medida não necessariamente seria capaz de resolver o problema do consumo de combustíveis e suas emissões, apenas diminuindo a oferta de petróleo, aumentando seu preço e transformando-o num negócio mais lucrativo. Da mesma maneira, os projetos florestais que se preocupam com a proteção de áreas florestais e pouco com as variáveis das causas do desmatamento, não solucionarão as causas do desmatamento e o transformarão em uma atividade mais lucrativa, ainda que a proteção de uma área seja muito importante do ponto de vista da biodiversidade, proteção do solo e águas, microclima etc.

Um projeto que proponha a substituição de combustível de Usina Termelétrica estará evitando emissões de GEE, pois haverá menores emissões do uso da energia elétrica. Neste caso, a implantação do manejo florestal ou agroflorestas se enquadra, pois será ofertado um novo paradigma para o sistema de mercado, porém a proteção florestal não se enquadra nesta lógica. Atividades que demandam a mudança no uso das terras florestais continuarão a ter uma demanda após a conservação florestal e procurarão áreas adjacentes para atender suas demandas.

Uma vez entendido que na conservação florestal medidas se fazem necessárias no sentido de abastecer a demanda, cabe destacar que terras não são commodities, ao contrário dos combustíveis fósseis. A energia elétrica pode vir facilmente de outra fonte, que pode gerar vazamentos, porém estes vazamentos são relativamente fáceis de serem rastreados. A floresta não é um commodities, gerando dificuldades para o rastreamento e solução dos vazamentos, havendo necessidade da criação de novas metodologias a serem desenvolvidas e dominadas. Tal monitoramento exige uma metodologia mais complexa que o commodities dos combustíveis, onerando os investimentos na conservação e aumentando a relação custo-benefício do investimento, o que desinteressa o investidor. De fato, pouco foi feito nos projetos de conservação florestal nos projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ) no sentido de controle dos vazamentos (SR-LULUCF, 2000).

Diante do debate verificado anteriormente, surgem cinco dúvidas na comparação unidades de carbono (seqüestrada e evitada) no mesmo balanço e as tratam identicamente para a estabilização da concentração de gases de efeito estufa que nortearão as discussões das próximas seções da dissertação, são elas:

- Como comprovar o benefício para o sistema climático global (Seção 2.4 – Linha de Base e Adicionalidade)?
- Qual é o efeito em longo prazo (Seção 2.5 – A Questão da Permanência)?
- Por quanto tempo continuará (Seção 2.6 – A Questão da Saturação)?
- Como verificar os créditos (Seção 2.7 – A Questão da Verificação)?
- Como contabilizar e/ou evitar os vazamentos (Seção 2.8– A Questão do Vazamento)?

Após o estudo das seções acima listadas, será estudada a forma como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo foi formulado (Seção 2.9) e a finalmente a conservação florestal (Seção 2.10).

2.4 – LINHA DE BASE E ADICIONALIDADE

A linha de base é um cenário projetado por especialistas, onde se prevê os impactos da tendência social, econômica e ambiental das atividades antrópicas sobre as emissões de gases de efeito estufa na ausência de medidas humanas intencionais de mitigação. A adicionalidade é a análise das emissões futuras comparadas às emissões evitadas devido às atividades do projeto ou, às emissões que ocorreriam sem nenhuma intervenção política (IPIECA, 2001). A adicionalidade é quantificada através da diferença entre emissões (ou seqüestro) do projeto comparado a um caso hipotético sem o projeto (CHOMITZ, 2000).

A contabilidade das mudanças nos estoques de carbono, no uso da terra e emissões evitadas de GEE, envolvem a determinação das mudanças nos estoques de carbono e emissões líquidas de GEE, as quais seriam adicionais a uma linha de base na ausência do projeto. Atualmente, não existe padrão no método para determinação das linhas de bases e adicionalidades. As abordagens incluem a determinação de linhas de base por projetos ou medições genéricas. Muitos projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ) têm usado uma abordagem específica para o projeto. A desvantagem é que os elaboradores do projeto podem escolher cenários que maximizarão os seus benefícios do projeto (SR-LULUCF, 2000).

Predizer o mundo "como seria" é inerentemente difícil, e tanto os compradores quanto os vendedores têm claros incentivos para escolher predições de altas linhas de base de emissões (ou baixas linhas de base de seqüestro) (MICHAELOWA, 1998, CHOMITZ, 2000, SR-LULUCF, 2000, GREENPEACE, 2000). Se isto ocorrer frequentemente, o volume de certificados vendidos irá exagerar as reduções nas emissões atuais, ameaçando a integridade do sistema. As metodologias de linhas de base devem ser as mais precisas possíveis na média sem serem muito custosas ou difíceis de serem implementadas (CHOMITZ, 2000).

Linhas de bases podem ser fixadas pela duração do projeto (linha de base estática) ou periodicamente ajustadas (linha de base dinâmica). Os ajustes da linha de base dinâmica asseguram estimativas mais realistas das mudanças da absorção ou emissões de GEE, mas pode criar incertezas para os investidores (SR-LULUCF, 2000), dificultando a implantação do projeto.

No caso das florestas não seria considerado adicionalidade os créditos provenientes de áreas que estejam protegidas por leis locais, *i.e.*, no Brasil a lei exige cobertura florestal de matas ciliares, de encostas etc. Ainda destaca-se que as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), Parques Nacionais e Estaduais não devem contar como créditos adicionais, pois não existe ganho adicional para a mitigação da mudança do clima, uma vez que estas áreas já estariam sendo protegidas.

Os projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ) da Costa Rica no setor florestal mostram como a linha de base é controversa. Dois projetos estão reflorestando pastos degradados e suas linhas de base assumem que na ausência dos projetos não haveria regeneração florestal das áreas degradadas e pastos. Porém, a regeneração pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo a proximidade de florestas, cobertura florestal e condições do solo e clima e provavelmente, alguma regeneração natural dos pastos irá ocorrer, logo a real linha de base provavelmente não é zero.

Em um dos projetos de conservação da Costa Rica, a linha de base assumiu a hipótese que na ausência do projeto, 100% da floresta seria perdida. Porém, tal hipótese é extremamente exagerada. Não se pode afirmar que toda floresta não protegida será perdida. A exemplo da própria Costa Rica e do Brasil, muitos proprietários de terra estão fazendo reservas particulares. Num segundo projeto de conservação, a linha de base assumiu uma taxa de desmatamento de 2,8-4,1%, dependendo da proximidade de estradas e outros fatores, enquanto as taxas anuais de desmatamento são de 6% (CLIMATE CHANGE INDIA, 2001). Este cenário é mais realista e até conservador.

Estas questões são fundamentais nos projetos de MDL. Entretanto, não há padrão no método e dados para determinação das linhas de bases e adicionalidades (SR-LULUCF, 2000). De acordo com TREXLER *et al.* (2000), a adicionalidade individual de projetos de mitigação continua a ser uma fonte de debates para a maioria dos projetos. Segundo o GREENPEACE (2000), adicionalidade é virtualmente impossível de demonstrar rigorosamente, sendo mais difícil de se fazer nos projetos de LULUCF do que nos projetos energéticos.

Para MICHAELOWA (1998) existe necessidade de regras severas que possam definir as linhas de base. Se a linha de base for má definida, muitos créditos de redução de

emissão não serão adicionais aos investimentos naturais, representando reduções nas emissões que ocorreriam de qualquer maneira.

2.5 – A QUESTÃO DA PERMANÊNCIA

O MDL exige que projetos produzam benefícios de longo prazo, pois a mudança do clima é um problema de longo prazo e os GEE podem permanecer na atmosfera por décadas e, em alguns casos, séculos. Mesmo que projetos sejam planejados para longos períodos, instrumentos legais podem não ser adequados para assegurar que estes compromissos sejam alcançados. Estabilidade biológica, política e econômica são essenciais para assegurar a permanência nos sumidouros, fato que é raro na história da humanidade (LOHMANN, 1999 em KOSKELA *et al.*, 2000).

De acordo com TREXLER *et al.* (2000), a questão da permanência é o assunto mais crítico nos esforços de mitigação relacionados ao setor florestal. Os negociadores têm que determinar o que significa permanência para compensação e como estas definições irão ser aplicadas aos projetos de silvicultura e mudança no uso da terra.

Por exemplo, os projetos florestais das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ) da Costa Rica têm vida útil entre 16 a 51 anos, enquanto os compromissos dos investidores acabam no final do projeto, as florestas deverão ser mantidas “em pé”. A questão é como internalizar os custos futuros, uma vez que os projetos têm vidas úteis relativamente curtas. Haverá interesse das gerações futuras em manter estas áreas? Será que não estão deixando um passivo ambiental que, em alguns casos, talvez não seja conveniente aos interesses futuros nacionais? Não se está dizendo que preservar as florestas, biodiversidade etc. não seja interesse nacional, mas não é difícil imaginar cenários, onde florestas comprometidas com o Protocolo de Quioto obstruam a mudança no uso da terra para outras atividades não menos importantes para o desenvolvimento nacional (*i.e.*, mineração, ferrovias etc.).

As emissões evitadas no setor energético podem ser consideradas como permanentes, enquanto nas atividades no Uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura existe a possibilidade de que o carbono acumulado ou protegido seja lançado no futuro, como será visto no exemplo da Figura 4. Ao contrário das emissões do uso de combustíveis fósseis, que levarão milhares de anos para voltarem aos reservatórios subterrâneos, as emissões devido à mudança no uso da terra são

reversíveis em médio prazo, pois uma floresta pode ser reflorestada, como a própria definição do IPCC de reflorestamento estabelece.

Sugerir que as emissões evitadas no setor energético são permanentes, não é sugerir que a atividade irá continuar para sempre ou que as reduções alcançadas em um ano se repetirão nos anos seguintes, isso também não é sugerir que uma molécula de CO₂, que não foi emitida neste ano, não será emitida no próximo ano. O que está sendo sugerido, na verdade, é que se menos combustíveis forem usados nos automóveis atualmente, mesmo que alcancem baixas emissões num ano, possam liberar altas emissões nos anos seguintes, no total, as emissões cumulativas serão menores em qualquer tempo (Figura 4). Isto se confirma quando os estoques de combustíveis fósseis são muito grandes e a questão é que não devem ser totalmente convertidos para CO₂. Na verdade, os potenciais estoques de combustíveis fósseis são muito grandes e não se extinguirão antes das atuais discussões climáticas terminarem (SAR WG2, 1996).

Ainda em relação às garantias de permanência, as atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura estão sujeitas a várias mudanças (*i.e.*, mudanças de: donos de terras, políticas públicas, compromissos dos proprietários, clima ou distúrbios naturais como pestes e incêndios), que poderão liberar carbono para a atmosfera. De fato, o aumento dos reservatórios de carbono nos biomas terrestres poderá aumentar sua vulnerabilidade e, conseqüentemente, sua emissão potencial, enquanto os reservatórios de combustíveis fósseis estão mais imobilizados.

A Figura 4 indica quatro cenários ilustrando a diferença entre o carbono acumulado por abatimento de combustíveis fósseis e por seqüestro de carbono na biosfera:

- 1) Uma termelétrica que queimou carvão mineral por 40 anos;
- 2) Uma termelétrica que não liberou no balanço líquido CO₂ por 20 anos (talvez pelo uso de carvão vegetal), mas que queimou carvão mineral nos 20 anos seguintes;
- 3) Um projeto de aflorestamento, onde há perda de floresta após 20 anos, e não há reflorestamento;
- 4) A combinação dos cenários 1 e 3, em que as emissões da termelétrica são balanceadas por um projeto de aflorestamento de 20 anos, mas onde a floresta é perdida no vigésimo ano.

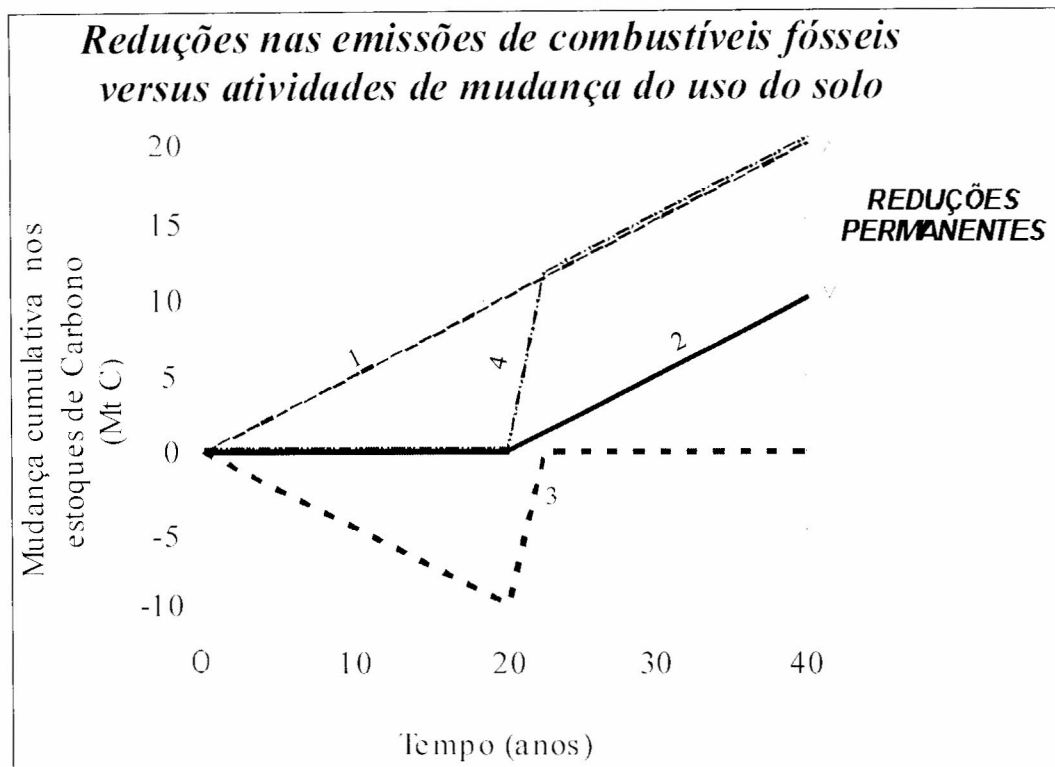


Figura 4 – A questão da permanência. O diagrama indica os estoques cumulativos na mudança de carbono na atmosfera em quatro cenários hipotéticos: uma usina termelétrica a carvão (linha 1), uma usina geradora de eletricidade com combustível neutro em carbono nos anos 1 a 20 e passa a usar carvão mineral nos anos 20-40 (linha 2), um projeto de aflorestamento com perda do carbono acumulado no ano 20 (linha 3), e a combinação dos cenários 1 e 3 (linha 4) (Fonte: traduzido e adaptado de SCHLAMADINGER e MARLAND, 2000).

Mesmo que a termelétrica do cenário 2 pare de usar um combustível neutro em carbono e passe a usar combustível fóssil, não haverá perda no carbono evitado nos primeiros 20 anos. Neste caso, as emissões evitadas são permanentes, indicado na diferença das linhas 1 e 2. Entretanto, se o carbono é seqüestrado compensando emissões de uma termelétrica a carvão mineral e existe a perda da floresta (cenário 4), as emissões acumuladas voltam aos níveis da termelétrica a carvão mineral sem o aflorestamento (i.e., não há diferença entre as linhas 1 e 4 após 20 anos). Este é um exemplo de como é tênue a adicionalidade, conforme discutido anteriormente e a fragilidade da permanência.

Pode-se concluir que as emissões evitadas com o uso de biomassa para substituir combustíveis fósseis ou produtos energo-intensivos, devem ser considerado como abatimentos permanentes. Reservatórios de carbono em sistemas terrestres e em produtos madeireiros estão sujeitos ao risco de emissão no futuro, e não são necessariamente permanentes. A falta de permanência não cria problemas às opções de uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura ao mesmo tempo em que, os

sistemas de contabilidade manejam com créditos e débitos: quando os reservatórios de carbono aumentam, eles ganham créditos, e quando diminuem, eles serão debitados, porém tal sistema é contemplado no MDL.

Aqueles que assumem o risco de estimular o aumento de reservatórios de carbono nos ecossistemas terrestres, assumirão os riscos a que estão sujeitos. Firmada esta premissa, poderá haver remoções de carbono da atmosfera, mesmo que este carbono seja liberado mais tarde, porque a liberação de CO₂ atmosférico pode ser adiada, porém não se tem percebido tal esquematização e preocupação dos investidores, pois não faz parte de seus objetivos e funções.

Mesmo que seja garantida a permanência nos projetos florestais, uma questão que é levantada é o fato de que, áreas imobilizadas com sumidouros de carbono estarão aumentando os passivos ambientais dos maiores poluidores, tanto espacialmente quanto temporalmente.

Uma outra discussão sobre a permanência é que atualmente, o balanço global das florestas na mudança do clima revelam que estas atuam como sumidouros, porém ainda neste século elas deverão passar a ser fontes emissoras de carbono (SR-LULUCF, 2000), fato que os projetos de MDL não consideram. Ou seja, estão sendo reivindicados créditos de carbono que serão emitidos novamente no futuro sem as respectivas compensações, resultando em falsos ganhos de créditos para a mudança do clima. Esta questão está mais relacionada ao tema da Saturação (Seção 2.6).

Em relação ao custo benefício, o MDL é um mecanismo que visa reduzir os custos dos países do Anexo I e os investidores naturalmente irão cumprir suas metas ao menor preço. Custo benefício não implica necessariamente reduções ou remoções com o menor custo possível, porque projetos podem ser baratos por não incluírem os meios de proteção para assegurar os benefícios de longo prazo, ou seja, a permanência (CLIMATE CHANGE INDIA, 2001).

No que tange aos projetos de combustíveis renováveis com opção de mitigação, a troca de combustíveis fósseis por biomassa é mais efetivo do que estocar carbono em florestas (BROWN, 1997). Por esta razão, o uso de combustíveis renováveis previne o lançamento de carbono "fóssil" na atmosfera perpetuamente (KOSKELA *et al.*, 2000).

Segundo o GREENPEACE (2000), somente medidas de redução na fonte de emissão pode levar a um carbono intocável nas formações geológicas das reservas de combustíveis fósseis e somente assim, o critério de permanência será completamente aceito. Além do mais, sob condições instáveis do progresso da mudança do clima, as florestas são depósitos de carbono temporários e vulneráveis, ao contrário de sumidouros em longo prazo.

2.6 – A QUESTÃO DA SATURAÇÃO

O potencial de absorção de carbono na biosfera terrestre é limitado pela área total de terras avaliáveis e pela quantidade de carbono adicional que pode ser estocada pelas plantas e pelos solos por unidade de área. Isto significa que, num ponto qualquer do tempo, as remoções líquidas de carbono se extinguirão. O ponto onde haverá esta saturação irá ocorrer em diferentes lugares e dependerá do histórico do uso da terra. Isto será verdade em lugares em que a maior parte da perda de carbono da floresta e do solo no passado tenham a maior oportunidade de absorver carbono no futuro.

A quantidade acumulada de carbono emitida para a atmosfera como resultado do uso da terra, no intervalo de 1850 a 1998, foi estimada em 136 Gt C (SR-LULUCF, 2000) considerando que as mudanças do uso da terra ocorreram em lugares como Europa e China antes de 1850. O IPCC (SAR WG2, 1996) sugere que a biosfera terrestre pode ser manejada pelos próximos 50 anos para conservar e seqüestrar 60-87 Gt C em florestas e outros 23-44 Gt C em solos agricultáveis. Este é o carbono que já foi emitido devido à mudança no uso da terra ou que está para ser emitido. Brown *et al.* sugere que o ganho anual nas florestas pode alcançar 2,2 Gt em 2050 (Brown *et al.* em SAR WG2, 1996) contra os 0,7 Gt atuais (SR-LULUCF, 2000). Estes são valores substanciais e importantes. Entretanto, a estabilização das concentrações de CO₂ não poderá ser resolvido apenas com o seqüestro de carbono nos biomas terrestres. O seqüestro é parte de uma estratégia para mitigar o acréscimo, em longo prazo, no aumento de CO₂ atmosférico, mas não poderá compensar as emissões de combustíveis fósseis. Inevitavelmente, a contribuição do seqüestro irá diminuir com o tempo.

Oportunidades para reduzir as emissões no setor energético não estarão sujeitas aos limites da saturação. Supondo-se que a diminuição dos reservatórios de combustíveis fósseis não estão diminuindo as emissões de CO₂, haverá benefícios contínuos com a

limitação no uso desses combustíveis através da eficiência energética e do uso de energia renovável. Uma atividade que conserve o uso de combustível fóssil neste ano, pode fazer o mesmo no ano seguinte e nos demais, apesar de não ser garantido. Uma atividade que aumente os reservatórios de carbono neste ano, dificilmente manterá as mesmas taxas, por limitações biogeoquímicas e climáticas.

Os inventários de GEE dos países e o ciclo do carbono (Gráfico 6), indicam que as áreas florestais estão, atualmente, fornecendo uma absorção anual líquida de carbono, porém não continuará assim por muito tempo, devido à saturação. A atual taxa de absorção líquida de carbono dos ecossistemas terrestres é resultado da regeneração, dos benefícios da fertilização de CO₂ ou da deposição de nitrogênio atmosférico. Quando os sumidouros chegarem ao seu limite de saturação, a tendência deles é parar de absorver CO₂ e as absorções anuais de carbono serão balanceadas pela respiração e decomposição.

Apesar da saturação de sumidouros de carbono ter um limite, ela está muito abaixo de sua capacidade de suporte para carbono e poderá seqüestrar carbono na biosfera terrestre por décadas (Brown *et al.*, em SAR WG2, 1996, Bolin *et al.*, em SR-LULUCF, 2000).

A SOCIEDADE REAL BRITÂNICA (2001), compilou os resultados dos atuais modelos e concluiu que haverá uma saturação nos sumidouros terrestres ainda neste século.

2.7 – A QUESTÃO DA VERIFICAÇÃO

As reduções líquidas nas emissões alcançadas sob o Protocolo de Quioto precisam ser detectáveis, ou seja, mensuráveis e confirmadas por um observador imparcial na atmosfera. Os meios de verificação, em princípio, realizados por equipes profissionais independentes, devem garantir que a contabilidade foi feita com coleta de dados adequados, medidas e procedimentos de relatórios (CQNUMC, 1998 a, b, c, JONAS *et al.*, 1999a, b, SR-LULUCF, 2000, TENNER, 2000).

Estimar as mudanças de carbono nos reservatórios terrestres não é tão simples e direto quanto estimar as emissões de carbono devido ao consumo de combustíveis fósseis. Uma razão para a incerteza das estimativas é que os combustíveis fósseis são comercializados como mercadorias, enquanto, exceto madeira, os biomas

terrestres não são comercializados nos mercados. Nesse caso, há uma economia que incentiva medidas precisas de fluxos de energia e conseqüentemente, os fluxos de carbono. Para o carbono da biosfera terrestre, entretanto, há “trade-offs” entre os incentivos econômicos para medir as mudanças, o custo de medida para mudança nos estoques de carbono e a incerteza nas medidas.

Nota-se que se o consumo energético é reduzido com mais eficiência energética ou há troca para combustíveis com menos carbono, a estimativa da quantidade de CO₂ que foi reduzida é direta. Entretanto, para o setor florestal existem dois problemas importantes: a precisão da resolução (reconhecer pequenas mudanças em grandes números) e a manutenção da infra-estrutura necessária para as medidas regulares das mudanças nos estoques de carbono. Variabilidade temporal e espacial contribuem para a alta oscilação nas estimativas do carbono nos solos em todas as escalas.

Como dito anteriormente, as emissões da queima de combustíveis fósseis podem ser estimadas com um erro de $\pm 10\%$, a nível global, e a incerteza pode ser muito menor em níveis nacionais ou locais com bons dados estatísticos do consumo energético. Segundo Brown *et al.* (SR-LULUCF, 2000), incertezas similares ($\pm 10\%$) podem ser alcançadas para atividades de LULUCF em nível de projeto, apesar das atividades de LULUCF apresentarem erros da ordem de $\pm 40\%$. Mesmo em nível local, percebem-se grandes diferenças em estudos de biomassa realizados em períodos diferentes; outras metodologias apresentam erros muito maiores que $\pm 10\%$.

Para o carbono estocado em galhos, as mudanças nos estoques de carbono, em um período de dez anos, podem ser estimadas com erros de $\pm 10\%$ para projetos específicos (SR-LULUCF, 2000). A incerteza será maior para o carbono abaixo do solo nas raízes e solo, entretanto alguns projetos chegam a precisão de $\pm 10\%$ (BROWN *et al.*, SR-LULUCF, 2000). Devido ao fato do carbono no solo envolver pequenas mudanças em grandes números, estimativas precisas da mudança do carbono do solo pode requerer maiores intervalos de tempo (para alcançar uma mudança mais facilmente distinguível) e extensas e/ou amostras caras.

Os atuais métodos efetivos para mudanças no carbono orgânico no solo possuem relativa imprecisão (erros de 20-50%) e grandes espaços de tempo (mínimo de três a cinco anos), com níveis de esforços consideráveis (POST *et al.*, 1999 *apud* SCHLAMADINGER e MARLAND, 2000). Supondo que mais amostras são necessárias para melhorar a qualidade das estimativas, o “trade-off” entre a incerteza e os custos

de estimativas serão alcançados com valores maiores. Projetos florestais que apresentem baixo custo com alto benefício e incerteza, deveriam ser cobrados com uma taxa de incerteza.

Existem diferenças em custos de monitoramento e incertezas entre diferentes tipos de projetos, por exemplo, a mudança nos estoques de carbono, associada ao estabelecimento de novas plantações, terá menores incertezas do que, ao mesmo custo, mudanças nos estoques associadas com a redução do desmatamento. Além disso, os custos e/ou dificuldades de fazer as medidas crescentes, tornam-se crescentemente caras e/ou difíceis para uma segunda parte imparcial, no sentido de verificar as estimativas de seqüestro de carbono. A preocupação dos negociadores de Quioto é refletida no fato de que todos os artigos relativos ao LULUCF, do Protocolo de Quioto (artigos 3.3, 3.4, 6, 12 e 17), contem a palavra verificável.

Segundo JONAS *et al.* (2000), do ponto de vista físico não é possível verificar as reduções nas emissões em escala global. Desta forma, Países não Anexo I podem considerar o Protocolo de Quioto uma maneira fácil para os Países do Anexo I escaparem de seus compromissos, usando os sistemas biosféricos (desacreditando o Protocolo de Quioto), pois não podem ser verificados com metodologias “bottom up-top down”, mas, na melhor hipótese, temporalmente em escalas sub-globais. A estratégia, para se chegar a um sistema de contabilidade, é a verificação das funções em escala global “bottom up-top down” e pode ser abordada em dois passos:

1º passo: verificação do sistema de combustíveis fósseis (cientificamente possível; a ser realizado agora);

2º passo: manejo de todo o sistema biosférico (conhecimento cientificamente inadequado; a ser realizado).

JONAS *et al.* (2000) recomenda que os esforços na mitigação da mudança do clima sejam focados no sistema de combustíveis fósseis, sistema mais dinâmico na escala do século atual e antrópico. Neste sentido, a biosfera deveria ser trabalhada depois (*i.e.*, reflorestamento, conservação de florestas etc.) e separadamente.

O Instituto Internacional de Análise de Sistemas Aplicado (IIASA - International Institute for Applied Systems Analysis), localizado em Luxemburgo, Áustria, realizou o estudo “Contabilidade Total de Carbono da Rússia”, que contém um quinto das

florestas mundiais. No relatório é questionada a idéia de sumidouros de carbono como meios de compensar as emissões de CO₂. As incertezas relacionadas aos fluxos de carbono chegam a 129%. Análises do estudo indicaram consideráveis incertezas envolvidas na contabilidade do carbono. Estas incertezas excedem as mudanças calculadas do balanço dos fluxos completos para o período de 1990-2010, levantando graves questões a respeito da confiabilidade de qualquer sistema de contabilidade, usado para medir os ecossistemas terrestres para as metas do Protocolo de Quioto (NILSSON *et al.*, 2000).

A Rússia provavelmente reivindicará créditos pela manutenção da capacidade da biosfera terrestre de absorver carbono, mas as incertezas envolvidas nos cálculos como créditos, são grandes e excedem as mudanças nas emissões industriais. “As incertezas científicas em medições de fluxos de carbono nos ecossistemas são muito grandes”, e que “com a abertura da biosfera para ações do Protocolo de Quioto, os governos o fazem completamente sem verificação”⁵⁸ (PEARCE, P. 2000 e NILSSON *et al.*, 2000).

Segundo TREXLER *et al.* (2000), não deve haver confusão entre quantificação dos sumidouros de carbono em nível nacional e a quantificação em nível de projeto. Porém, este argumento não é considerado consistente, uma vez que o benefício da Convenção deve ser global (soma de vários níveis nacionais) e não seria prudente ignorar as incertezas em nível nacional. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo tenta incorporar o benefício líquido global, porém não é .

Inclusão de incertezas, para contornar as carências de verificação nos projetos e em nível de inventários, pode ser uma alternativa para mitigar as incertezas. Verificação temporal combinada com incertezas, minimizarão falsos relatórios, incluindo distorções e permitindo a efetividade nas reduções de GEE ou medidas de sumidouros biosféricos. A falta de um mecanismo de verificação, que funcione temporalmente em escala sub-global e combinado com incertezas, não se revelou como um instrumento efetivo para minimizar as distorções (JONAS *et al.*, 2000).

As atuais técnicas de medição são insuficientemente precisas para permitir um monitoramento confiável de qualquer sumidouro de carbono terrestre, que são

⁵⁸ Os trechos entre aspas é a tradução livre do autor deste trabalho.

definidos nas partes do Protocolo de Quioto e na Convenção do Clima (SOCIEDADE REAL BRITÂNICA, 2001).

Outras academias são menos pessimistas. De acordo com TREXLER *et al.* (2000) progressos foram alcançados na definição e refino de procedimentos e métodos para a monitoração dos estoques e fluxos do carbono florestal. Experiências com um pequeno número de projetos implantados conjuntamente (AJI) e campos de monitoração sugerem que alguns dos principais desafios estão sendo sanados e o monitoramento do carbono pode ser feito a um custo razoável, com melhores taxas de precisão e exatidão.

O grande desafio na quantificação, monitoração e verificação tem melhorado com os projetos de mitigação florestais em andamento, mas muito trabalho ainda precisa ser feito nesta área para a sua normatização (TREXLER, 2000). Mesmo com os recentes avanços nas metodologias de medições nos estoques de carbono, as incertezas associadas com estimativas derivadas de todos métodos são consideráveis. O problema fundamental é que a magnitude da incerteza é desconhecida. Em termos práticos, a incerteza mais séria é aquela que foi levantada através das estimativas em escala local, nível que envolve diretamente os projetos de MDL.

Um ponto consensual entre os cientistas é que a verificação deve ser feita por uma terceira parte, mesmo que isto gere uma burocracia nos projetos de compensação. Apenas uma terceira parte poderá dar credibilidade às medições e análises (TREXLER, 2000).

Nos parágrafos seguintes este trabalho irá descrever brevemente como se procede a quantificação de biomassa de uma floresta e o seu respectivo reservatório de carbono.

A determinação do tamanho dos estoques de carbono e sumidouros no solo é alcançada com a combinação de medidas diretas da vegetação e solo em escala local com a extrapolação, usando sistemas de informação geográfica (GIS) e/ou técnicas de sensoriamento remoto, para escalas regionais e continentais.

Medidas diretas são aplicadas para escalas locais envolvendo um período específico (no caso do MDL, desde a sua regulamentação até o período de compromisso) das mudanças nos estoques de carbono numa área de amostra. Geralmente, algumas

áreas típicas da floresta são selecionadas como área amostral dos inventários. Estas áreas, chamadas de “trans-sectors”, geralmente são de algumas dezenas a centenas de metros de comprimento e de cinco a vinte metros de largura. Como o objetivo é manter a floresta, evita-se o uso de métodos destrutivos, pois seria contra-senso cortar e pesar as árvores nestes inventários. Portanto, nesta metodologia descrita medem-se algumas características de todas as árvores maiores do que um certo tamanho, tais como: diâmetro, altura, e quando possível, o nome da árvore. A amostragem e as medidas das árvores exigem relativamente pouco treinamento.

Depois de concluído as medições das árvores do “trans-sector”, usam-se tabelas ou equações alométricas para calcular o peso de cada árvore. Normalmente, utiliza-se uma calculadora ou planilha eletrônica para facilitar esta fase. Os cálculos empregados são derivados dos dados obtidos cortando e pesando árvores de vários tamanhos e analisando a sua densidade e conteúdo de carbono. O resultado é um relação entre diâmetro, altura e a quantidade de carbono da árvore. O carbono de todas as árvores do inventário é somado e fica como uma estimativa da quantidade de carbono daquela floresta, seja secundária ou primária.

No caso de reflorestamento ou aflorestamento, o uso de “trans-sectors” permanentes facilitam medidas em anos consecutivos, que serão necessários para quantificar o acúmulo de carbono. O problema de quanto carbono está nas raízes e no solo abaixo de florestas é difícil de resolver, por enquanto a tendência é estimar como porcentagem do carbono das árvores da parte acima do solo que pode ser medido.

O propósito é que a verificação ser a mais barata possível, porém com um nível mínimo de confiabilidade. Segundo CHOMITZ (2000), projetos que envolvem grandes fontes de combustão irão ter um baixo custo de verificação por tonelada. O custo de verificação por tonelada estocada na biomassa será aproximadamente inversamente proporcional ao tamanho do sumidouro de carbono, tornando a verificação barata nos grandes projetos, e cara nos projetos pequenos ou heterogêneos em formações florestais.

Para NOBLE e SCHOLLES (2001) a precisão é proporcional à quantidade dos esforços empregados; quadruplicando-se os esforços, os erros são reduzidos pela metade e não há razão para os fluxos biosféricos não alcancem precisão comparável ao dos combustíveis fósseis, a não ser considerações de custo.

2.8 – A QUESTÃO DO VAZAMENTO

Os potenciais vazamentos introduzem um elemento de grande incerteza nos projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Os vazamentos ocorrem quando o projeto causa um aumento de emissões líquidas fora da área do projeto. Por exemplo, protegendo uma floresta do corte de árvores pode simplesmente deslocar a atividade para outra localidade, diminuindo ou até anulando as reduções nas emissões líquidas de carbono do corte. Logo, a possibilidade de impactos negativos indiretos além dos limites do projeto podem reduzir os benefícios do projeto.

No caso de ocorrerem vazamentos, então o sistema de contabilidade irá falhar em fornecer uma avaliação completa dos valores reais agregados devido à mudança induzida da atividade. Vazamento pode ser considerado como a mudança não incorporada no sistema de contabilidade nas emissões e remoções de GEE, resultante de atividades que estão fora dos limites do sistema de contabilidade, nestes casos existem quatro tipos de vazamentos: deslocamento de atividades, deslocamento de demanda, deslocamento de oferta e excesso de investimento .

Ainda que, vazamentos em muitos casos tenham efeitos negativos, situações como a demonstração de novos procedimentos de manejo ou adoção de tecnologias podem gerar efeitos positivos fora dos limites do sistema de contabilidade (efeito positivo de deslizamento). Para algumas atividades e tipos de projetos, os vazamentos podem ser incorporados pelo aumento da escala espacial e temporal dos limites do sistema de contabilidade (*i.e.*, incluindo áreas onde mudanças na remoção e emissões de GEE podem ser induzidas).

Apesar de todas precauções, vazamentos podem se estender por qualquer limite de contabilidade (*i.e.*, por fronteiras nacionais). Vazamento é uma preocupação particular relativa quando a contabilização é feita em nível de projeto, mas pode também ocorrer nas atividades nos artigos 3.3 e 3.4 (SR-LULUCF, 2000).

Os vazamentos no uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura são diferentes do setor energético. Evitando o uso de combustíveis fósseis num lugar, pode viabilizar o uso em outro lugar, mas neste caso a demanda é suprida, enquanto no segundo caso, a demanda continua sendo existente.

Segundo o GREENPEACE (2000), os vazamentos em projetos de sumidouros do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo serão muito grandes. Os vazamentos representam uma das grandes ameaças aos projetos florestais. Ainda que haja consenso de que também existam vazamentos no setor energético, não existe consenso se a magnitude destes vazamentos é maior no setor florestal do que em projetos energéticos, porém confirma-se que as magnitudes nas atividades de uso da terra mudança no uso da terra e silvicultura podem variar bastante (TREXLER, 2000).

Projetos que limitam o acesso às terras, alimentos, fibras, combustíveis e recursos madeireiros sem oferecer alternativas, podem resultar em vazamento de carbono, enquanto as pessoas procuram pelo suprimento de suas necessidades em outros lugares. Poucos projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ) foram desenvolvidos com o objetivo de reduzir os vazamentos, através da incorporação de componentes explícitos para suprir as necessidades de recursos às comunidades locais (*i.e.*, estabelecimento de plantações energéticas, reduzindo as pressões sobre outras florestas) e que tragam benefícios sócio-econômicos, criando incentivos para a continuidade do projeto (CLIMATE CHANGE INDIA, 2001). Devido aos vazamentos, as considerações gerais dos efeitos da mitigação da mudança do clima de um projeto, podem necessitar de pesquisas além dos limites do projeto.

O SR-LULUCF (2000) destaca que a probabilidade de vazamentos afeta o tamanho da área de monitoramento, em adição ao tamanho da área do projeto de mitigação. Em vazamentos pequenos a área será um pouco maior que a área do projeto, mas se os vazamentos esperados são substanciais, o monitoramento deverá ser estendido além da área do projeto.

Além do mais, as atividades baseadas em nível de projeto como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo poderão criar incentivos perversos para as políticas de manutenção florestal e programas que encorajem desflorestamento e a degradação florestal. Similarmente, estes projetos poderão criar um incentivo para os projetos que mantenham “maus vizinhos”, que continuem com atividades destrutivas melhorando a performance dos ganhos de carbono do projeto (GREENPEACE, 2000).

A maioria dos projetos energéticos diminuem a demanda por combustíveis fósseis (CHOMITZ, 2000). O efeito combinado destas ações é que o preço dos combustíveis fósseis irá diminuir, particularmente do petróleo e do carvão. Conseqüentemente, os consumidores de combustíveis que não estão sob o Protocolo de Quioto – que são os

consumidores do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo ou países não signatários que não participam do MDL – terão maior poder de compra destes combustíveis. Este vazamento de mercado é raramente discutido no contexto dos projetos de carbono energéticos, entretanto é perfeitamente análogo ao vazamento de mercado que resulta da intervenção em plantações florestais (*id.*).

2.9 – QUESTÕES DO MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo foi proposto para gerar efeitos positivos em países menos desenvolvidos, porém suas atividades também podem criar efeitos negativos. No caso do uso da terra e mudança no uso da terra, as novas atividades podem causar problemas e conflitos (KOSKELA *et al.*, 2000).

Muitos analistas vêem o MDL com suspeita, pois existem indícios de que o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo pode abalar a integridade ambiental do Protocolo de Quioto. Os países anfitriões dos projetos de MDL, países em desenvolvimento, não têm compromissos sob o Protocolo, estabelecendo problemas. Tanto o país anfitrião e o investidor têm incentivos para superestimar as quantidades de reduções nas emissões do projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MICHAELOWA, 1998, CNE, 2001).

Qualquer redução certificada de emissões que uma Parte Anexo I adquira de outra Parte não Anexo I em conformidade com o MDL, deve ser acrescentada à quantidade atribuída à Parte adquirente, sem ser debitada do inventário do país anfitrião. Ou seja, não há provas reais de um benefício líquido na redução global das emissões, pois os créditos não serão debitados das emissões globais e sim de uma linha de base de projeto. O Climate Network Europe (CNE, 2001) afirma que sumidouros não devem ser permitidos no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, principalmente porque os países não Anexo I não possuem compromissos de redução.

Os inventários nacionais de emissões de gases de efeito estufa e as comunicações nacionais estão sendo elaboradas por todos os países que participam do Protocolo de Quioto. É relativamente simples garantir um ganho líquido global nas emissões de gases de efeito estufa, debitando os créditos de emissões evitadas dos países em desenvolvimento. Porém o MDL não usa esta metodologia, utilizando conceitos de adicionalidade e linha de base.

Segundo NOBLE e SHOLES (2001), a questão dos vazamentos dificilmente será completamente resolvida, a menos que todas as nações adotem compromissos de redução e realizem inventários detalhados, confirmando a teoria do parágrafo anterior.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é essencialmente um mecanismo econômico que incorpora conceitos de desenvolvimento sustentável, enquanto o desejável seria o oposto. A idéia do Fundo de Desenvolvimento Limpo, que gerou o MDL, apresentava uma outra versão. As verbas do Fundo seriam aplicadas em projetos que visassem facilitar a implementação de tecnologias mais limpas nos países em desenvolvimento. Enquanto, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo visa minimizar os custos de redução de emissões dos países do Anexo I, onde investidores irão cumprir suas metas procurando os menores preços. Neste sentido, o pragmatismo necessário para a sobrevivência empresarial inverte a ordem da lógica. A perda de biodiversidade, erosão do solo e perdas sócio-econômicas locais passam a ser menos importantes que a lógica do comercializador de carbono.

KOSKELA *et al.* (2000) diz que apesar dos impactos positivos do MDL visarem o benefício global, os possíveis impactos negativos serão em nível local. O MDL baseia-se na hipótese de que o que é bom para o meio ambiente global também é bom para o desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento, o que não é necessariamente verdade, haja vista os grandes interesses econômicos envolvidos.

Outro aspecto que é minimizado na lógica econômica, é que o custo benefício não implica necessariamente em reduções ou remoções reais, porque os projetos podem ser baratos precisamente porque têm externalidades, vazamentos (CLIMATE CHANGE INDIA, 2001). Podemos concluir que, nestas lógicas econômicas que guiam o MDL, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo passa a ser uma forma dos países em desenvolvimento ajudarem os países desenvolvidos, novamente invertendo o objetivo desejado por todos.

Segundo BERNOW *et al.* (2000), enquanto o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo poderá gerar emissões mais baixas na geração elétrica nos países não Anexo I, ele também poderá aumentar as quantidades de emissões espúrias, creditando atividades não adicionais, ou seja, atividades que ocorreriam na ausência do projeto do MDL, chamados de “free-rider” ou créditos espúrios (“windfall credits”).

O estudo de BERNOW *et al.* (2000) afirma que sob alguns regimes de MDL, o mecanismo poderá servir, primeiramente, como um instrumento que gerará créditos espúrios e depois como um instrumento econômico para a eficiência econômica e desenvolvimento sustentável, ocasionando uma inversão de lógica. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo opera com a intenção de ter uma participação neutra nos balanços de carbono em escalas globais, entretanto, na medida em que o MDL gere créditos espúrios, ele poderá causar um aumento líquido nas emissões globais. Uma pequena quantidade de créditos espúrios seria aceitável, se ocorrer uma aceleração no processo de desenvolvimento e se contribuir para o desenvolvimento sustentável.

No sentido do benefício global do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, alguns regimes podem elevar as emissões globais em 600 Mt C a mais do que os objetivos do Protocolo, se forem permitidos créditos espúrios para projetos que teriam acontecido no lugar de projetos com objetivos verdadeiros de redução nas emissões. Em termos econômicos, 600 Mt C de créditos espúrios valerá entre US\$ 6 bilhões e US\$ 60 bilhões (considerando de 10 a 100 US\$ /t C). Nos casos investigados por BERNOW *et al.* (2000) a magnitude dos potenciais “free-riders” não justifica os benefícios do MDL, *i.e.*, transferência de tecnologias de energia renovável para os países em desenvolvimento. A conclusão é que a possibilidade de projetos não adicionais do MDL deverão ameaçar a integridade ambiental do Protocolo de Quioto. Segundo JONAS *et al.* (2000) apenas minimizando a atuação dos “free-riders”, a credibilidade do Protocolo de Quioto aumentará, tornando capaz de ser aceito por todas as nações como uma ferramenta relevante para reduzir as emissões de GEE.

Paralelamente, projetos de conservação florestal apresentam grande risco de créditos espúrios. “Free-riders” poderão lançar projetos em áreas que não estão ameaçadas, sem ganho para o ambiente global, mesmo que existam outros tipos de ganhos em nível local. A inclusão de projetos de conservação florestal no MDL também poderia engendrar um subsídio cruzado, onde áreas dos maiores desmatadores teriam as maiores vantagens dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Como também, poderia haver uma redução do desmatamento de áreas sob sério risco de serem perdidas.

Segundo KOSKELA *et al.* (2000), o MDL pode esconder um risco futuro para países vendedores de carbono, especialmente aqueles que constituem ou parecem ser países de renda per capita média. O comércio de carbono em países como Costa Rica

e Colômbia geralmente beneficia o meio ambiente nestes países. Entretanto, este grupo pode ser incluído nos países que irão ter que regular suas emissões depois de 2012, onde provavelmente outro programa de mitigação de gases de efeito estufa global deve começar. Alcançar seus objetivos poderá tornar-se difícil para este grupo, se parte dos estoques de carbono já foram vendidos para os países do Anexo I do Protocolo de Quioto. Além do mais, segundo o GREENPEACE (2000), os sumidouros no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo irão expandir, ao invés de reduzir as “pegadas” ecológicas das nações industrializadas, tanto espacialmente, quanto temporalmente.

Outro aspecto importante que cabe destacar é que não existem medidas objetivas existentes para avaliar o benefício no país anfitrião para o desenvolvimento sustentável no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (TYNDAL CENTRE, 2001). Neste sentido, a pressa de incorporar um mecanismo de mercado que gere desenvolvimento sustentável pode ter consequências desastrosas, ainda mais quando envolve recursos naturais como as florestas. O GREENPEACE (2000) alerta que a experiência com projetos florestais geralmente falham na geração de desenvolvimento sustentável, reivindicado pelos seus proponentes, e que neste sentido não haveria razão para que o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo formulasse uma equação política que possa mudar o quadro. Em outros termos: “se a iniquidade é a marca da civilização humana, por que o efeito estufa - sua maior obra - deveria resultar diferente?”⁵⁹.

Apesar das lacunas, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo tem potencial de acelerar o uso de tecnologias limpas pelos países em desenvolvimento e, principalmente, é o primeiro passo do envolvimento dos países em desenvolvimento no mercado de carbono que está se configurando. Neste sentido, a inclusão dos recursos naturais e atividades de bilhões de pessoas dos países em desenvolvimento deverá potencializar ainda mais este mercado.

2.10 – CONSERVAÇÃO FLORESTAL

As questões do uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura, principalmente a conservação florestal no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, sempre foram

⁵⁹ Boletim eletrônico da Folha Online, 20/11.

controversas e ficaram indefinidas até a Sexta Conferência das Partes (COP-6, Haia, Holanda). Apenas na COP-6/II definiu-se que o uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura seriam aceitas nos compromissos dos países do Anexo I e que apenas o aflorestamento e reflorestamento seriam as atividades aceitas no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Desta forma, finalmente, excluiu-se a conservação florestal do MDL.

No âmbito do Protocolo de Quioto, as Partes Anexo I devem proteger e expandir, de forma sustentável, seus sumidouros e reservatórios para cumprir o objetivo final do Protocolo de Quioto (Artigo 2(a.ii), PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997). Aplicando-se esta premissa ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é coerente a aceitação de projetos de conservação florestal nos países em desenvolvimento. Entretanto, a questão não pode ser diretamente comparada.

Interessa a humanidade viabilizar a proteção das áreas florestais, de inegável valor e importância ambiental. Neste sentido, as organizações não-governamentais ambientalistas têm se mostrado muito efetivas. Na visão dos investidores a possibilidade de preservar estas áreas tem dois objetivos, o comercial e o mercadológico. Os objetivos comerciais referem-se aos ganhos com propagandas de empresas que preservam o meio ambiente e as florestas têm grande destaque neste contexto. O objetivo mercadológico refere-se ao fato de que a conservação florestal possui custos relativamente baixos e alta rentabilidade no nascente mercado de carbono, além de esforços concentrados em poucos projetos nos países com terras baratas. Para a mitigação da mudança do clima existem esforços de gerar benefícios com estes projetos, porém os benefícios não são claros e objetivos. O Protocolo de Quioto parte do princípio de que os benefícios dos projetos devem ser quantificáveis, mensuráveis e verificáveis, além de serem em longo prazo.

A conservação florestal é considerada responsável por duas formas de mitigação da mudança do clima. A primeira é através do conceito de emissões evitadas, uma vez que 20% das emissões vêm do desmatamento, principalmente das florestas tropicais (SR-LULUCF, 2000). Como grande parte das florestas tropicais estão nos países em desenvolvimento⁶⁰, a única forma de se evitar estas emissões é através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. A segunda forma é que a conservação de florestas

⁶⁰ As três principais áreas de florestas tropicais estão na América Latina, África Central e no sudoeste asiático.

tropicais mitiga a mudança do clima é como um sumidouro de carbono, pois continuam absorvendo dióxido de carbono⁶¹ (BODEGOM *et al.*, 2000).

Créditos reivindicados pelo carbono, que está sendo absorvido pelas florestas maduras, são coerentes e similares à lógica do aflorestamento e do reflorestamento, uma lógica que considera o que está efetivamente sendo absorvido. Entretanto, a afirmação de que uma floresta em clímax seqüestra carbono atmosférico é recente, com grandes incertezas associadas. Mesmo os estudos que chegaram a esta conclusão, não sabem afirmar por quanto tempo estas florestas maduras irão absorver carbono ou se este fato é cíclico. Se for cíclico, as vantagens para a mitigação da mudança do clima são questionáveis. Além do mais, reivindicar pelo carbono que está sendo absorvido pelas florestas maduras pode recair no conceito de créditos espúrios, ou seja, absorções de carbono que já vinham ocorrendo e que não possuem adicionalidade para a mitigação da mudança do clima. Neste cenário de incertezas e novidades, apenas com o apoio aos esforços de monitoração dos estoques e fluxos de carbono nas florestas, é que os conhecimentos científicos se desenvolverão. Neste sentido, o Protocolo de Quioto deverá ser um vetor que acelere o desenvolvimento científico com interesses comerciais. Grandes esforços, porém poucos, têm surgido no sentido de monitoramento e quantificação dos estoques e fluxos de florestas sem a necessidade de mecanismos de mercado (*i.e.*, LBA, Carboeurope Cluster⁶², etc.).

Os projetos de conservação florestal no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo sustentam-se principalmente no conceito das emissões evitadas e pouco no conceito de seqüestro de carbono. Ainda assim, nota-se que os projetos de conservação florestal pouco têm de emissões evitadas e são basicamente a venda temporária dos estoques de carbono das florestas protegidas, com uma parcela de seqüestro de carbono via reflorestamento ou regeneração de florestas secundárias⁶³. Neste sentido, o benefício líquido dos projetos de conservação para a mitigação da mudança do clima é questionável na forma que vem sendo proposto.

⁶¹ As quantidades de carbono absorvidas pelas florestas são tão expressivas que o grupo de negociação JUSCANZI só aceitou prosseguir as negociações com a inclusão de suas florestas no Protocolo de Quioto. Assim, compensarão grande parte de seus compromissos sem grandes esforços adicionais, o que praticamente recai no conceito de créditos espúrios.

⁶² www.bgc-jena.mpg.de/public/carboeur/

⁶³ No Capítulo 3 serão estudados os projetos brasileiros de conservação florestal que se iniciaram independentemente, sem o apoio do governo brasileiro, mas com financiamento de empresas e ONGs internacionais. Estes projetos pouco incorporam do conceito de emissões evitadas.

No caso das emissões evitadas do desmatamento, CHOMITZ (2000) alerta que existem grandes trechos de florestas que não estão em risco de desflorestamento e que a reivindicação de créditos pela “proteção” destas florestas enfraquecerá a integridade ambiental do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto. Para CHOMITZ (*id.*) o desmatamento tem padrões altamente previsíveis, *i.e.*, em função de estradas, proximidade dos mercados, topografia e adequação agro-climática.

O relatório especial do IPCC sobre uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura (SR-LULUCF, 2000) reconhece que “preservando uma floresta existente não implica necessariamente na segurança em longo termo da contribuição na mitigação do efeito estufa, por causa dos potenciais vazamentos e reversibilidade através de atividades humanas, distúrbios ou mudanças ambientais”⁶⁴. Além do mais, a conservação florestal não muda o padrão de desmatamento de uma região. Tal fato se comprova nos entornos dos parques brasileiros protegidos, onde podemos notar que a sua presença pouco altera no padrão de uso da terra e mudança no uso das terras vizinhas.

Segundo CHOMITZ (2000), a proteção de áreas florestais reduz substancialmente o fornecimento de plantações, os produtos madeireiros e as oportunidades de empregos formais ou de subsistência gerando vazamentos, pois os povos retiram ou degradam as florestas para extrair madeira ou usar o solo por necessidade. Nestas circunstâncias, os vazamentos podem ser grandes, principalmente se a conservação ocorrer no lugar de culturas rotativas de subsistência e que se deslocam, agravando a pressão em outras florestas (CHOMITZ, 2000, KUSKELA *et al.*, 2000). Cabe destacar que as florestas tropicais têm sido perdidas para atender necessidades de desenvolvimento humano, principalmente para a agricultura (55%), pecuária (20%), indústria madeireira (12%) e culturas rotativas (12%) para a América Latina (HOUGHTON, 1999).

Para DANI (2000) a conservação florestal deve ser executada nas reservas, parques nacionais, áreas com alta declividade e matas ciliares, todas com objetivos bem definidos de conservação de espécies ameaçadas, patrimônios cênicos e culturais e conservação dos solos e água, enquanto que a maioria das florestas nativas tropicais

⁶⁴ Tradução livre do autor desta tese.

podem e devem ser exploradas, tanto como fonte de biomassa, como de biodiversidade genética e bioquímica. Durante a intervenção humana, estas florestas podem ser fragmentadas, de modo a garantir diversos estágios de regeneração e biodiversidade. Florestas fragmentadas fixam carbono da atmosfera de modo mais eficiente, porque estão crescendo. Florestas maduras ou em clímax crescem relativamente pouco, e reciclam carbono mais pela renovação das folhas, folhas e frutos, do que pelo incremento da sua biomassa. Se a biomassa das florestas não estiver sofrendo um incremento, uma hipótese é que o carbono absorvido está sendo transferido para os corpos d'água locais, os quais transportam o carbono para fora dos sistemas florestais. Sobre este tema, ainda pouco se sabe.

A conservação florestal é uma obrigação internacional de todos os países, assumida em tratados específicos para este fim (*i.e.*, Agenda 21). O Protocolo de Quioto e os mecanismos de flexibilização enxergam a conservação florestal com o objetivo de diminuir as emissões de GEE sob a ótica de minimização de custos. A inclusão do termo desenvolvimento sustentável no MDL foi a maneira encontrada de convergir os objetivos ou, em outra análise, para atrapalhar, pois ainda não existem medidas efetivas para avaliar o desenvolvimento sustentável, como anteriormente afirmado (TYNDAL CENTRE, 2001). Uma das alternativas de desenvolvimento sustentável com conservação é a exploração de produtos madeireiros e não madeireiros, onde se melhor relaciona o conceito manejo sustentável⁶⁵.

Entretanto, a conservação florestal proposta nos projetos de MDL apresentam estratégias fracas para suprir as forças motrizes da perda florestal (agropecuária, indústria madeireira, incêndios, urbanização e outros), dificultando o entendimento de desenvolvimento sustentável ligado à conservação. No sentido de suprimento da demanda, os projetos de conservação florestal devem ser combinados com projetos que financiem a agropecuária intensiva nas áreas já utilizadas para estes fins (CHOMITZ, 2000).

Com relação à preocupação ao desequilíbrio entre projetos florestais e energéticos, a definição de proporcionalidade entre estas atividades é justificável, 77,87% dos projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ) estão relacionados

⁶⁵ O manejo sustentável é um conceito relativamente novo. Na teoria é amplamente difundido, promocionalmente muito usado, mas na realidade há poucas experiências comprovadas. Esta teoria é confirmada pelo estudo de RICE *et al.* (2001).

à energia renovável e à eficiência energética e suas emissões evitadas correspondem a 17,41% do total, enquanto os projetos de preservação, reflorestamento ou regeneração correspondem a apenas 9,84% da quantidade total de projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ), porém suas emissões evitadas correspondem a 64,89% dos créditos totais de carbono gerados em todos projetos (CQNUMC, 1999). Haja vista os volumes de GEE envolvidos num pequeno número de projetos, entende-se porque existe tamanho interesse dos investidores estrangeiros nestas atividades, pois com esforços concentrados poderão compensar grandes quantidades de emissões. Tal análise indica a possibilidade de multiplicação dos créditos de carbono no caso da preservação, reflorestamento e regeneração. A captura de gases fugitivos representa a única atividade possível com o mesmo retorno em termos de escala que os projetos que envolvem floretas.

Quanto ao argumento de que apenas a conservação florestal possibilitará a América Latina oferecer projetos para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, não se justifica. Na Tabela 4 observa-se que a América Latina hospedou mais projetos de energia renovável do que projetos de preservação florestal, reflorestamento ou regeneração. Neste sentido, a inclusão da proteção florestal pode criar um fenômeno contrário na América Latina.

Tabela 4 – Resumo de projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ). Número de atividades por tipo e região.

Tipo de Atividade	Região				Total por tipo
	AFR*	ASP**	EIT***	LAC****	
Aflorestamento			1	1	2
Agricultura				2	2
Eficiência energética	3	4	39	3	49
Preservação florestal, reflorestamento ou regeneração		1	2	9	12
Substituição de combustível			6	1	7
Captura de gases fugitivos			3	1	4
Energia renovável	2	4	28	12	46
Total por região	5	9	79	29	122

Obs.: *AFR: África, **ASP: Ásia e Pacífico, ***EIT: Economias em transição, ****LAC: América Latina e Caribe
Fonte: CQNUMC (1999).

Segundo a Tabela 4, a África apresentou poucas iniciativas de projetos piloto das Atividades Implementadas Conjuntamente (AIJ), de onde pode-se concluir que neste continente poucos projetos deverão ser desenvolvidos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Uma análise a ser interessante a ser realizada é o estudo dos fluxos de recursos financeiros por projeto e região, porém não foi possível chegar a

conclusões neste sentido, pois o estudo da CQNUMC (1999) não apresentou os custos dos projetos.

O Dr. Stephan Singer da WWF fez um exercício que exemplifica os riscos que emissões evitadas pela conservação florestal trazem para a integridade ambiental do Protocolo de Quioto foi feito⁶⁶. Na hipótese de Singer, a Amazônia contém um estoque de carbono de cerca de 60 Gt C (sem o carbono orgânico do solo) e as metas de redução do Protocolo de Quioto representam cerca de 700 Mt CO₂ anuais. Assumindo uma linha de base para o desmatamento igual a 50%⁶⁷, teremos 30 Gt C em emissões. Se entre 2008/2012 cerca de 5% desta área for protegida por nações desenvolvidas (1,5 Gt C) e receberem créditos com uma incerteza associada de 50% devido à permanência, vazamentos etc., teremos 0,75 Gt C, ou 2,75 Gt CO₂ em emissões evitadas. Se estes créditos forem divididos em 5 anos (2008-2012), as emissões evitadas de 500 Mt CO₂ serão divididas entre os países desenvolvidos, que deverão reduzir suas emissões em 700 Mt CO₂. Se caso houvesse a de que um projeto similar ocorra na Ásia Tropical, com outras atividades de sumidouros (*i.e.* contabilizarmos o carbono orgânico do solo) pode-se chegar facilmente a 500-1500 Mt CO₂ por ano. Este potencial de créditos seria uma razão que ameaçaria a integridade ambiental do Protocolo de Quioto.

Somando-se a este argumento que a preservação florestal gera na integridade ambiental do Protocolo de Quioto, argumenta-se que os sumidouros no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo irão expandir, não reduzir, as “pegadas” ecológicas das nações industrializadas, tanto espacialmente quanto temporalmente (GREENPEACE, 2000). Nesta análise, as florestas dos países em desenvolvimento passam a ser grandes depósitos de carbono para os grandes consumidores de combustíveis fósseis.

Outra questão séria que envolve o uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura, e conseqüentemente à conservação florestal, é quanto a verificação e mensuração em termos de áreas e dados de biomassa. Segundo NILSSON *et al.* (2001), em nível nacional, as incertezas são consideravelmente grandes para que o LULUCF seja

⁶⁶ Comunicação pessoal via correio eletrônico no dia 06/04/2001.

⁶⁷ Segundo um estudo científico matéria da Revista Veja, em 20 anos cerca de 72% a 95,3% serão desmatados da floresta primária amazônica com a implantação do Programa Avança Brasil da Floresta Amazônica (“Amazônia: Até Quando?”, *Revista Veja*, edição 1676, ano 33, nº 47, 22 de novembro de 2000).

descartado do Protocolo de Quioto⁶⁸. Em nível de projeto, as incertezas podem chegar à $\pm 10\%$ (SR-LULUCF, 2000), porém os benefícios não compensam as debilidades e incertezas associadas ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Cabe lembrar que as incertezas aumentam com o tamanho do projeto, e projetos maiores são os mais atrativos aos investidores, pois os custos dos créditos de carbono são inversamente proporcionais.

O Protocolo de Quioto é um tratado de compromissos na estabilização das emissões dos países do Anexo I e o primeiro passo em direção à estabilização das concentrações de GEE, objetivo final da Convenção do Clima. O LULUCF tem incertezas significativas relacionadas à sua contabilização, enquanto o MDL não é claro na sua efetiva redução global de emissões. Parece que o Protocolo ficou reduzido a um instrumento de criação de um mercado de carbono visando apenas ganhos econômicos, com viabilização de projetos espúrios e permissão de continuidade dos padrões de consumo dos países do Anexo I.

⁶⁸ Notar que ainda assim o LULUCF foi incluído nos compromissos dos países do Anexo I.

3 – ESTUDOS DE CASO

Durante a regulamentação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, as empresas e entidades brasileiras interessadas na conservação florestal se mostraram otimistas em relação às perspectivas do nascente mercado ambiental que começava a ganhar corpo (IVIG, 2000). Tal fato é comprovado a partir das iniciativas no Brasil de conservação no âmbito de créditos carbono (Tabela 5). Nenhuma outra atividade se mobilizou tão ativamente e independentemente com intuito de viabilizar e implantar projetos visando créditos de carbono.

Antes da regulamentação definitiva do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, um dos primeiros projetos brasileiros que visaram créditos de carbono com a conservação florestal foi implantado na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba. Dois outros projetos com florestas também se iniciaram: um na ilha do Bananal (Tocantins) e outro no noroeste do Mato Grosso, como a resume a Tabela 5.

Tabela 5 - Projetos de Conservação Florestal no Brasil.

Executor	TNC&SPVS	ONF&PRONATURA	ECOLÓGICA
<i>Região</i>	Litoral do PR	Noroeste do MT	Ilha do Bananal - TO
<i>Área do projeto</i>	7.000 ha	5.000 ha	263.000 ha
<i>Investidor</i>	CSW	Peugeot	AES Barry Foundation
<i>Investimento</i>	US\$ 5,4 milhões	US\$ 12 milhões	600 mil libras/ 4 anos
<i>Duração</i>	40 anos	40 anos	25 anos
<i>Ações desenvolvidas</i>	• Conservação de 6.300 ha de floresta de Área de Proteção Ambiental (APA) • Reflorestamento de 700 ha de pastos	• Conservação de 7.000 ha de floresta • Reflorestamento de 2.500 ha • Conservação de 500 ha de Área de Proteção Permanente (APP)	• Conservação de 200.000 ha do Parque Nacional do Araguaia e do Parque Estadual do Cantão • Reflorestamento e Regeneração de: 60.000 ha • Agroflorestas: 3.000
<i>Crédito Carbono</i>	1 milhão de ton.	2 milhões de ton.	25 milhões de ton.

Fonte: Elaboração própria.

Antes dos estudos de caso, esta dissertação elaborou uma breve ambientação das florestas brasileiras e a mudança do clima (Seção 3.1). Nas Seções 3.2, 3.3 e 3.4 serão apresentados e avaliados os projetos brasileiros em andamento com os critérios básicos do MDL: emissões evitadas/seqüestradas e desenvolvimento sustentável. A partir dos dados secundários existentes, formulou-se cenários para avaliação da possível efetividade dos projetos. A metodologia varia de caso a caso, sendo explicada em cada análise formulada adotando conceitos de cenários, linha de base, adicionalidade, permanência, vazamentos e desenvolvimento sustentável.

3.1 – AS FLORESTAS BRASILEIRAS E A MUDANÇA DO CLIMA

A indústria madeireira e a agropecuária são as atividades humanas mais ativas na mudança no uso das terras tropicais. Este ciclo não é sustentável aos madeireiros e à agropecuária, pois precisam cada vez mais de florestas tropicais para a exploração da madeira e novas terras, além de fertilizantes para a manutenção das pastagens e plantações, aumentando os custos sociais com perda dos serviços ambientais fornecidos pelas florestas (*i.e.*, proteção dos solos, regulação do micro e macro clima, regularização dos corpos d'água, fronteiras às pragas).

O modelo de exploração de madeira tropical, propulsionado pela economia, parece não enxergar a floresta tropical como um recurso renovável, haja vista as grandes áreas de florestas tropicais que têm sido desmatadas e abandonadas. A economia mundial exige um tempo de retorno de seus investimentos muito menor que o tempo necessário para a regeneração da floresta tropical. Este período é tão curto a ponto de que a exploração da floresta tropical deixa de ser utilizada pelo empreendedor como um recurso renovável. Neste sentido econômico, apenas florestas exóticas de rápido crescimento se enquadram como recurso natural renovável (*i.e.*, eucalipto, pinus).

Novas atividades visam mudar o paradigma da exploração das florestas tropicais. As agroflorestas, a exploração de produtos florestais não madeireiros e o manejo sustentável florestal⁶⁹, entre outros, são atividades minimizam as externalidades do uso e mudança no uso da terra. A conservação florestal e o conceito de desenvolvimento sustentável englobam o uso destas atividades, ao contrário da preservação florestal, pois não limitam o acesso aos recursos naturais, gerando estas atividades alternativas que solucionam a demanda por terras e florestas. A preservação de áreas garante a sua permanência, mas não o seu desenvolvimento sustentável. Neste sentido, a preservação é importante para áreas com grande importância ambiental para a sociedade e sob sérios riscos de danos irreversíveis.

Na avaliação do IBAMA em 2001, a avaliação dos planos de manejo florestal da Amazônia é positiva, pois os empresários do setor madeireiro estariam assimilando as novas tecnologias de exploração racional da floresta. Dos novecentos e vinte e dois

⁶⁹ Entretanto, segundo RICE *et al.* (2001), mesmo com as políticas mundiais de incentivo ao manejo florestal sustentável das florestas tropicais, este modelo não é economicamente viável para a conservação florestal, pois praticamente nenhuma extração madeireira de florestas naturais nos trópicos

planos de manejo florestal sustentável em funcionamento na região, cem deles já são considerados como exploração de baixo impacto (IBAMA, 2001), ou seja, 10% dos agentes que se propõem a usar sustentavelmente a exploração florestal.

O Brasil é reconhecido mundialmente por suas grandes extensões florestais e o povo brasileiro se orgulha de suas florestas, demonstrando grande preocupação com a preservação delas. Paradoxalmente, a perda histórica e presente das áreas florestais brasileiras é grande, bem como vem ocorrendo ou já ocorreu no resto do mundo, inclusive nos países desenvolvidos⁷⁰.

Não é porque outros países devastaram suas florestas que se justifica a devastação das florestas brasileiras, mas como exemplo a não ser seguido. Os mapas da ocupação do solo nos Estados Unidos (RIVM, 2001), que é um exemplo de desenvolvimento econômico, mostram que suas florestas foram intensamente alteradas para outras atividades humanas. Uma estratégia clara de conservação aliada ao desenvolvimento ainda não existe, até por falta de bons exemplos no mundo e poucos no Brasil. Um bom exemplo são pequenos países ou ilhas que aproveitam o turismo ecológico de suas florestas, caso da Costa Rica, mas as escalas florestais são muito reduzidas quando comparadas à Amazônia, por exemplo. Exemplos também se destacam no Brasil, como a utilização de fibra de coco produzida na ilha de Marajó para a confecção de encostos de caminhões e carros da marca Mercedes. Duas florestas brasileiras se destacam neste contexto, a Mata Atlântica e a Amazônia Legal, que são definidas por leis nacionais.

Na tentativa de reduzir a rápida devastação das florestas brasileiras, o governo e a sociedade brasileira têm criado unidades de proteção integral (*i.e.*, parques nacionais, estações ecológicas, reservas biológicas) e unidades de uso sustentável (*i.e.*, áreas de proteção ambiental), todas controladas pelo SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação⁷¹. A Tabela 6 apresenta as áreas totais em hectares dos biomas brasileiros (classificação do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais - IBAMA) e as respectivas áreas de proteção e de uso sustentável.

pode ser considerada sustentável. Este estudo confirma a teoria de que a economia ainda não atribui o valor necessário para que as florestas tropicais funcionem como um recurso renovável.

⁷⁰ Menos de 2% das florestas da União Européia podem ser chamadas de nativas ou primárias. Nos EUA as florestas ocupam 30%, mas excluindo o Alasca, menos de 5% das florestas são primárias (CENTENO, 2001).

⁷¹ Regulamentado pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

Tabela 6 - Unidades de Conservação Federais (UCs) no Brasil por Bioma em hectares.

BIOMA	Área do Bioma	% do total	Uso sustentável *	% do Bioma	Proteção integral**	% do Bioma
Amazônia	368.896.022,37	43,17	19.818.605,70	5,37	13.560.120,91	3,68
Caatinga	73.683.115,53	8,62	1.597.553,44	2,17	504.905,17	0,69
Campos Sulinos	17.137.704,54	2,01	317.015,82	1,85	50.992,75	0,30
Cerrado	196.776.092,28	23,03	966.968,96	0,49	2.632.499,62	1,34
Costeiro	5.056.768,47	0,59	315.055,60	6,23	316.396,17	6,26
Ecótonos Caatinga-Amazônia	14.458.259,63	1,69	1.064.640,28	7,36	6.658,83	0,05
Ecótonos Cerrado-Amazônia	41.400.717,92	4,84	36.127,02	0,09	5.678,78	0,01
Ecótonos Cerrado-Caatinga	11.510.813,00	1,35	15.527,72	0,13	383.732,97	3,33
Mata Atlântica	110.626.617,41	12,95	1.823.262,21	1,65	788.975,59	0,71
Pantanal	13.684.530,26	1,60			75.494,59	0,55
Totais	853.230.641,42	99,85	25.954.756,74		18.325.455,37	
Área não mapeada		1.310.194,36				

Obs.: * áreas onde a exploração e o aproveitamento econômico direto são permitidos, mas de forma planejada e regulamentada.

** Áreas onde estão totalmente restringidos a exploração ou o aproveitamento dos recursos naturais, admitindo-se apenas o aproveitamento indireto dos seus benefícios.

Fonte: IBAMA (2001).

Estudos detalhados com as emissões de carbono devido ao desmatamento das florestas brasileiras são poucos e recentes, bem como estudos que quantifiquem detalhadamente as biomassas florestais, principalmente relacionados com a Mata Atlântica. A falta de dados e inventários nacionais florestais, bem como o monitoramento da mudança do uso da terra são barreiras para estimativas passadas e até presentes. O Projeto RADAMBRASIL foi um projeto realizado em nível nacional que, entre outros objetivos, coletou dados e formou um inventário nacional da cobertura vegetal, mapeando e quantificando a biomassa de várias formações vegetais, desenvolvido no período de 1973-1983.

O monitoramento por sensoriamento remoto tem se destacado no acompanhamento da mudança e uso da terra. No Brasil destaca-se o monitoramento da Mata Atlântica pela SOS Mata Atlântica *et al.* (1998) em nível estadual e SOS Mata Atlântica e INPE (2001) em nível municipal, com séries históricas entre 1500-2000 (*i.e.*, Anexo v). O Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite também tem gerado dados para o

acompanhamento do uso da terra e mudança do uso da terra da Amazônia Legal com séries histórica estaduais desde 1978 até os dias de hoje (INPE, 2001).

3.1.1 – Mata Atlântica

“A exploração da Mata Atlântica vem ocorrendo desde a chegada dos portugueses ao Brasil, cujo interesse primordial era a exploração do pau-brasil. O processo de desmatamento prosseguiu durante os ciclos da cana-de-açúcar, do ouro, da produção de carvão vegetal, da extração de madeira, da plantação de cafezais e pastagens, da produção de papel e celulose, do estabelecimento de assentamentos de colonos, da construção de rodovias e barragens, e de um amplo e intensivo processo de urbanização, com o surgimento das maiores capitais do país, como São Paulo, Rio de Janeiro, e de diversas cidades menores e povoados” (IBAMA, 2001).

Inúmeros são os benefícios, diretos e indiretos, que a Mata Atlântica proporciona a cerca de 110 milhões de brasileiros que nela vivem. “Para citar alguns, protege e regula o fluxo de mananciais hídricos, que abastecem as principais metrópoles e cidades brasileiras, e controla o clima. Além disso, abriga rica e enorme biodiversidade e preserva um inestimável patrimônio histórico-cultural de várias comunidades indígenas, caiçaras, ribeirinhas e quilombolas” (SOS Mata Atlântica *et al.*, 2001).

A Mata Atlântica e seus ecossistemas associados⁷² cobriam originalmente uma área de 1.290.692,46 km², que correspondia à cerca de 15% do território brasileiro espalhados por 17 estados⁷³ (SOS Mata Atlântica *et al.*, 1998). Atualmente menos de 8% da Mata Atlântica permanece intocada, ou seja, 1,2% do território brasileiro (*id.*).

⁷² A totalidade da Floresta Ombrófila Densa, do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte; as Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo; as Florestas Estacionais Semideciduais de Mato Grosso do Sul (vales dos rios da margem direita do rio Paraná), Minas Gerais (vales dos rios Paranaíba, Grande e afluentes), Minas Gerais e Bahia (vales dos rios Paraíba do Sul, Jequitinhonha, rios intermediários e afluentes) e de regiões litorâneas limitadas do Nordeste, contíguas às florestas ombrófilas; Totalidade da Floresta Ombrófila Mista e os enclaves de Araucária nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais; as Formações florísticas associadas (manguezais, vegetação de restingas e das ilhas litorâneas); Enclaves de Cerrados, campos e campos de altitude compreendidos no interior das áreas acima; Matas de topo de morro e de encostas do Nordeste (brejos e chás), particularmente as do Estado do Ceará, com ênfase nas da Serra de Ibiapaba e de Baturité, e nas da Chapada do Araripe; e Formações vegetacionais nativas da Ilha de Fernando de Noronha (IBAMA, 2001).

⁷³ Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito do Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí.

Para destacar a importância da Mata Atlântica no cenário nacional e internacional, “trechos significativos deste conjunto de ecossistemas foram reconhecidos como Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e considerados Sítios Naturais do Patrimônio Mundial da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura). Além disso, foi indicada como Patrimônio Nacional na Constituição Federal de 1988” (SOS Mata Atlântica e INPE, 2001). Conservar estes remanescentes é fundamental; a sociedade brasileira e as comunidades internacionais se mostram muito atentas neste sentido, por exemplo a criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPNs⁷⁴, o programa de fiscalização florestal financiado pelo banco alemão KfW na Serra do Mar Paranaense, PRO-ATLÂNTICA.

Um dos poucos estudos de biomassa da Mata Atlântica está no livro “Emissão x Seqüestro de CO₂: Uma nova oportunidade de negócios para o Brasil”, onde um estudo relata o estado das florestas nos Estados de Minas Gerais e Espírito do Santo (CVRD, 1994). No Estado de Minas Gerais cerca de 50% das florestas remanescentes são constituídas por cerradão e pela caatinga arbórea, com diferentes níveis de produtividade, que são extensivamente utilizados para a produção de carvão, em rotações de 12 anos. As áreas com formações florestais mais densas foram intensivamente exploradas, ou seja, existem áreas em regeneração natural com diferentes idades, assim sendo, o armazenamento médio de carbono para o Estado de Minas Gerais é de 19,9 t C/ha na parte aérea e de 4 t C /ha no sistema radicular. O potencial máximo de seqüestro de carbono pode atingir 38,8 t C /ha na parte aérea e 7,7 t C /ha para raízes, considerando o estado de clímax para a vegetação denominada mata, mata de transição e capoeira e duas rotações de 12 anos para as vegetações de cerradão, cerrado e caatinga arbórea (*id.*).

Para o Estado do Espírito Santo, com a floresta degradada, o armazenamento atual de carbono é de aproximadamente 26,2 t C /ha na parte aérea e 5,8 t C /ha nas raízes (CVRD, 1994). Na condição clímax, estes valores corresponderiam a 49,74 t C /ha na parte aérea e 9,9 t C /ha nas raízes. Estimasse que as florestas com maior rendimento, nos Estados de Minas e Espírito possam armazenar aproximadamente 54,7 t c /ha na parte aérea e 10,9 t c /ha nas raízes (*id.*).

⁷⁴ RPPNs são iniciativas particulares que se comprometem com a proteção permanente dos seus recursos naturais. Em troca têm a redução dos impostos territoriais, previstas pelo Decreto Federal nº 98.914/90 (IBAMA, 2001).

Dois estudos brasileiros se destacam na quantificação da biomassa das florestas da Mata Atlântica. De acordo com TANIZAKI (2000), uma floresta do domínio da Mata Atlântica com 40 anos de idade tem 100 t C /ha na parte aérea, enquanto uma floresta com 70 anos de idade tem 200 t C /ha⁷⁵ na parte aérea com taxas de incorporação de biomassa variando entre 1,5 – 4,7 t C /ha.ano . De acordo com CLEVERÁRIO *et al.* (1998), a biomassa na Floresta de Tijuca é 200 t C /ha com 100 anos de idade.

Diante da preocupação de preservar a Mata Atlântica, o projeto Ação Contra o Aquecimento Global (estudado na Seção 3.2) foi estabelecido com o intuito de conservar 7.000 hectares da Mata Atlântica paranaense, no Município de Guaraqueçaba, com recursos de uma empresa elétrica norte-americana CSW, da ONG ambientalista brasileira SPVS e da ONG ambientalista americana TNC. A novidade deste projeto em relação às iniciativas anteriores é alavancar a criação de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural na hipótese de compensar emissões de gases causadores do efeito estufa. O projeto será estudado na Seção 3.2.

Tabela 7 – Lista de Reservas Particular do Patrimônio Natural no Estado do Paraná.

<i>Nome da Reserva</i>	Município	Área (ha)	Portaria	Proprietário
FAZENDA BARRA MANSA	Arapoti	900,00	93/91-N	INPACEL S/A
FAZENDA ALEGRETE	Palmeira	153,17	070/94-N	Cid Mendes
SALTO MORATO	Guaraqueçaba	819,18	132/94-N	Fundação o Boticário
FAZENDA PRIMAVERA	Tibagi	400,00	83/97-N	Consuelo G. Pinto e Miton da M. pinto

Fonte: IBAMA (2001).

⁷⁵ Método utilizado foi de amostragem direta, utilizando-se medidas de volume de madeira com equações alométricas da Amazônia.

3.1.2 – Amazônia Legal

A Amazônia Legal é a floresta brasileira que mais tem destaque internacional e nacional. Cerca de 74% da Amazônia Legal é coberta pela floresta Amazônica, que ocupa 3.300.000 km² (IBAMA, 2001). A floresta Amazônica é a maior floresta tropical do mundo, com 1/3 das reservas de florestas tropicais úmidas e o maior banco genético do planeta. A Amazônia Legal vem sendo desmatada rapidamente e insustentavelmente, pois a maior parte dos solos de terra-firme são ácidos e de baixa fertilidade natural não sendo adequados ao uso de pastos e plantações. Além da umidade excessiva que favorece extraordinariamente o desenvolvimento de pragas e doenças. O excesso de chuvas e os solos encharcados, especialmente no Estado do Amazonas, impõem uma barreira natural ao desenvolvimento da agricultura. A combinação desses fatores torna a agricultura, do ponto de vista econômico, extremamente desvantajosa e, em muitos casos, inviável na Amazônia (IPAM, 2001).

Ao contrário da Mata Atlântica que vem sendo intensamente antropizada desde a chegada dos colonizadores europeus, a ocupação intensa da Amazônia iniciou-se depois do fim da II Guerra Mundial. Um novo período iniciou com as políticas, principalmente no Brasil, visando o desenvolvimento agrícola e o assentamento de imigrantes, oriundos de regiões densamente povoadas e/ou carentes. Cerca de 17 milhões de pessoas vivem na Amazônia, 62% da população vive na zona urbana e 38% na zona rural (INPA, 2001). Atualmente estima-se que cerca de 90% das terras da Amazônia legal se encontra praticamente inalterada, outros 10% foram intensamente antropizados pela agropecuária, assentamentos humanos ou estão sob a forma de terras abandonadas.

As florestas Amazônicas são classificadas como: (a) campinaranas, (b) florestas estacionais decíduais e semidecíduais, (c) florestas ombrófilas abertas, (d) florestas ombrófilas densas, (e) formações pioneiras, (f) refúgios montanos e; (g) savanas amazônicas (IBAMA, 2001). De acordo com o IBAMA (*ibid.*), a floresta Amazônica também pode ser dividida em:

1. Matas de terra firme, situadas em terras altas, distantes dos rios, sujeitas a alterações; formadas por árvores alongadas e finas, apresentando espécies como a castanha-do-pará, o cacaueiro e as palmeiras e possuem grande quantidade de espécies de madeira de alto valor econômico.

2. Matas de Várzea, são próprias das áreas periodicamente inundadas pelas cheias dos rios, apresentando maior variedade de espécies, com destaque para o habitat da seringueira e das palmáceas.
3. Matas de Igapós, situam-se em áreas baixas, próximas ao leito dos rios, permanecendo inundadas durante quase o ano todo; as árvores são altas, com raízes adaptadas às regiões alagadas. A vitória-régia é muito comum nestas matas.

A Amazônia Legal é maior que toda Europa (Figura 5), enquanto tem 2,1% de sua população. O desenvolvimento econômico e o crescimento demográfico caminham juntos, porém a recíproca não é verdadeira. Com o desenvolvimento da região, a mudança do uso do solo será inevitável e a pressão sobre as florestas se acentuará na forma da mudança do uso da terra. Se a Amazônia se desenvolver como o modelo norte-americano de uso do solo, onde restam menos de 5% de matas nativas, exceto Alasca (CENTENO, 2001), ou como foi a ocupação da Mata Atlântica, onde restam menos de 8% (IBAMA, 2001), em breve pouco restará deste patrimônio natural.

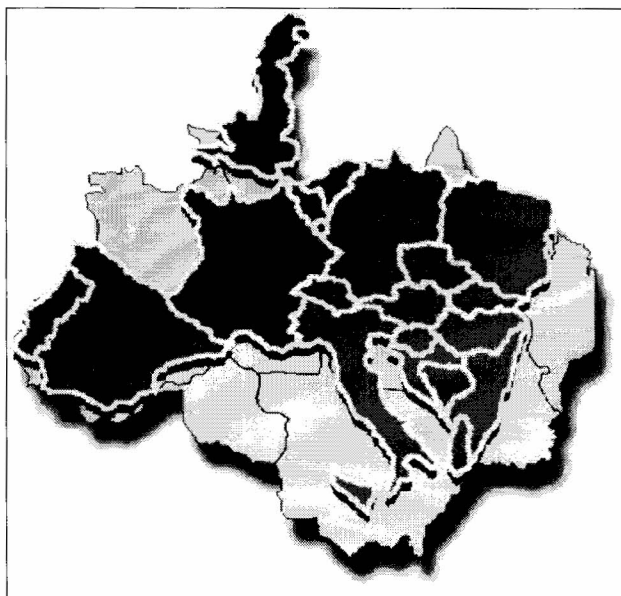


Figura 5 – Europa Ocidental relativa à Amazônia Brasileira (Fonte: INPE, 2001).

O desmatamento está vinculado à construção de estradas e mudança no uso da terra para agricultura e pecuária, e pouco ao crescimento populacional, 86% das áreas desmatadas estão num raio de 100 Km das principais estradas (NOBRE, 2000). A taxa média de desmatamento entre 1988 e 1999 na Amazônia foi de 20.000 km²/ano, totalizando uma área desmatada de cerca de 570.000 Km² até 1999, cerca de 12% da Amazônia Legal (INPE, 2001).

Tabela 8 - Extensão do desmatamento acumulado na Amazônia Legal (km²) de janeiro de 1978 a agosto de 1999.

Estados da Amazônia	Jan 78	Abr 88	Ago 89	Ago 90	Ago 91	Ago 92	Ago 94	Ago 95	Ago 96	Ago 97	Ago 98	Ago 99
Acre	2.500	8.900	9.800	10.300	10.700	11.100	12.064	13.306	13.742	14.203	14.714	15.136
Amapá	200	800	1.000	1.300	1.700	1.736	1.736	1.782	1.782	1.846	1.962	1.963
Amazonas	1.700	19.700	21.700	22.200	23.200	23.999	24.739	2.629	27.434	28.140	28.866	29.616
Maranhão	63.900	90.800	92.300	93.400	94.100	95.235	95.979	97.761	99.338	99.789	100.590	102.326
Mato Grosso	20.000	71.500	79.600	83.400	86.500	91.174	103.614	112.150	119.141	125.023	131.808	137.610
Pará	564.400	131.500	139.300	144.200	148.000	151.787	160.355	169.007	176.138	181.225	188.372	194.619
Rondônia	4.200	30.000	31.800	33.500	34.600	36.865	42.055	46.152	48.648	50.529	53.275	55.274
Roraima	100	2.700	3.600	3.800	4.200	4.481	4.961	5.124	5.361	5.563	5.791	6.112
Tocantins	3.200	21.600	22.300	22.900	23.400	23.809	24.475	25.142	25.483	25.768	26.404	26.613
Amazônia Brasileira	152.200	377.500	401.400	415.200	426.400	440.186	469.978	497.055	517.069	532.086	551.782	569.269

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Aeroespaciais (INPE, 2001).

Analisando as áreas com Unidades de Conservação, as taxas de desmatamento e os remanescentes florestais, notamos que a proteção florestal não evita a mudança no uso da terra, ou seja o desmatamento. Pode-se afirmar que áreas florestais preservadas não estão diminuindo as taxas de desmatamento. Somando-se a estes problemas, o desmatamento está à mercê de políticas públicas mutáveis. Cabe destacar um exemplo atual, a discussão no congresso nacional e a forte reação da sociedade brasileira contra um projeto de lei que propõe mudar o Código Florestal Brasileiro, onde é obrigatória a reserva legal de 80% das áreas e o manejo florestal das propriedades na Amazônia Legal. A proposta de mudança é a diminuição de 80% para 50% de reservas privadas.

Este panorama gera preocupação contra o desmatamento em todos os níveis. Pode-se citar dois exemplos que ilustram a atenção da imprensa nacional e internacional, tanto em termos de desmatamento, de políticas públicas florestais e de mitigação da mudança do clima. O primeiro exemplo é da Revista Veja⁷⁶, que cita um estudo

⁷⁶ "Amazônia: Até Quando?", Revista Veja, edição 1676, ano 33, nº 47, 22 de novembro de 2000.

científico, onde serão desmatados de 72% a 95,3% da floresta primária amazônica com a implantação do Programa Avança Brasil da Floresta Amazônica⁷⁷, em 20 anos.

Um segundo exemplo da preocupação da mídia quanto ao desmatamento, é um artigo do Jornal Folha de São Paulo⁷⁸, que cita um estudo da Revista Nature⁷⁹, onde a Floresta Amazônica continuará contribuindo para atenuar o efeito estufa por pelo menos um século. O enfoque do estudo da Revista Nature é econômico, visualizando um possível mercado de carbono e a Amazônia. Se cada tonelada de carbono absorvida pela floresta valesse US\$ 10, a floresta amazônica poderia gerar um rendimento de até US\$ 2 bilhões a US\$ 3 bilhões por ano.

O potencial líquido de emissão de CO₂ através da conversão de toda a floresta amazônica em outra paisagem que a substitua é muito alto: 77 Gton C (SBPC, 2000). As quantidades de biomassa por hectare na Amazônia têm grandes variações. Geralmente se quantifica a biomassa de um determinado trecho ou amostras e se extrapola para grandes áreas, gerando incertezas num bioma complexo e extenso. O estudo da CVRD (1994) resume alguns estudos de biomassa na Amazônia variando entre 77 t C /ha a 214 t C /ha.

Utilizando técnicas de medidas de fluxo turbulento ("eddy flux") na Amazônia Brasileira, o LBA – Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia, consórcio entre o Brasil e governos estrangeiros, tem realizado estudos dos fluxos de carbono sobre a Amazônia e cita que algumas regiões da Amazônia absorvem até 5 t C /ano.ha⁸⁰. Um estudo de médio prazo no sudeste da Amazônia em 1993, também estimou que as florestas correspondem a um sumidouro de carbono de 1 t C /ha.ano (GRACE *et al.*, 1995). Um estudo de um ano de duração estimou que a Amazônia Central seqüestra cerca de 5,9 t C /ha.ano (MALHI *et al.*, 1998). O estudo de SANTOS (1999), analisou os fluxos de CO₂ para dois lugares da Amazônia (Manaus, Amazonas e Ji-Paraná, Rondônia), verificando que a floresta é um sumidouro de dióxido de carbono. Outra característica importante revelada pelo estudo

⁷⁷ O Programa Avança Brasil é um programa de planejamento governamental de desenvolvimento social, econômico e ambiental, plurianual que estabelece metas e objetivos no curto e médio prazo à ações do Estado Brasileiro.

⁷⁸ Folha de São Paulo, 22/03/2001.

⁷⁹ Revista internacional que publica artigos científicos, de janeiro de 2001.

⁸⁰ Página da Internet no endereço http://daacl.esd.ornl.gov/lba_cpctec/documentos/verdemar.htm, visitada em março de 2001.

é que o tempo de absorção do CO₂ na fotossíntese é duas vezes mais rápido que o tempo de liberação do CO₂ durante a respiração. Tais resultados são surpreendentes, porém cabe destacar que o estudo teve uma janela temporal de análise de 10 dias, sendo um período muito curto para conclusões sobre o balanço líquido do carbono nas florestas maduras. Este estudo fez parte do LBA que vem continuamente monitorando os fluxos de carbono na Amazônia. Existem preocupações de que as técnicas micrometeorológicas possam não estar medindo todo o CO₂ liberado durante a noite pelas florestas e, por isto, pode superestimar os sumidouros de carbono (MALHI e GRACE, 2000). Outra possibilidade é que perdas de carbono da floresta podem ocorrer em formas não medidas, como emissões de outros gases de hidrocarbonetos ou carbono dissolvido nas águas subterrâneas (*id.*).

Existem muitos aspectos biogeoquímicos do ciclo de carbono na Amazônia que necessitam ser entendido para explicar os mecanismos que fazem com que aparentemente a floresta comporte-se como sumidouro, *i.e.*, fertilização de CO₂, recuperação de perdas passadas, bem como o impacto do aquecimento global nas florestas Amazônicas acelerando a taxa de decomposição da matéria orgânica, alterando sua participação de sumidouro para uma fonte de CO₂ (SBPC, 2000). Em resumo, o balanço de evidências impede que seja descartada a possibilidade de que a floresta Amazônica esteja funcionando como um sumidouro de carbono atmosférico, contudo pode-se afirmar que este sumidouro deverá saturar em algum momento.

As emissões anuais brutas de carbono devidas ao desmatamento e queimadas da Amazônia são da ordem de $200 \pm 100 \text{ Mt C /ano}$ na década de 1990 (HOUGHTON *et al.*, 2000). Os pastos abandonados na Amazônia absorvem CO₂ atmosféricos na sua regeneração como florestas secundárias. Cálculos indicam que no ano de 1990 a área total de 410.000 km² desmatada absorveu cerca de 29 Mt C, com uma taxa de $0,7 \text{ t C} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$, enquanto 27 Mt C foram lançados para o reservatório atmosférico, ou seja, uma absorção líquida de 0,5% (FEARNSIDE e GUIMARÃES, 1996). Neste sentido a Amazônia não é uma fonte de carbono líquida, apesar de lançar grandes quantidades anuais. Medidas de redução do desmatamento viriam a aumentar estas absorções líquidas de carbono.

O professor Carlos Nobre do INPE (NOBRE, 2000) elaborou uma hipótese para compensar as emissões anuais do desmatamento na Amazônia com reflorestamento. Nesta hipótese seria necessário reflorestar cerca de 70% das áreas desmatadas até

1999, pois: (a) as emissões devido ao desmatamento na Amazônia são de $200 \text{ Mt C} \times \text{ano}^{-1}$; (b) cada hectare de reflorestamento absorve cerca de $5 \text{ t C} \times \text{ano}^{-1} \times \text{ha}^{-1}$ e; (c) o desmatamento acumulado na Amazônia até 1999 foi de 569.869 km^2 (INPE, 2001), logo, será necessário reflorestar cerca de 400.000 km^2 ($200 \text{ Mt C} / 5 \text{ t C} \times \text{ano}^{-1} \times \text{ha}^{-1} = 40.000.000 \text{ ha} / \text{ano}$).

Pode-se elaborar esta hipótese com a seguinte proposta, reduzir as emissões em 5% ($10 \text{ Mt C} \times \text{ano}^{-1}$) com o reflorestamento de 20.000 km^2 anuais ($10.000.000 \text{ t C} / 5 \text{ t C} \times \text{ano}^{-1} \times \text{ha}^{-1} = 2.000.000 \text{ ha} \times \text{ano}^{-1}$). No mesmo sentido de redução das emissões, considerando que $0,7 \text{ t C} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ são absorvidas pelas áreas desmatadas (FEARNSIDE e GUIMARÃES, 1996), pode-se gerar atividades induzam a regeneração⁸¹ de 142.857 Km^2 de áreas desmatadas, sem alterar o uso da terra, compensando 5% das emissões da Amazônia ($10 \text{ Mt C} \times \text{ano}^{-1} / 0,7 \text{ t C} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$). De fato, uma estimativa conservadora do Censo Agropecuário do IBGE de 1995-1996 revela que um quinto das áreas alteradas está abandonado, isto é, mais que 165 mil km^2 ⁸².

Outra hipótese seria a redução de 5% das emissões anuais do desmatamento do desflorestamento da Amazônia, reduzindo em 47.620 ha anualmente, gerando $10 \text{ Mt C} / \text{ano}$, pois: (a) as emissões anuais são $200 \text{ Mt C} / \text{ano}$; (b) a biomassa média das florestas é de $210 \text{ t C} / \text{ha}$; (c) as emissões forem reduzidas em 5 % ($10 \text{ Mt C} \times \text{ano}^{-1}$), será necessário diminuir o desmatamento em 47.620 ha ($10 \text{ Mt C} \times \text{ano}^{-1} / 210 \text{ t C} \times \text{ha}^{-1}$). Cabe destacar que todas as hipóteses acima são exercícios, uma vez que a mudança do uso da terra na Amazônia tem fatores sócio-econômicos complexos. Anualmente enormes extensões na Amazônia são desmatadas para dar lugar, principalmente, à agricultura de subsistência e à pecuária extensiva.

Tendo em vista as emissões de carbono do desmatamento da Amazônia, as altas taxas de desmatamento do Estado do Mato Grosso (Tabela 8) e a sua ocupação na Figura 6, o Projeto Poço de Carbono foi estabelecido com o intuito “capturar” 2 milhões de toneladas de créditos de carbono no extremo nordeste do Estado, com recursos da montadora de carros Peugeot e implantado pela ONG ambientalista brasileira Instituto Pró-Natura (Seção 3.3).

⁸¹ Cabe destacar que tal modalidade já é aceita nas definições da Seção 2.2.

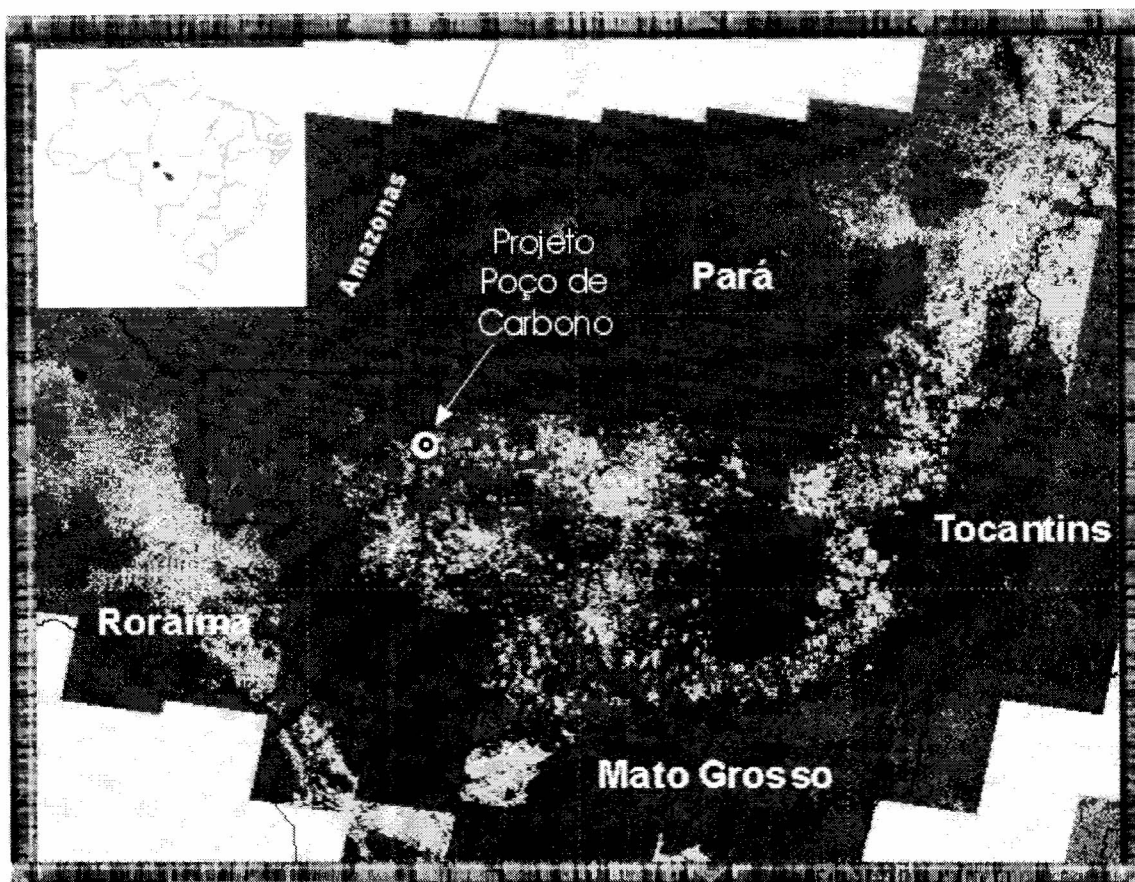


Figura 6 – O ponto marcado no noroeste do Estado do Mato Grosso é a localização do Projeto Poço de Carbone. Notar que se encontra em uma área com pressão antrópica que deve se intensificar, no meio do arco de desmatamento da Floresta Amazônica (áreas em amarelo são os desmatamentos). Fonte: Elaboração própria a partir do banco de imagens MOSAICO (2001) e IBAMA (2001).

Outra importante área da Amazônia Legal é o corredor Ecológico Araguaia-Bananal, que abrange 10 milhões de ha dos estados de GO, TO, MT, PA, em 36 municípios da região da ilha do Bananal e bacia dos rios Araguaia e Cristalino. Por ser uma área de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, apresenta alta diversidade de fauna e flora, sendo considerada pela Convenção Ramsar, em 1993, uma das sete zonas úmidas do Brasil de importância internacional. É um corredor composto pelas seguintes áreas protegidas: Parque Nacional do Araguaia, Área de Proteção Ambiental Meandros do Rio Araguaia, Parque Estadual do Cantão, duas APAs estaduais e quatro reservas indígenas (IBAMA, 2001).

A área do corredor foi considerada como altamente prioritária para a conservação da biodiversidade, com base em estudos realizados para o bioma Cerrado e Amazônia.

⁸² Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon) e Banco Mundial, 2000. Amazônia Florestal: oportunidades para uma economia sustentável. *Série Parceria*, No 01, 82 p. Brasília, citado por

Objetiva conservar estes ecossistemas e contribuir para a implementação de um modelo de desenvolvimento sustentável para a região, por meio de planejamento e de ações implementadas por todos os associados ao projeto. Estão sendo desenvolvidas ações de conservação, ordenamento da pesca e do turismo, educação ambiental e sanitária (IBAMA, 2001).

No sentido de agregar esforços de conservação do corredor Ecológico Araguaia Bananal, o Projeto de Seqüestro de Carbono da Ilha do Bananal e seu Entorno se destaca pelo pioneirismo no sentido científico e social da conservação florestal, visando o monitoramento dos estoques e fluxos de carbono do cerrado e de floresta amazônica (Seção 3.4).

Antes do estudo dos 3 casos brasileiros de conservação florestal, a próxima seção irá apresentar a posição do governo brasileiro, da SBPC e de dois manifestos brasileiros quanto à inclusão da conservação florestal antes da regulamentação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

3.1.3 – As Posições Brasileiras sobre a Conservação Florestal no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

Nesta seção serão estudadas 4 posições brasileiras a respeito da inclusão de florestas no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: a posição oficial do governo, a posição da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência e dois manifestos.

A posição do governo brasileiro⁸³ reconhece que os seguintes argumentos para a inclusão da conservação florestal no MDL têm méritos: (a) evita futuros desmatamentos; (b) contribui para a preservação dos mananciais hídricos; (c) contribui para a preservação e desenvolvimento de biodiversidade e (d) permite a criação de atividades e, conseqüentemente, emprego e remuneração para comunidade isoladas, em especial povos indígenas. Entretanto, na posição do governo, sob o ponto de vista estrito da atmosfera, ou ainda da Convenção do Clima, o fato de se conservar uma floresta existente não contribui para mitigar o efeito estufa, ou em outras palavras, tornar a mudança do clima menos severa. Não há variação na concentração de

SBPC (2000).

⁸³ O texto com a Posição Brasileira foi retirado do endereço www.mct.gov.br/clima, em maio de 2001.

nenhum gás de efeito estufa na atmosfera pelo simples fato de cercar uma floresta e, supostamente, impedir que ela seja devastada.

Na posição do governo brasileiro, quanto ao argumento que ao se proteger a floresta estar-se-ia evitando eventuais futuros desmatamentos e, portanto, estar-se-ia reduzindo emissões potenciais futuras deve-se lembrar que não há como garantir que devido à proteção da floresta o desmatamento não ocorrerá no futuro ou, ainda que, haveria desmatamento durante o período de proteção da floresta subentendido no período subjacente ao projeto.

Ainda em relação à conservação de florestas, na posição do governo há quatro importantes aspectos a se considerar:

1. De acordo com o Artigo 4, parágrafo 1 da Convenção sobre Mudança do Clima todos os países signatários têm o compromisso "promover a gestão sustentável, bem como promover e cooperar na conservação e fortalecimento, conforme o caso de sumidouros e reservatórios de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, incluindo a biomassa, as florestas e os oceanos, como também outros ecossistemas terrestres, costeiros e marinhos". De acordo com a Convenção a conservação ou proteção de florestas já é uma obrigação dos países;
2. Uma vez que do ponto de vista da atmosfera não há absorção de carbono pelo fato de cercarmos uma floresta, a eventual elegibilidade de um projeto deste tipo ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo exigiria a certificação de redução de emissões hipotéticas (eventual desmatamento futuro) ou seja a certificação referir-se-ia a uma linha de base hipotética de desmatamento futuro. Portanto, não se estaria certificando nenhum seqüestro real de carbono, mas seqüestros hipotéticos (reais ou imaginários?) futuros. Além do mais, como podemos afirmar que esta é uma atividade antrópica para mitigação quando os gastos para manter este possível sumidouro resumem-se a cercar uma área?

3. Protocolo de Quioto tem como referência, para o estabelecimento das metas acordadas de redução, as emissões antrópicas líquidas de gases de efeito estufa de 1990. O fato de considerarmos como candidatos a projetos de redução de emissões "conservação de florestas" implica que estamos considerando, além de atividades antrópicas, reduções hipotéticas de emissões no caso de conservação de florestas tropicais nativas ou sumidouros naturais no caso de florestas boreais. A meta estabelecida em Quioto de redução de 5% sobre os níveis de emissão antrópica de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal em 1990 dos Países do Anexo I da Convenção, considerando que o nível de emissão dos países do Anexo I projetado para 2010 corresponde a cerca de 15% acima dos níveis de 1990 corresponderá a um esforço de redução de emissões líquidas da ordem de 900 milhões de t C /ano. Em decorrência destes números, a consideração de sumidouros naturais ou reduções hipotéticas como parte dos mecanismos de flexibilização do Protocolo implica tornar nulo para todos os efeitos o Protocolo de Quioto, pois as possíveis atividades de sumidouro caso considerem as florestas nativas serão de magnitude pelo menos duas vezes maior que as metas de redução acordadas em Quioto.
4. Não há como se garantir que um projeto de preservação de florestas evite o desflorestamento. Primeiramente, seria necessário uma rigorosa fiscalização da área, e, ainda que isso seja feito de forma eficiente, é uma tarefa praticamente impossível evitar queimadas, tanto provocadas pelo homem, quanto por causas naturais. Além do mais, ainda que se consiga preservar uma área, não se pode garantir que o entorno da mesma seja desmatado, sendo que este entorno pode, inclusive, envolver países vizinhos.

O governo brasileiro afirma que não é contra que florestas sejam consideradas como atividades que contribuem para tornar a mudança de clima menos severa, porém afirma que há diversas situações diferentes a considerar. Conforme exposto anteriormente, as atividades antrópicas que exigem investimentos expressivos e que efetivamente reduzem a concentração atmosférica de dióxido de carbono (reflorestamento e estabelecimento de novas florestas) podem e devem ser consideradas como projetos elegíveis para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e para as metas de reduções e limitações de emissões dos países do Anexo B do Protocolo de Quioto.

Na posição do governo brasileiro entretanto, projetos que impliquem considerar florestas nativas (seja mediante o propósito de manejo ou conservação), mas que não contribuam para a redução da concentração de CO₂ da atmosfera não devem ser permitidos ou elegíveis nos mecanismos sob o Protocolo, mesmo que, sob diversos pontos de vistas, estes projetos tenham mérito. Este mérito, conforme o caso, deve ser avaliado e reconhecido em cada foro em que seja pertinente e não no âmbito da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

Assim, a posição do governo brasileiro reconhece que há necessidade para o estabelecimento de critérios de elegibilidade de projetos passíveis de certificação no âmbito do MDL, necessário é que haja uma compatibilização das prioridades nacionais de desenvolvimento com a visão de uma real mitigação da mudança do clima.

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, instituição independente de cientistas, elaborou o documento “Primeiro Relatório da Comissão de Mudanças Climáticas – SBPC⁸⁴”, onde reconhece que existem posições diferenciadas em debate e grupos que se articulam com visões e interesses diferentes (SBPC, 2000). Contudo, devido à importância de ratificar o Protocolo de Quioto em nível mundial, há necessidade de apoio interno à posição do Brasil, no sentido de exigir dos países industrializados reduzam suas emissões.

Segundo o relatório da SBPC (2000), o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo foi uma vitória, mas há tentativas de reduzi-lo a um mero mecanismo para os países desenvolvidos obterem créditos por abatimentos de emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE) no Brasil. Este relatório ainda afirma que é preocupante a possibilidade de que o MDL não traga nenhum ganho. Ao contrário, poderá trazer prejuízos irreversíveis ao futuro do país, se decisões equivocadas forem tomadas.

O relatório da SBPC (2000) afirma que o incentivo ao extrativismo e exploração madeireira sustentáveis parecem ser a melhor forma para manter a floresta em pé e ao mesmo tempo reduzir as emissões de GEE e com uma pequena contribuição direta para o seqüestro de carbono, porém com uma enorme contribuição indireta ao reduzir o desmatamento. Um aspecto fundamental desta proposta refere-se ao impacto social dado que as avaliações do potencial econômico de grandes partes da floresta tropical indicam ser o extrativismo a atividade mais rentável.

O documento⁸⁵ “Manifestação da Sociedade Civil Brasileira sobre as Relações entre Florestas e Mudanças Climáticas e as Expectativas para a COP-6” (ver Anexo ii)

⁸⁴ Assinam: professores Luiz Pinguelli Rosa – IVIG/COPPE, José Goldemberg – IEE/USP, Carlos Afonso Nobre – INPE, Pedro Leite da Silva Dias – IEA/USP e Maurício Tiommo Tolmasquim – PPE/UFRJ.

⁸⁵ Assinaram Institucionalmente: Amigos da Terra - Amazônia Brasileira, CNS - Conselho Nacional dos Seringueiros, COIAB - Coordenação das Organizações Indígenas da Amazônia Brasileira, CPT-MT - Comissão Pastoral da Terra do Mato Grosso, FASE – MT, Federação de Órgãos para Assistência Social e Educação do Mato Grosso, FETAGRI - Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado do Pará, FORMAD - Fórum Matogrossense de Meio Ambiente e Desenvolvimento, GTA - Grupo de Trabalho Amazônico, ICV - Instituto Centro de Vida, IMAZON - Instituto de Meio Ambiente da Amazônia, IPAM -

reconhece as dificuldades nas questões relativas aos vazamentos, permanência, adicionalidade e verificação dos projetos florestais e energéticos no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, além de reconhecer que projetos que envolvam florestas nativas demandam critérios mais complexos para a definição de linhas de base. No sentido de mitigação da mudança do clima, este documento afirma que o veto específico a projetos com florestas no MDL desconsidera a importância que elas têm para o equilíbrio climático, seja na sua capacidade de seqüestro de carbono, seja nas suas emissões oriundas do desmatamento e queimadas. Segundo o documento do Anexo ii, as florestas nativas constituem o principal elemento estratégico para que muitos países em desenvolvimento e o Brasil possam participar dos esforços internacionais para a redução das emissões de GEE. Esta manifestação afirma que a posição oficial brasileira é incoerente, apesar de sua importância na criação do MDL, “frente à sua não objeção a elegibilidade de projetos que envolvam energia nuclear e plantação de florestas homogêneas” (Anexo ii).

Ao contrário das ONGs que assinaram a “Declaração de ONGs Brasileiras sobre Florestas e Mudanças do Clima no âmbito do MDL do PQ”, as ONGs que assinaram a “Manifestação da Sociedade Civil Brasileira sobre as Relações entre Florestas e Mudanças Climáticas e as Expectativas para a COP-6” defendem a inclusão de florestas nativas no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, “desde que subordinados aos princípios de adicionalidade, transparência, controle de fugas, verificabilidade dos resultados e demais regras e controles que venham a ser defendidos”. Como visto durante esta tese todos estes conceitos são recentes e pouca literatura científica ou exemplos práticos existem, tornado a questão mais complicada do que parece.

As ONGs que assinaram a “Declaração de ONGs Brasileiras sobre Florestas e Mudanças do Clima no âmbito do MDL do PQ” (Anexo iii) afirmaram entender que o debate sobre a inclusão de florestas nativas como sorvedouros de carbono no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo tem o efeito de desviar a atenção sobre a mudança de padrão de consumo de combustíveis fósseis, além de que a conservação de florestas e o desenvolvimento sustentável é obrigação de todos países, independentemente dos compromissos da CQNUMC, e que a responsabilidade dos governos não deve ser diluída frente às oportunidades de cooperação internacional para a conservação. “Por outro lado, também não podem ser diluídas ou distorcidas as

responsabilidades e compromissos dos países industrializados, que no âmbito da Convenção Quadro de Mudança de Clima (CQNUMC) e de seu Protocolo de Quioto (PQ), de reduzir efetivamente suas emissões de gases de efeito estufa. Tais países deveriam estar implantando em seus territórios as medidas necessárias para tais reduções, que só serão obtidas com alterações significativas nos modos de consumo e produção intensivos em combustíveis fósseis” (Anexo iii).

Logo as ONGs⁸⁶ que assinam a “*Declaração de ONGs Brasileiras sobre Florestas e Mudanças do Clima no âmbito do MDL do PQ*” entendem que a conservação de florestas “não deve ser objeto de barganha para a obtenção de recursos externos para as políticas domésticas de meio ambiente e desenvolvimento sustentável, e nem devem escamotear a responsabilidade dos países industrializados na redução efetiva e absoluta de suas emissões em seus territórios nacionais. Os mecanismos do Protocolo de Quioto devem estabelecer medidas e regras que garantam substancial ação doméstica das emissões de gases de efeito estufa” (Anexo iii).

3.2 – AÇÃO CONTRA O AQUECIMENTO GLOBAL – SPVS/TNC/CSW⁸⁷

3.2.1 – Apresentação do projeto

O Projeto Ação Contra o Aquecimento Global é um projeto piloto de conservação florestal financiado pela empresa de energia elétrica texana *Central and South West Corporation* (CSW) em parceria com a *The Nature Conservancy* (TNC), ONG norte-americana ambientalista fundada em 1951, e *Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental* (SPVS), ONG brasileira ambientalista e de educação ambiental fundada em 1982. O projeto é um exemplo brasileiro do empenho de diferentes interesses que visavam créditos de carbono via a conservação florestal no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, apesar da posição oficial brasileira de não endossar tal modalidade de projeto. Cabe lembrar que durante a implantação do projeto ainda não estava definido se créditos de carbono provenientes da conservação florestal seriam aceitos no MDL.

⁸⁶ Não se teve acesso à lista dos assinantes.

⁸⁷ Capítulo baseado em MUYLAERT e CAMPOS (2000).

A SPVS, executora do projeto Ação contra o Aquecimento Global, vem trabalhando na região da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba⁸⁸, litoral do Paraná, há quase dez anos em atividades de conservação e educação ambiental. A CSW está financiando US\$ 5,4 milhões para a proteção, recuperação, reflorestamento e gerenciamento de 7.000 ha de terras no Brasil durante 40 anos, prevendo um milhão de toneladas de créditos de carbono (1.000.000 t C). As terras adquiridas em nome da SPVS, como Reserva Natural Serra do Itaqui (Figura 7), serão registradas como *Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN*, categoria prevista pelo *Decreto Federal nº 98.914/90*.

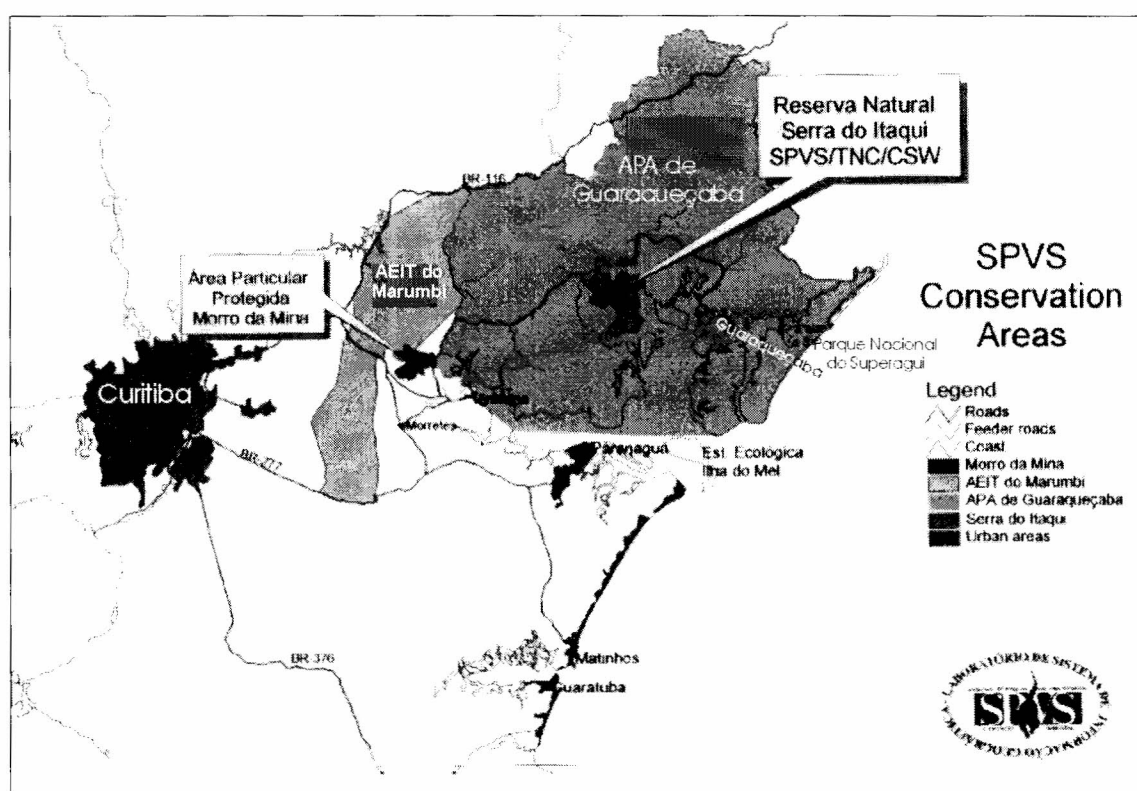


Figura 7 – Localização da Reserva Natural Serra do Itaqui (Fonte: fotocópia e adaptado de SPVS, (2000)).

De acordo com o BNDES (1999), estima-se que o preço da tonelada do carbono seja de US\$ 10, logo a CSW poderia vir a receber US\$ 10 milhões (1.000.000 t C × US\$ 10 /t C) em créditos de carbono. Pode-se observar que as empresas de energia elétrica visam investir em projetos de créditos de carbono não energéticos, tais como a conservação.

⁸⁸ A APA de Guaraqueçaba foi criada em 1985 pelo Decreto n.º 90.883 de 31.01.1985, com 283.014 ha (IBAMA, 2001).

O projeto possui cinco componentes básicos: a) o gerenciamento operacional; b) a restauração florestal, em especial nas áreas de planície e início de encosta, anteriormente utilizadas para pastagens; c) o desenvolvimento sustentável no meio rural, buscando encontrar alternativas viáveis de renda para as populações do entorno; d) controle de vazamentos de carbono, visando não transferir quaisquer atividades danosas ao meio ambiente anteriormente praticadas nas terras adquiridas pela SPVS para outras áreas; e) monitoramento do ganho de carbono ao longo dos 40 anos nos diferentes ecossistemas existentes.

O sumário do Projeto "Climate Action: the Atlantic Forest Brazil" de outubro 1999, diz que o principal objetivo é o desenvolvimento sócio-ambiental da região, sendo viabilizado pela compra dos créditos do carbono. As metas são: (a) *proteger a biodiversidade e ecossistemas* de uma área reconhecida como Reserva da Biosfera pela UNESCO, a Floresta Atlântica; (b) *melhorar a qualidade ambiental*, protegendo a erosão da planície costeira, mitigando o assoreamento dos portos locais, principalmente o Porto de Paranaguá e (c) *promover o desenvolvimento sustentável*, criando oportunidades econômicas para a população local, como ecoturismo, manejo florestal, agricultura orgânica, produção de plantas ornamentais e medicinais e produção de artesanato para o turismo local.

O projeto contempla 7.000 ha, entre eles 700 ha de pastos e 6.300 ha de florestas primárias, secundárias⁸⁹ e mangues. Não se sabe a área de mangues no projeto, não podendo calcular seu reservatório de carbono. A floresta ombrófila densa com 100 anos de idade, floresta típica da região, chega a ter 200 t C/ha acima do solo (CLEVELARIO, 1998), logo, pode-se considerar que 7.000 ha de floresta terão uma capacidade máxima de estocar 1.400.000 t C (7.000×200)⁹⁰. Este projeto tem um forte apelo preservacionista, com benefícios para a ONG, pois é a viabilização da preservação de uma área de Floresta Atlântica Brasileira, visando um benefício ao sistema climático global, enquanto a CSW adquiriria créditos de carbono, mitigando seus impactos na mudança do clima (Figura 8).

⁸⁹ Informações do contato pessoal com o Eng. Florestal André Ferreti, M.Sc., da SPVS, julho de 2000.

⁹⁰ Por falta de dados, foram desconsideradas as áreas de mangues e outras formações florestais. A preservação dos mangues é obrigatória por lei, não sendo uma medida adicional, além de conter taxas de biomassa inferiores a das florestas. A existência de outras formações florestais também altera as taxas de biomassa, geralmente menores, gerando incertezas.

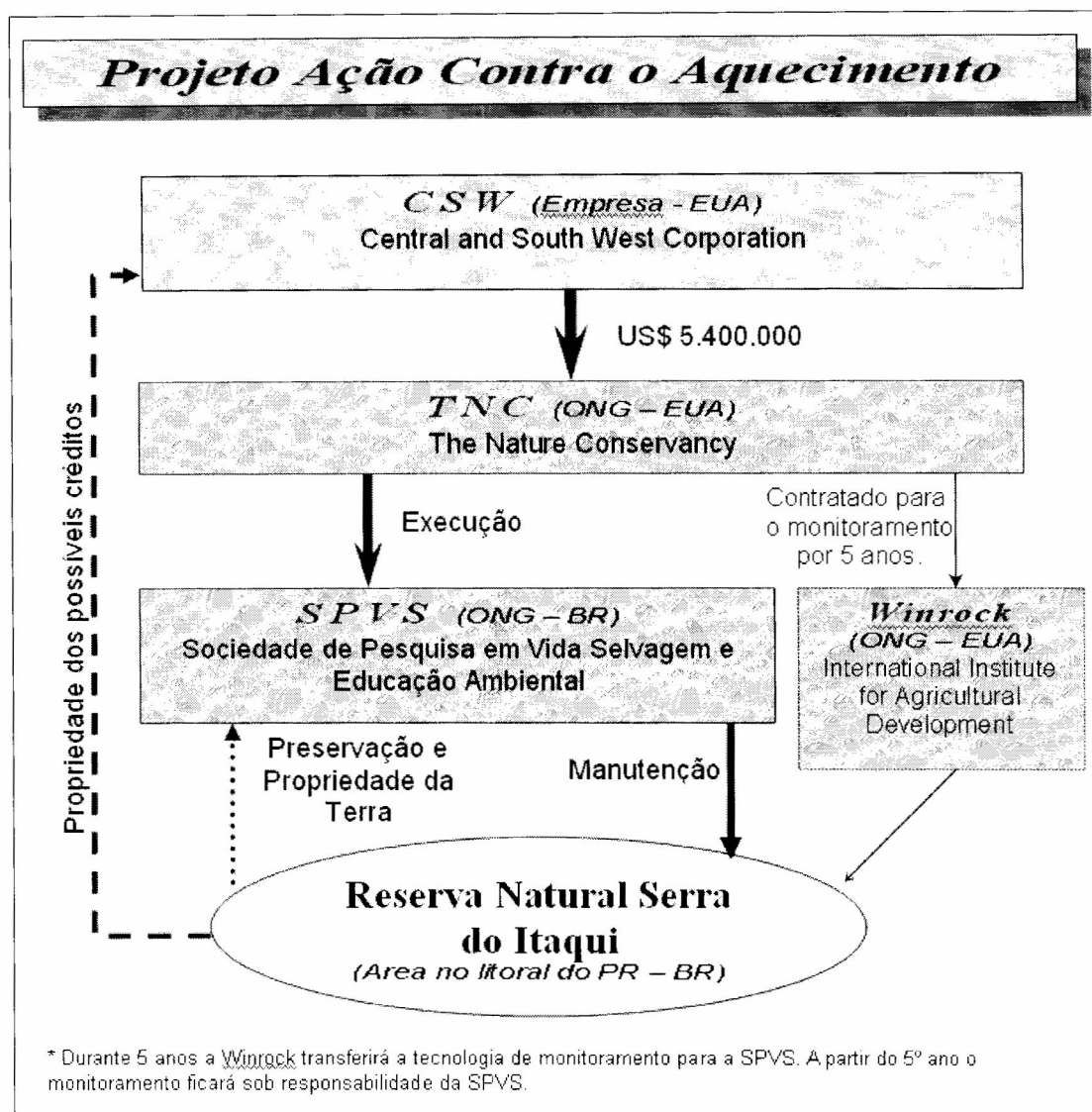


Figura 8 - Estrutura do Projeto Ação contra o Aquecimento Global (Fonte: MUYLAERT e CAMPOS, 2000).

A Winrock International Institute for Agriculture Development, ONG contratada pela TNC, fará a quantificação de biomassa da área e o monitoramento do seqüestro de carbono do projeto por 5 anos. Neste período, passará a metodologia para a SPVS, a qual se encarregará de fazê-lo até o fim do projeto, 40 anos. Esta é uma das primeiras experiências de mensuração de carbono realizada na Floresta Atlântica, e a primeira no litoral do estado do Paraná.

Quanto à permanência, o estabelecimento da área como uma RPPN⁹¹ é uma garantia de longo prazo, pois é exigência do art 6º da Lei 4771/65 gravar a reserva em caráter perpétuo. Inclusive se a propriedade for vendida, os novos donos terão que respeitar a

⁹¹ Até novembro de 2001 a área não registrada como RPPN (IBAMA, 2001).

RPPN e seus herdeiros também, pois não há maneira de revogar o título de reconhecimento da reserva (IBAMA, 2001).

A criação de búfalo asiático é uma atividade crítica para Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, onde o projeto se localiza, sendo responsável por grandes desmatamentos e degradação ambiental local (SPVS, 1992). Assim, o projeto prevê uma criação piloto de búfalos em suas terras, com técnicas mais intensivas que as utilizadas na região, possibilitando a mudança de paradigma local na criação de búfalos, transmitindo aos criadores locais técnicas mais intensivas e menos agressivas ao meio ambiente. Essa medida é a mais interessante para o desenvolvimento sustentável da região e redução efetiva do desmatamento. A SPVS também está incentivando a criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural nas propriedades do entorno do projeto e procurando alternativas geradoras de renda para a população, ligada ao ecoturismo e produtos artesanais sustentáveis.

Em relação ao desenvolvimento sustentável, critério que seria necessário para a adequação ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, caso estas atividades fossem aceitas, o projeto não apresenta propostas e medidas claras de desenvolvimento sustentável, por exemplo, propostas de desenvolvimento econômico futuro para projeto.

Devido à necessidade da adicionalidade prevista no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (Artigo 12, PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997), o sumário do Projeto "Climate Action: the Atlantic Forest Brazil" (Anexo iv) usa o termo para justificar seus créditos propostos (1.000.000 t C), porém não consegue ser claro no quesito adicionalidade. A adicionalidade da preservação da área é pequena, uma vez que as florestas da região não estão sujeitas a grandes pressões antrópicas, da mesma forma os vazamentos deverão ser pequenos.

A adicionalidade mais forte é o seqüestro de carbono do reflorestamento. Durante os 40 anos do projeto, serão reflorestados 700 ha de pastagens com mata nativa. Este reflorestamento deverá absorver cerca de 70.000 t C, considerando que um hectare de

pastagem reflorestada com mata nativa absorva cerca de 100 t C em 40 anos⁹² (metade da biomassa máxima que 1 ha pode estocar), ou, 2,5 t C/ ha.ano.

Em relação às emissões evitadas, quesito básico para adequação ao suposto Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, em momento algum o projeto faz referência em relação às taxas de desmatamento, não atendendo ao conceito de desmatamento evitado. Julgando-se o projeto no sentido da mitigação da mudança do clima, o projeto não apresenta de forma clara as adicionalidades que expliquem 1.000.000 t C ao longo do período.

3.2.2 – Método de Análise

No sentido de quantificar a importância do projeto em termos da mitigação da mudança do clima, o presente trabalho desenvolveu Cenários de linha de base, estimando-se supostas emissões evitadas e absorções de carbono com o projeto. Considerou-se que as florestas da área do projeto são constituídas de um único tipo, floresta ombrófila densa.

A linha de base do Cenário A, supõe que na ausência do projeto, todas as florestas existentes na área seriam desmatadas, sem alteração do uso das pastagens.

Os Cenários B1, B2 e B3 partem da hipótese de que na ausência do projeto as áreas da Reserva do Itaqui seriam desmatadas com as seguintes taxas de desmatamento:

- ✓ B1, taxa de desmatamento estadual nos 5 últimos anos;
- ✓ B2, taxa de desmatamento estadual nos últimos 10 anos e;
- ✓ B3, taxa de desmatamento médio ponderado dos municípios que englobam APA de Guaraqueçaba nos últimos 5 anos.

Este trabalho considerou que as emissões evitadas do desmatamento nos Cenários B1, B2 e B3, é uma função do fator de importância, da área inicial florestal considerada nos cenários (estadual ou municipal), da área desmatada acumulada no cenário e da área preservada pelo projeto. Pode-se estabelecer a seguinte relação teórica:

⁹² A taxa de crescimento da biomassa numa floresta não é linear, sendo menor nos primeiros anos, acentuando-se até o alcance do estado clímax, onde se supõe que pare de adquirir biomassa (taxa de crescimento zero).

$$EE_{Bi} = \beta \times \frac{DA_{Bi}}{AI_{Bi}} \times B \times A_f \quad (1)$$

Onde:

- ✓ EE_{Bi} , emissões evitadas, com a preservação das florestas do projeto, nos Cenários B (ha);
- ✓ β^{93} , representa um fator de importância relativa do projeto, definido pelo risco de desmatamento da área preservada pelo projeto em relação ao risco de desmatamento da região considerada pela área florestal definida no cenário (estado ou município);
- ✓ AI_{Bi} , é a área florestal inicial definida em função dos Cenários B (ha);
- ✓ DA_{Bi} , é a taxa de desmatamento acumulada em função dos Cenários B1, B2 e B3 no período do projeto, ou, a diferença entre área florestal inicial definida em função dos cenários e a área florestal futura calculada pelos cenários durante o período em questão (ha);
- ✓ B , densidade de biomassa das florestas (t C /ha);
- ✓ A_f , representa a área de floresta preservada no projeto (ha).

Da maneira que foi definido, β é um fator de ponderação que representa a importância do projeto, ou seja, se na área do projeto o desmatamento tem maior ou menor risco de ocorrer em relação à região em que ele está inserido de acordo com o cenário (estado ou municípios). Não há como calcular β rigorosamente, embora ele tenha de

obedecer limites rigorosos, pois; $0 \leq \beta \times \frac{DA_{Bi}}{AI_{Bi}} \leq 1$. No limite superior, toda área do

projeto contribui para as emissões evitadas, pois $EE_{Bi} = A_f \times B$. Considera-se β livre para escolha dentro dos limites, assim a justificativa tem de ser qualitativa. Ponderações devem ser feitas quanto a: fatores de forma (área e perímetro), geografia, relações entre a área protegida e áreas totais, taxa de desmatamento, políticas, estradas etc. Nesta tese, considera-se alternativamente que β é 1.

Finalmente, os créditos de carbono gerados pelo projeto nos Cenários B1, B2 e B3 serão a quantificação das emissões evitadas mais as absorções do reflorestamento, definidos pela seguinte equação:

$$CC_{Bi} = EE_{Bi} + R \quad (2)$$

⁹³ Neste trabalho β será considerado igual a 1.

Onde:

- ✓ CC_{Bi} , créditos de carbono nos Cenários B (t C);
- ✓ EE_{Bi} , emissões evitadas, com a preservação das florestas do projeto, nos Cenários B (ha);
- ✓ R, quantidade de carbono absorvida pelos reflorestamentos (t C).

Também foi criado o Cenário C, que não chega a ser um cenário, mas uma avaliação hipotética das florestas em pé como sumidouros de carbono. Neste cenário, a suposição inicial é que as florestas do projeto estão em estágio secundário, com 75% da sua biomassa máxima, alcançado, ao final de 40 anos, seus os níveis máximos da biomassa. Também foi considerado o carbono absorvido no reflorestamento das pastagens. As metodologias estão descritas detalhadamente nas próximas seções.

I. Cenário A

Neste Cenário de linha de base, considerou-se que a área florestal da Reserva Serra do Itaqui ($A_f=6.300$ ha) é composta por florestas primárias e que, na ausência do projeto, seriam transformadas em pastos logo no primeiro ano, sem regeneração até 2040. As terras com pastos (700 ha) continuariam com mesmo uso até o fim do período (2000-2040).

As florestas primárias preservadas correspondem a 6.300 ha, a biomassa de uma floresta da Mata Atlântica com 100 anos é de 200 t C /ha (CLEVELÁRIO, 1998). Se for proposto a preservação dos 6.300 ha sem reflorestar os pastos, as emissões evitadas no Cenário A em termos de carbono serão:

$$CC_A = 6.300 \text{ ha} \times 200 \text{ t C /ha} = 1.260.000 \text{ t C}$$

Este Cenário é o mais pessimista. Interpretando-se a Equação (1), pode-se afirmar que o Cenário A considera a relação $\beta \times \frac{DA}{AI}$ sendo igual a 1, ou ainda que todas as florestas do estado serão desmatadas em 40 anos, permanecendo apenas a Reserva Natural Serra do Itaqui.

II. Cenários B1 e B2

Na ausência do projeto, os Cenários B1 e B2, supõem que as áreas florestais preservadas ($A_f=6.300$ ha) serão transformadas em pastos com as mesmas taxas estaduais de desmatamento e os pastos (700 ha) continuariam com mesmo uso até o

fim do período (2000-2040). Com a implantação do projeto serão preservadas as florestas e 700 ha serão reflorestados os no primeiro ano.

Para efeito de cálculo de créditos de carbono, a biomassa de uma floresta com 100 anos de idade da Mata Atlântica é $B = 200 \text{ t C /ha}$ (CLEVELÁRIO *et al.* 1998). O reflorestamento de pastos alcança uma biomassa de 100 t C /ha em 40 anos (TANIZAKI, 2000). As áreas florestais do estado se encontram no Anexo v, de onde se calculou a Tabela 9.

Tabela 9 – Áreas desmatadas no Estado do Paraná.

Ano	Área desmatada	Taxa de desmatamento
1500-1912	267.400	1,59 %
1912-1930	3.612.600	21,87%
1930-1937	1.100.200	8,53%
1937-1950	3.818.800	32,36%
1950-1955	1.069.800	13,40%
1955-1960	1.350.000	19,53%
1960-1965	750.000	13,48%
1965-1980	1.406.600	29,22%
1980-1985	1.401.838	41,15%
1985-1990	156.687	7,81%
1990-1995	79.026	4,28%

Fonte: Elaboração própria a partir de SOS Mata Atlântica *et al.* (1998).

Adotando-se uma linha de base estadual, criou-se o Cenário B1 e o Cenário B2 (Tabela 10). O Cenário B1 assume que a taxa de desmatamento estadual entre 1990-1995 (Tabela 9) se repita durante o período de 2000-2040 (4,28%). O Cenário B2 assume que a taxa de desmatamento estadual é a média aritmética das taxas de desmatamento de 1985-1990 e 1990-1995 (Tabela 9), ou seja, 6,04% $((7,81+4,28)/2)$.

O trabalho da SOS Mata Atlântica *et al.* (1998) traz a cobertura florestal do estado do Paraná até 1995 (Anexo v). Considerou-se que o projeto começa em 2000, por isto foi extrapolada a cobertura florestal em 2000 a partir de 1995 com as taxas de desmatamento de cada Cenário (B1 e B2).

Tabela 10 – Cenários B1 e B2.

Cenário B1**Cenário B2**

Ano	Área florestal (ha)	Desmatamento (ha)	Taxa	Ano	Área florestal (ha)	Desmatamento (ha)	Taxa
1995	1.769.449			1995	1.769.449		
2000	1.693.802	75.647	4,28%	2000	1.662.491	106.958	6,04%
2005	1.621.388	72.413	4,28%	2005	1.561.999	100.492	6,04%
2010	1.552.071	69.318	4,28%	2010	1.467.581	94.418	6,04%
2015	1.485.716	66.354	4,28%	2015	1.378.870	88.711	6,04%
2020	1.422.199	63.517	4,28%	2020	1.295.522	83.348	6,04%
2025	1.361.397	60.802	4,28%	2025	1.217.211	78.310	6,04%
2030	1.303.195	58.202	4,28%	2030	1.143.635	73.577	6,04%
2035	1.247.481	55.714	4,28%	2035	1.074.506	69.129	6,04%
2040	1.194.148	53.332	4,28%	2040	1.009.555	64.951	6,04%
Desmatamento acumulado 2000-2040		499.653	ha	Desmatamento acumulado 2000-2040 (ha)		652.936	ha
Emissões totais*		99.930.643	t C	Emissões totais *		130.587.254	t C

Obs.: *Considerando que todas as florestas paraenses são do tipo ombrófila densa, com 200 t C /ha de CLEVELARIO *et al.* (1998).

De acordo com a Tabela 10; (a) as áreas florestais iniciais (AI_{B1}) são $AI_{B1}=1.693.802$ ha e $AI_{B2}=1.662.491$ ha e; (b) os desmatamentos acumulados estaduais no período do projeto (DA_{B1}) serão $DA_{B1}=499.653$ ha e $DA_{B2}=652.936$ ha.

Da Equação (1), obtém-se que as emissões evitadas são cerca de 371.686 t C ($EE_{B1}=6.300 \text{ ha} \times 499.653 \text{ ha} \times 200 \text{ t C /ha} \times (1.693.802 \text{ ha})^{-1}$) e cerca de 494.859 t C ($EE_{B2}=6.300 \text{ ha} \times 652.936 \text{ ha} \times 200 \text{ t C /ha} (1.662.491 \text{ ha})^{-1}$) para os Cenários B1 e B2, respectivamente.

Os pastos a serem reflorestados compreendem uma área de 700 ha, tanto no Cenário B1, quanto no B2. Considerando que todos os pastos serão reflorestados no primeiro ano, as áreas reflorestadas absorverão cerca de 70.000 t C até o fim do projeto ($R=700 \text{ ha} \times 100 \text{ t C /ha}$).

De acordo com a Equação (2), os créditos de carbono gerados nos Cenários B1 e B2, serão:

$$CC_{B1} = 371.686 \text{ t C} + 70.000 \text{ t C} = \mathbf{441.686 \text{ t C}}$$

$$CC_{B2} = 494.859 \text{ t C} + 70.000 \text{ t C} = \mathbf{564.859 \text{ t C}}$$

Em termos econômicos, o projeto teria um retorno de cerca de US\$ 4,42 milhões a US\$ 5,65 milhões, uma variação de cerca de US\$ 1,23 milhões, considerando que cada crédito de carbono tenha um valor de mercado de US\$ 10,00, valor estimado pelo MCT (BNDES, 1998). Nestes Cenários (B1 e B2), o investimento de US\$ 5,4 milhões teria o retorno financeiro esperado pelo investidor.

Contudo, os cenários B1 e B2 não representam a realidade. Foram utilizadas linhas de base do desmatamento estadual para calcular o desmatamento da área do projeto. A região litorânea paranaense é atípica no Paraná e no Brasil, apresentando o maior trecho contínuo de Mata Atlântica do Brasil, como a Figura 9 ilustra.

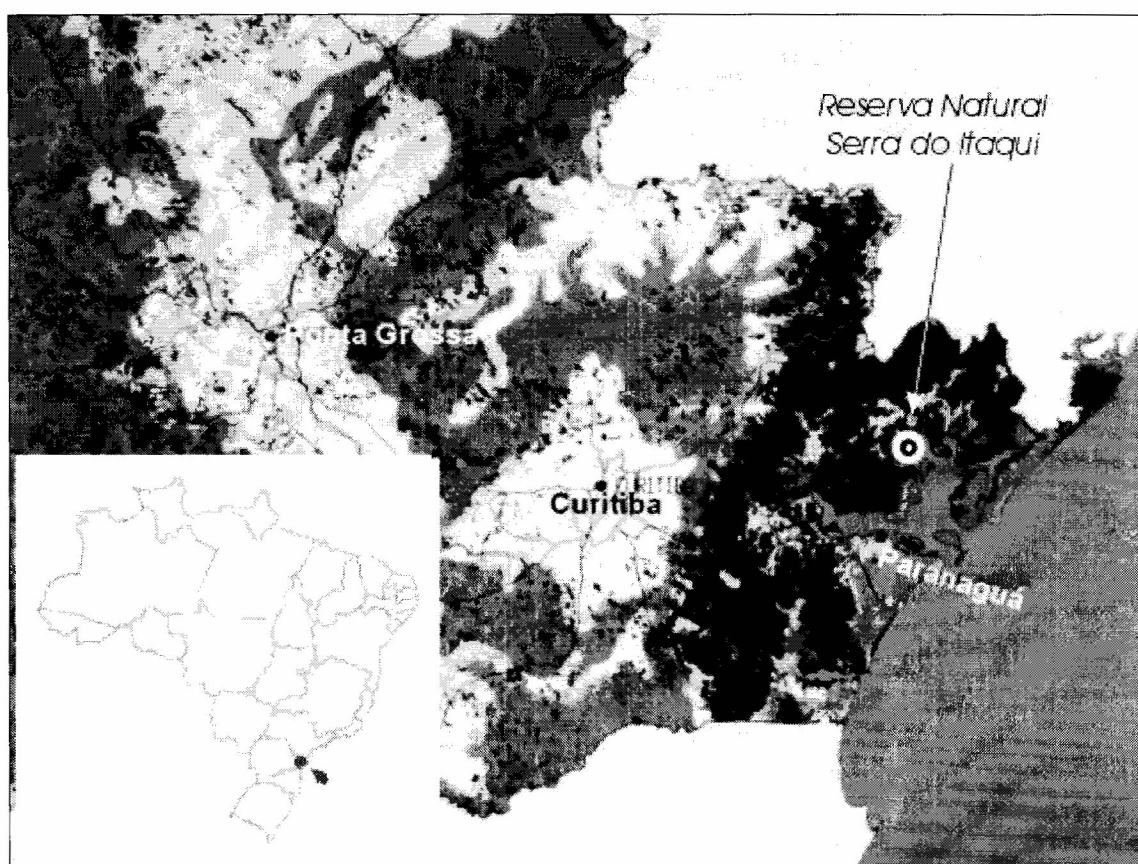


Figura 9 - O ponto marcado no extremo leste do Estado do Paraná é a localização do Projeto Ação Contra o Aquecimento Global. Notar que se encontra em uma área com baixa pressão antrópica. (Fonte: elaboração própria a partir de SOS Mata Atlântica et al. (1998) e IBAMA (2001)).

A BR-101, estrada que corre o litoral brasileiro de norte a sul, não passa pela região, um dos motivos do baixo antropismo. A existência da APA de Guaraqueçaba é outro fator que ajuda na conservação local, controlando o uso da terra.

Deve-se destacar que taxas de desmatamento são difíceis de serem previsíveis. Não seria possível afirmar em 1980 que a taxa de desmatamento entre 1980-1985 seria maior que a de 1960-1980, como a Tabela 9 reporta. Nos cenários trabalhados as taxas de desmatamento foram simplificadas como valores constantes, com um erro implícito, ou uma incerteza associada. Cenários que incorporem variáveis sócio-econômicas são essenciais para predizer com incertezas menores o uso futuro da terra. Outra forma de minimizar os erros dos cenários, é a correção periódica da linha de base durante o andamento do projeto.

Quanto aos vazamentos, estes cenários têm alto risco de emissões fugitivas, uma vez que as áreas consideradas são muito maiores que a do projeto. Por um lado, aumentar o controle e o monitoramento dos vazamentos significa aumentar os custos. Por outro lado, poucas medidas contra vazamentos aumentam a possibilidade de benefícios superavaliados, ou créditos espúrios.

A utilização do fator de risco β menor do que 1, poderia corrigir distorções geradas pelos problemas acima citados. Deve-se ponderar, principalmente, sobre fatores geográficos, características municipais, estradas etc. Caso se chegue a conclusão de que a área tem risco zero de ser desmatada, também poderia-se utilizar $\beta = 0$.

No final da elaboração deste estudo e depois da formulação dos cenários B1 e B2, recebeu-se o relatório da SOS Mata Atlântica e INPE (2001) com dados mais recentes e correções da cobertura florestal passada do estado do Paraná. As mudanças alteram as premissas iniciais dos Cenários B1 e B2. Corrigindo estes cenários com os novos dados para os anos de 1985, 1990, 1995 (Anexo vi), estimou-se novamente a cobertura vegetal em 2000, possibilitando comparar os cenários com a realidade da cobertura vegetal em 2000.

Nos cenários B1 e B2 corrigidos, estimou-se que no ano de 2000 o estado do Paraná teria uma cobertura florestal de 1.573.951 ha e 1.550.841 ha, respectivamente (Anexo vi). A cobertura florestal verificada no ano de 2000 foi de 1.594.298 ha (SOS Mata Atlântica e INPE, 2001). Logo, o desmatamento real foi menor que o desmatamento projetado nos Cenários entre 1995-2000.

O ideal é que cenários gerem números acima e abaixo da realidade, assim ela estaria sendo contemplada. Neste caso, notou-se uma falha na metodologia dos Cenários B1

e B2. Como concluído anteriormente, outras variáveis devem ser incorporadas como indicativo das taxas de desmatamento (*i.e.*, remanescentes florestais, PIB).

III. Cenário B3

No Cenário B3, parte-se da hipótese de que, na ausência do projeto, as áreas florestais, $A_f=6.300$ ha, serão transformadas em pastos com a taxa desmatamento referente à média ponderada das taxas de desmatamento dos municípios em que a APA de Guaraqueçaba está compreendida. Também é considerado que, na ausência do projeto, os pastos presentes na área continuariam com o mesmo uso até 2040.

Para efeito de cálculo de emissões de carbono, a biomassa de uma floresta com 100 anos de idade de Mata Atlântica é $B=200$ t C /ha (CLEVELÁRIO *et al.* 1998) e uma floresta de 40 anos de idade possui uma biomassa de 100 t C /ha (TANIZAKI, 2000).

O relatório parcial “Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período 1995-2000, Estado do Paraná” (SOS Mata Atlântica e INPE, 2001) traz as áreas florestais municipais no período de 1995-2000. A Tabela 11 resume o desmatamento verificado entre 1995-2000 no estado.

Tabela 11 – Dinâmica do desmatamento no Estado do Paraná entre 1995-2000.

CLASSES DE MAPEAMENTO	1995		2000		Desmatamento	
	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%
<i>Remanescentes florestais</i>	1.654.444	8,67	1.594.298	8,27	60.146	3,63
<i>Restinga</i>	97.971	0,51	97.093	0,50	878	0,90
<i>Mangue</i>	28.110	0,15	28.106	0,15	3,5	0,01

Fonte: SOS Mata Atlântica *et al.* (2001).

O novo estudo (SOS Mata Atlântica e INPE, 2001) confirma as críticas aos Cenários B1 e B2, os municípios que envolvem a APA de Guaraqueçaba apresentam baixas taxas de desmatamento em relação às taxas estaduais. O projeto irá proteger 2,47% dos 283.014 ha da APA de Guaraqueçaba, que compreende os municípios de Guaraqueçaba, Antonina, Paranaguá e Campina Grande do Sul (Figura 10).

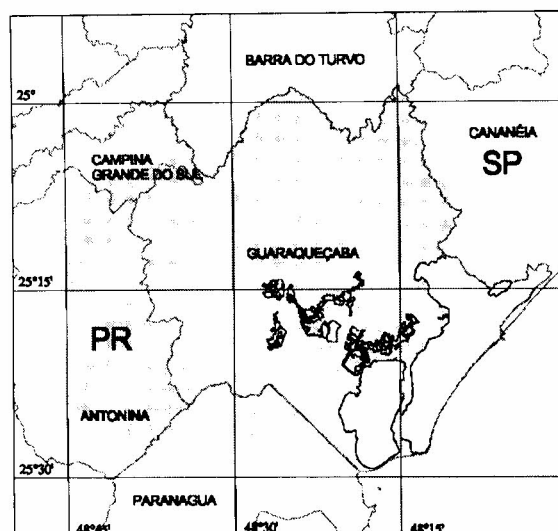


Figura 10 – APA de Guaraqueçaba e seus municípios (IBAMA, 2001).

A cobertura florestal dos municípios apresenta a seguinte dinâmica:

Tabela 12 – Dinâmica da cobertura florestal nos municípios da APA de Guaraqueçaba.

Município	Cobertura florestal (ha)		Desmatamento (ha)	Taxa de desmatamento
	1995	2000	1995-2000	1995-2000
Guaraqueçaba	111.995	111.945	50	0,04 %
Antonina	59.708	59.450	258	0,43 %
Paranaguá	5.052	5.024	28	0,55 %
Campina Grande do Sul	17.371	17.309	62	0,36 %
Total	193.728	193.331	397	

Fonte: SOS Mata Atlântica e INPE, ainda não publicado⁹⁴.

A Tabela 12 permite a criação do Cenário B3 (Tabela 13), onde estimou-se a taxa de desmatamento entre 2000-2040 como a média ponderada das taxas de desmatamento entre 1995-2000 dos municípios da APA de Guaraqueçaba (Equação 3).

$$\text{Taxa ponderada de desmatamento} = \frac{\sum (\text{área florestal dos mun.} \times \text{taxa de desmat. mun.})}{\text{área florestal total dos municípios}} \quad (3)$$

Da Equação 3, calculou-se que a taxa de desmatamento ponderada dos municípios é cerca de 0,20%. Supondo que toda as florestas preservadas no projeto estão em vias de serem desmatadas com a taxa de desmatamento ponderada dos 4 municípios, construiu-se o Cenário B3 (Tabela 13).

Tabela 13 – Cenário B3.

Ano	Área florestal (ha)	Desmatamento (ha)	Taxa de desmatamento.
2000	193.728		
2005	193.336	391	
2010	192.945	391	0,20%
2015	192.555	390	0,20%
2020	192.165	389	0,20%
2025	191.777	388	0,20%
2030	191.389	388	0,20%
2035	191.002	387	0,20%
2040	190.615	386	0,20%
Desmatamento acumulado (ha)		3.112,8	ha
Emissões totais		622.561,5	t C
* Desconsiderando as áreas a serem reflorestadas e a proteção permanente de mangues. **Considerando que todas as florestas do projeto possuam 200 t C /ha de CLEVELARIO et al. (1998).			

De acordo com a Tabela 13, o Cenário B3 apresenta os seguintes valores: (a) as áreas florestais municipais no início do projeto (AI_{B3}) correspondem a 193.728 ha e; (b) o desmatamento acumulado dos municípios no período do projeto (DA_{B3}) será 3.112,8 ha. Desenvolvendo a Equação 1, as emissões evitadas no Cenário B3 na área do projeto serão cerca de 20.246 t C ($EE_{B3} = 6.300 \text{ ha} \times 3.112,8 \text{ ha} \times 200 \text{ t C /ha} \times (193.728 \text{ ha})^{-1}$), ou 3,25% das emissões da mudança no uso da terra dos quatro municípios.

No Cenário B3, os pastos a serem reflorestados compreendem uma área de 700 ha e em 40 anos deverão absorver cerca de 70.000 t C ($R = 700 \text{ ha} \times 100 \text{ t C /ha}$). De acordo com a Equação (2), conclui-se que o projeto poderá gerar cerca:

$$CC_{B3} = 20.246 \text{ t C} + 70.000 \text{ t C} = \mathbf{90.245,59 \text{ t C}}$$

Os vazamentos no Cenário B3 deverão ser pequenos, uma vez que a área florestal contemplada na linha de base engloba municípios com características similares ao do município em que o projeto está implantado.

No Cenário B3 (Tabela 12), o projeto teria um retorno de cerca de US\$ 902.456 considerando cada tonelada de carbono com um valor de mercado igual a US\$ 10, valor estimado pelo MCT (BNDES, 1998). Pode-se concluir que o investimento de US\$

⁹⁴ Agradecimento especial à bióloga Márcia Hirota, da SOS Mata Atlântica, que possibilitou o acesso aos dados antes da sua publicação oficial.

5,4 milhões, neste cenário, não teria o retorno econômico esperado pelo empreendedor.

Considera-se o Cenário B3 mais realista dentre todos, porque utiliza a dinâmica do uso da terra nos entornos do projeto, apesar de também assumir a simplificação do $\beta=1$ e taxas de desmatamento futuras constantes.

IV. Cenário C

Esta seção cria uma metodologia de avaliação do projeto como um sumidouro de carbono. Não chega a ser um cenário de linha de base, pois não existe uma comparação do que aconteceria na ausência do projeto, mas a avaliação da função das florestas em pé para a mitigação da mudança do clima. Esta avaliação será chamada de Cenário C para facilitar sua referência.

Nos cálculos do aumento da biomassa das florestas primárias e secundárias, inventários florestais detalhados precisam ser elaborados para subsidiar os dados, que são inexistentes. Para efeito de cálculo de créditos de carbono, a biomassa de uma floresta com 100 anos de idade da Mata Atlântica é $B = 200 \text{ t C /ha}$ (CLEVELÁRIO *et al.* 1998). O carbono absorvido em 40 anos no reflorestamento das pastagens já foi calculado nos Cenários anteriores, 70.000 t C.

A suposição é que as florestas do projeto (6.300 ha) estão em estágio secundário com 75% da sua biomassa máxima, ou seja 150 t C /ha . Ao final dos 40 anos as florestas secundárias⁹⁵ deverão absorver 50 t C /ha ($200 \text{ t C /ha} - 150 \text{ t C /ha}$), totalizando uma absorção líquida de carbono de 315.000 t C ($50 \text{ t C /ha} \times 6.300 \text{ ha}$). Neste sentido, o benefício para a mitigação da mudança do clima seria:

$$\text{CC}_c = 315.000 \text{ t C} + 70.000 \text{ t C} = \mathbf{385.000 \text{ t C}}$$

Recentemente, alguns estudos têm concluído que florestas tropicais primárias estão absorvendo carbono com taxas de até 5 t C /ha.ano , principalmente devido à fertilização atmosférica de CO_2 (SANTOS, 1999, LBA, 2000), apesar de não serem conclusivos quanto à periodicidade e aos níveis de saturação de tal fenômeno. Similarmente, a Mata Atlântica pode apresentar um comportamento igual. Neste sentido, o Cenário C pode ser interpretado como a proposição de que as florestas da

⁹⁵ Florestas secundárias são florestas que foram perturbadas no passado e estão em crescimento.

Reserva Natural Serra do Itaqui estão absorvendo 1,25 t C /ha.ano (315.000 t C /40 anos).

Além dos estudos que vêm sendo realizados de quantificação de biomassa na área da Reserva do Itaqui, recomenda-se a utilização de estudos micrometeorológicos, fornecendo dados precisos e fundamentais para medir fluxos contínuos de carbono da Mata Atlântica.

A Tabela 14 apresenta o resumo dos resultados obtidos nos seguintes cenários:

1. Cenário A: perda total das florestas da Reserva Natural Serra do Itaqui no primeiro ano e a continuidade dos pastos no período de 2000-2040;
2. Cenário B1 e B2: perda das florestas da Reserva Natural Serra do Itaqui com as taxas históricas de desmatamento estadual dos últimos 5 e 10 anos, e a continuidade dos pastos no período de 2000-2040;
3. Cenário B3: perda das florestas da Reserva Natural Serra do Itaqui com taxas históricas de desmatamento dos municípios da APA de Guaraqueçaba dos últimos 5 anos e a continuidade dos pastos no período de 2000-2040;
4. Cenário C: avaliação da absorção de carbono que as florestas, supondo serem secundárias com 75% de biomassa, e o reflorestamento dos pastos.

Tabela 14 – Resumo dos créditos gerados nos cenários estudados para o Projeto Ação contra a Mudança do Clima.

Cenários	A	B1	B2	B3	C
<i>Créditos (t C)</i>	1.260.000	413.686	564.859	90.246	385.000

Fonte: Elaboração própria.

Destaca-se que nos cenários B1, B2 e B3, após 40 anos, a área preservada no projeto é maior que a área desmatada acumulada das linhas de base. Isto reforça a teoria de que o projeto, na forma em que foi concebido pelos seus formuladores, não tem emissões evitadas propostas. Seria a venda de estoques de carbono ou a valoração de uma área para a preservação da biodiversidade através dos seus estoques de carbono. Nesta última interpretação, áreas ricas em biodiversidade e com estoques relativamente pequenos de carbono, teriam seu valor econômico reduzido.

Conclui-se que, caso este tipo de projeto fosse considerado como uma atividade válida na compensação de 1.000.000 t C, estaríamos criando créditos espúrios, pois os Cenários B1, B2 e B3 concluem que, para a mitigação da mudança do clima, não há emissões evitadas, nem absorções reais de tal magnitude. Cabe destacar que o Cenário que este trabalho considera o mais realista quantificou cerca de 90.455 t C em

emissões evitadas devido ao desmatamento (20.246 t C) e absorções devido ao reflorestamento (70.000 t C). Uma vez que se julgou o Cenário B3 o mais realista, conclui-se que a preservação de 7.000 ha poderia gerar uma renda adicional de supostos créditos de carbono (90.246 t C) de cerca de US\$ 22.561 anuais, durante 40 anos (US\$ 902.455 /40 anos), ou cerca de US\$ 129 por hectare em 40 anos (US\$ 902.455 /7.000 ha), ou ainda, cerca de US\$ 3,22 por hectare ano (US\$ 848.550 /(7000 ha × 40 anos)). Se mantivermos os valores investidos, US\$ 5.400.000, pode-se afirmar que neste projeto o custo por tonelada de carbono é de cerca de US\$ 60,00. Este valor provavelmente, não seria um preço competitivo para as projeções do mercado de carbono de acordo com o MCT (BNDES, 1999), US\$ 10,00 / t C, tornando o projeto menos atrativo no mercado de carbono.

3.3 – PROJETO PEUGEOT – POÇO DE CARBONO⁹⁶

3.3.1 – Apresentação do Projeto

O projeto conhecido Poço de Carbono está localizado no noroeste do estado do Mato Grosso (Figura 11), entre os estados do Mato Grosso e Rondônia. Financiado pela fábrica francesa de automóveis Peugeot, a execução do projeto está a cargo da ONF (Organisation National de Forêt, agência estatal de florestas francesa) e da ONG brasileira, Pró-Natura (Figura 12).

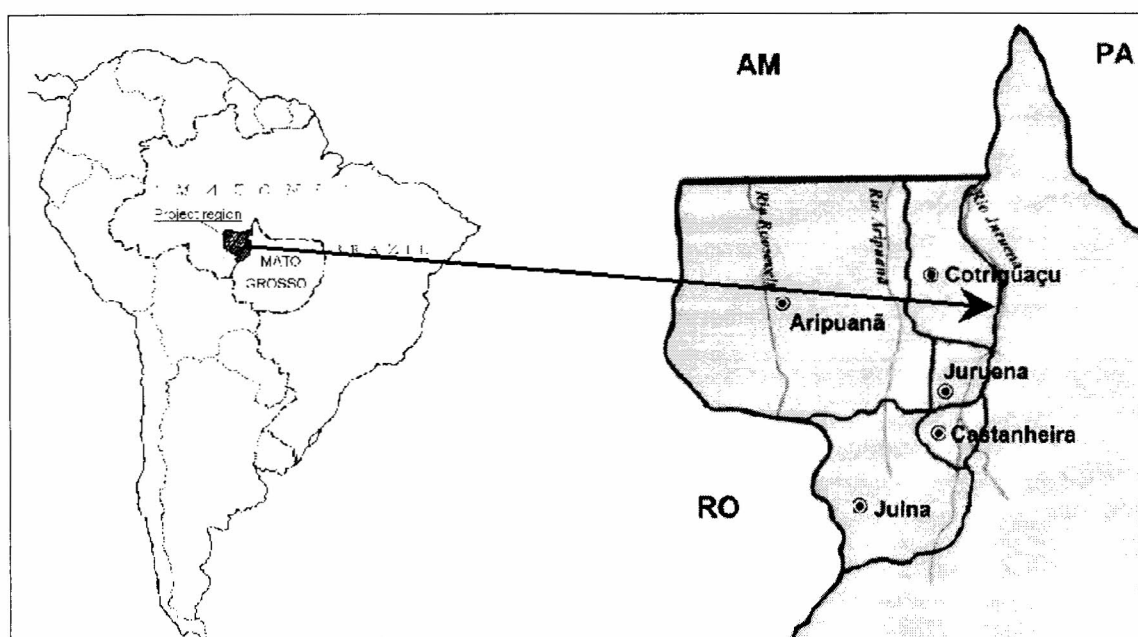


Figura 11 – Localização do projeto da Poço de Carbono (Fonte: FGV, 2000).

⁹⁶ Projeto apresentado no Seminário da Fundação Getúlio Vargas em meados de 2000 (FGV, 2000). Agradecimento ao Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais que financiou a participação do autor deste trabalho no Seminário e agradecimento ao Dr. Peter May que forneceu, prontamente, a apresentação do projeto em meio digital.

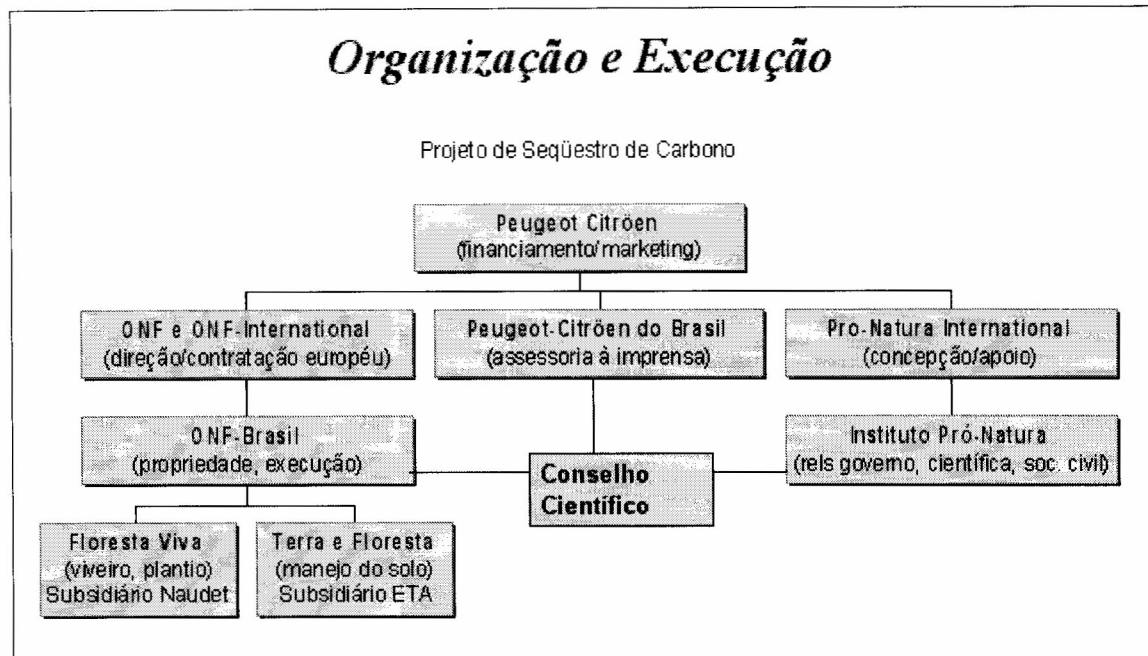


Figura 12 – Organograma institucional do Projeto Poço de Carbono (Fonte: apresentação do seminário da FGV (2000)).

A Peugeot está investindo US\$ 12 milhões para preservação e restauração da vegetação de uma área de 12 mil hectares, no norte de Mato Grosso. Estima-se que em 40 anos 2 milhões de toneladas de carbono serão “seqüestradas”, através do reflorestamento de 2.500 ha de pasto-capoeira, conservação, manejo e enriquecimento de 7.000 ha de florestas nativas (Figura 13). Os 2.500 ha restantes são áreas de proteção permanente e não foram contabilizados. Neste sentido este projeto incorporou um conceito de adicionalidade, ou seja, as áreas de proteção permanente não são contabilizadas como créditos de carbono.

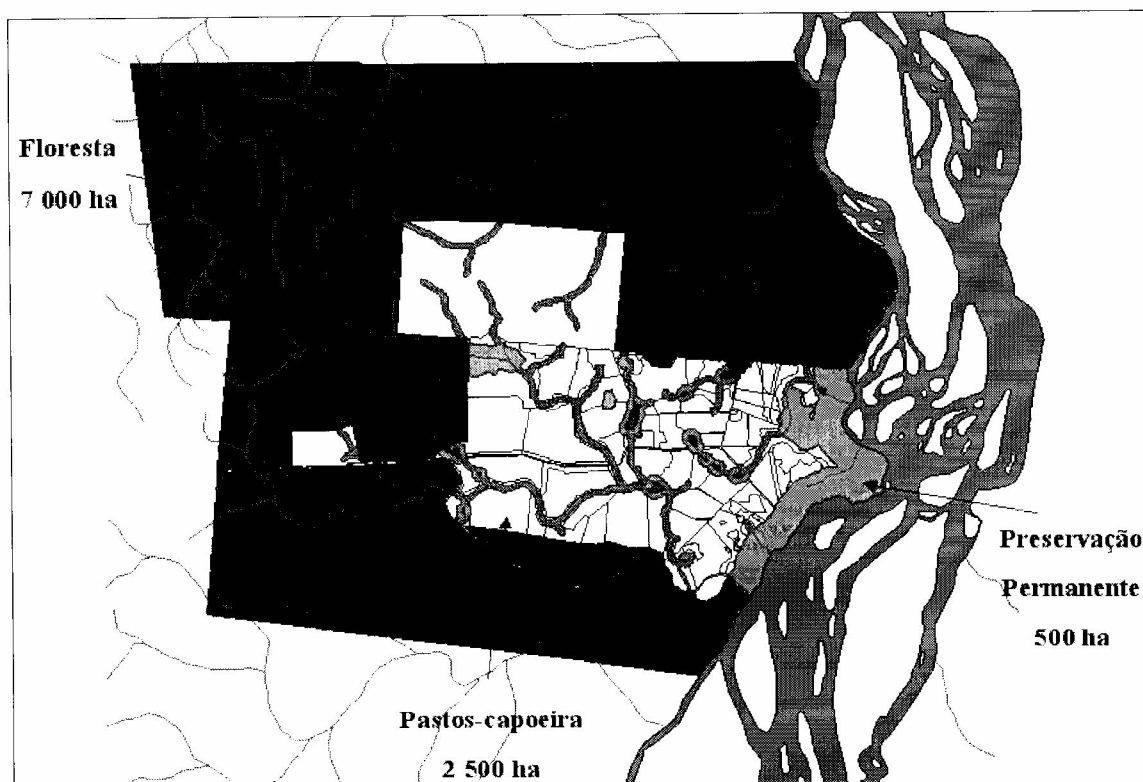


Figura 13 – Área contemplada pelo projeto Poço de Carbono e formações florestais (Fonte: FGV, 2000).

O custo por tonelada de carbono do projeto é de US\$ 6,00 versus US\$ 10,00 que está previsto para o possível mercado de carbono (BNDES, 1998). Durante os 40 anos de permanência do projeto, serão criados 25 empregos permanentes e 50 empregos temporários (no viveiro para o reflorestamento). Haverá transferência de tecnologia com a recuperação de áreas degradadas (*i.e.*, máquina Rotree para coveamento padrão e adubação automática, SIG) e capacitação de pessoal local com a coleta de sementes, plantio, manejo, proteção contra incêndio.

A medição do carbono na recuperação de pastos degradados será baseada em modelos de estoques (biomassa medida) e fluxos (dados do LBA). O reflorestamento das pastagens criou muita polêmica na sua implantação, pois houve uso irregular de pesticidas para o controle do mato. Empresas contratadas para fazer o plantio usaram desfolhantes num desmatamento prévio dos pastos abandonados, com isso contaminaram os corpos d'água. Este é um exemplo de que a implantação projetos deve ser cautelosa e que, apesar dos possíveis benefícios para a mitigação da mudança do clima, podem gerar sérias externalidades locais.

Ao contrário do Projeto da Reserva Natural da Serra do Itaqui, este projeto considera que os estoques de carbono das áreas de proteção permanente não são adicionais para a mitigação da mudança do clima. O projeto não faz referência em relação às taxas de desmatamento, não atendendo claramente ao conceito de desmatamento evitado. Estudando-se a Figura 6 e Figura 14, bem como as taxas de desmatamento do Estado do Mato Grosso (Gráfico 7 e Tabela 15), o projeto se mostra importante em termos de conservação da Amazônia Legal, pois está localizado no estado com a segunda maior participação no desmatamento da Amazônia. Na Figura 14 também se percebe o desrespeito às leis de preservação permanente de matas ciliares na região.



Figura 14 – Área do Projeto Poço de Carbono. Notar que a preservação da área tem pouca influência nas áreas vizinhas. Fonte: elaboração própria a partir do banco de imagens MOSAICO (2001).

A Figura 14 ilustra o problema mais discutido na preservação florestal, os vazamentos. A presença do projeto não evita o desmatamento de áreas vizinhas. Afirmar que é possível controlar estes vazamentos não é verdade, a não ser que se comprem todas as florestas da região. Entretanto, pode-se afirmar que este projeto tem uma adicionalidade grande para a mitigação da mudança do clima em termos de emissões

evitadas devido ao desmatamento evitado. Em outras palavras, projetos que tenham alto risco de vazamentos são projetos com grande adicionalidade.

Assim como o projeto anterior, é impossível contabilizar emissões evitadas na magnitude em que são divulgadas (2.000.000 t C), apesar de citar o conceito de adicionalidades. Contabilizando todas as florestas que poderiam estar contidas na área do projeto (10.000 ha $\times$ 200 t C /ha) chega-se aos créditos de carbono estimados pelos formuladores, porém, estaria-se contrariando a proposta inicial de que as áreas de preservação permanente das matas ciliares não serão consideradas.

Em relação às emissões evitadas, quesito básico para a adequação do projeto ao suposto Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, em momento algum o projeto faz referência em relação às taxas de desmatamento. Julgando-se o projeto no sentido da mitigação da mudança do clima, o projeto não apresenta emissões evitadas que expliquem 2.000.000 t C.

O seqüestro de carbono do reflorestamento poderia gerar, em 40 anos, cerca de 250.000 t C (2.500 ha $\times$ 100 t C), considerando que um hectare de pastagem reflorestada com mata nativa capture cerca de 100 t C em 40 anos (metade da biomassa máxima que 1 ha pode estocar), ou, 2,5 t C/ ha.ano.

No quesito desenvolvimento sustentável, critério básico ao qual o projeto deveria se adequar caso a conservação florestal fosse aceita no MDL, poucas medidas e atividades foram elaboradas. Este projeto não apresenta propostas sustentáveis para sua perpetuidade, por exemplo, o desenvolvimento econômico da área após o período do contrato. A permanência do projeto após o período de contrato não é garantida e, como visto Seção 2.5, projetos ligados ao uso da terra devem garantir a perpetuidade dos estoques de carbono, ou estas atividades terão de ser compensadas no futuro ou terão efeito nulo para o controle da mudança do clima.

3.3.2 – Método de Análise

Relativo a quantificação da importância do projeto em termos da mitigação da mudança do clima, as duas próximas seções desenvolverão cenários de linha de base, Cenário A e B. O cenário A supõe que na ausência do projeto as florestas seriam totalmente desmatadas no período e que os pastos continuariam com o mesmo

uso durante o 2000-2040. No Cenário B, a hipótese é que na ausência do projeto 20% dos 7.000 hectares de florestas existentes seriam desmatados nas taxas anuais médias do Estado do Mato Grosso e que os pastos se manteriam com o mesmo uso. Considerou-se que as florestas da área do projeto são constituídas de um único tipo.

Este trabalho considerou que o desmatamento evitado no Cenário B é uma função do fator de importância, da área inicial florestal considerada nos cenários (estadual ou municipal), da área desmatada acumulada no cenário e da área preservada pelo projeto. Pode-ser estabelecer a seguinte relação teórica:

Este trabalho considerou que as emissões evitadas do desmatamento no Cenário B, é uma função do fator de importância, da taxa de desmatamento, do período, da área preservada pelo projeto e da biomassa. Pode-ser estabelecer a seguinte relação teórica

$$EE_B = \beta \times (1 - (1 - tx)^n) \times A_f \times B \quad (4)$$

Onde;

- ✓ EE_B , emissões evitadas, com a preservação das florestas do projeto, no Cenário B (ha);
- ✓ β^{97} , representa um fator de importância relativa do projeto, definido pelo risco de desmatamento da área preservada pelo projeto em relação ao risco de desmatamento da região considerada pela área florestal definida no cenário (estado ou município);
- ✓ A_f , representa a área de floresta preservada no projeto (ha);
- ✓ tx , taxa de desmatamento do Cenário B;
- ✓ n , período de anos do projeto (anos);
- ✓ B , densidade de biomassa das florestas (t C /ha).

Da maneira que foi definido, β é um fator de ponderação que representa a importância do projeto, ou seja, se na área do projeto o desmatamento tem maior ou menor risco de ocorrer em relação à região em que ele está inserido de acordo com o cenário (estado ou municípios). Não há como calcular β rigorosamente, embora ele tenha de obedecer limites rigorosos, pois; $0 \leq \beta \times (1 - (1 - tx)^n) \leq 1$. No limite superior, toda área do projeto contribui para as emissões evitadas, pois $EE_B = A_f \times B$. Considera-se β livre para escolha dentro dos limites, assim a justificativa tem de ser qualitativa.

Ponderações devem ser feitas quanto a: fatores de forma (área e perímetro), geografia, relações entre a área protegida e áreas totais, taxa de desmatamento, políticas, estradas etc. Nesta tese, considera-se alternativamente que β é 1.

Cada hectare de floresta Amazônica contém 210 toneladas de carbono na biomassa acima do solo (HOUGHTON *et al.*, 2000).

I. Cenário A

No Cenário A, na ausência do projeto, os 7.000 ha de florestas primárias seriam perdidas no período de 2000-2040 e os pastos permaneceriam com o mesmo uso. Se a proposta do projeto for preservar estes 7.000 ha sem reflorestar os pastos, calcula-se que poderá gerar os seguintes créditos:

1. O projeto contempla 7.000 ha, de florestas primárias. Uma floresta da região amazônica mantém em média 210 t C/ha (HOUGHTON *et al.*, 2000), logo existe um reservatório florestal de 1.470.000 t C (7.000 ha $\times$ 210 t C /ha).
2. A biomassa da floresta Amazônica tem a mesma ordem de grandeza da Mata Atlântica (CLEVELÁRIO, 1998, HOUGHTON *et al.*, 2000, TANIZAKI, 2000), cerca de 200 t C /ha, logo estimou-se que o reflorestamento dos pastos com florestas nativas alcançará a mesma biomassa da Mata Atlântica em 40 anos, 100 t C /ha (TANIZAKI, 2000). Assim sendo, o reflorestamento de 2.500 ha de pasto-capoeira deve absorver cerca de 250.000 t C em 40 anos (2.500 ha $\times$ 100 t C /ha). Logo;

$$CC_A = 1.470.000 \text{ t C} + 250.000 \text{ t C} = \mathbf{1.720 \text{ t C}}$$

Este Cenário é o mais pessimista. Interpretando-se a Equação (4), pode-se afirmar que o Cenário A considera a relação $0 \leq \beta \times (1 - (1 - tx)^n) \leq 1$ sendo igual a 1, ou ainda que, todas as florestas do estado serão desmatadas em 40 anos, permanecendo apenas as áreas preservadas do Poço de Carbono mais as áreas reflorestadas, exceto as matas ciliares de preservação permanente.

II. Cenário B

O Cenário B considera a atual legislação florestal brasileira, onde conservação florestal de 80% das áreas da Amazônia Legal são de conservação obrigatória, não

⁹⁷ Assim como no estudo de caso anterior, $\beta = 1$.

gerando adicionalidades para a mitigação da mudança do clima, uma vez que estes reservatórios florestais já deveriam existir na ausência do projeto⁹⁸.

Neste cenário, 20% (1.400 ha) das áreas florestais dos 7.000 ha poderiam ser convertidas para outros usos com a mesma taxa de desmatamento estadual.

A proposição do projeto é preservar estes 1.400, com o intuito de gerar renda para a área, promovendo o seu desenvolvimento sustentável no médio prazo, este Cenário propõe que os 2.500 ha de pastos sejam utilizados para a produção de algum produto diferenciado no mercado com uma taxa interna de retorno maior que a criação de gado, *i.e.*, criação de avestruz. Logo não serão contabilizados créditos de carbono provenientes do reflorestamento dos pastos.

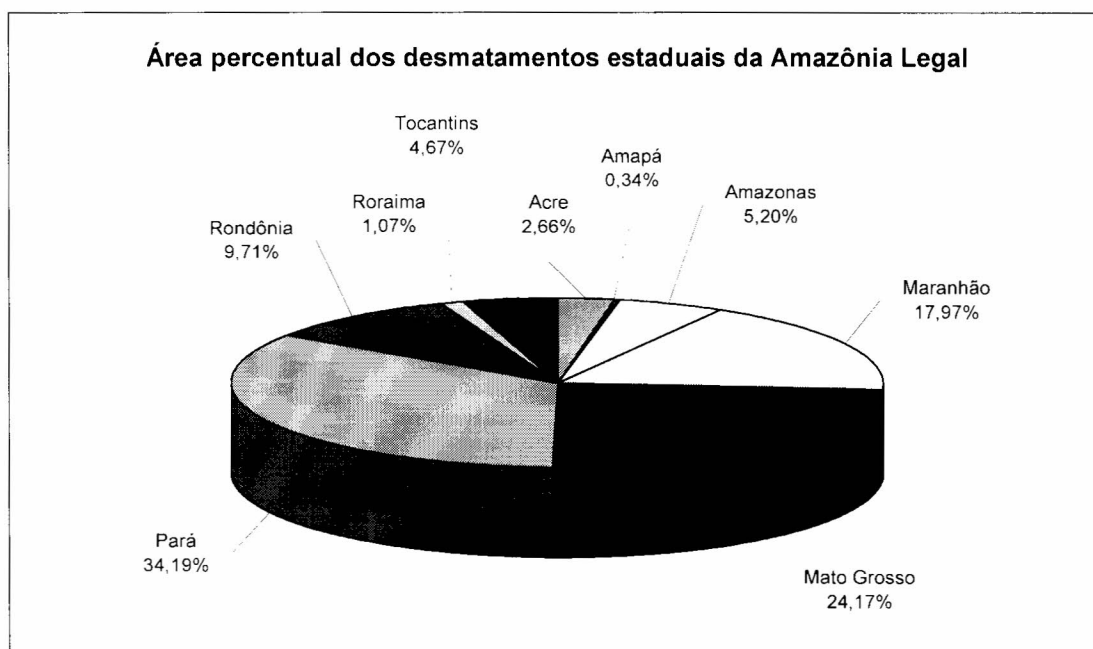


Gráfico 7 – O desmatamento no Estado do Mato Grosso da Amazônia Legal é o segundo maior, após o Estado do Pará (Fonte: elaboração própria, a partir de INPE (2001)).

Analisando a Tabela 15, conclui-se que as taxas médias aritméticas das taxas de desmatamento do estado do Mato Grosso de 1995-1999 são cerca de 0,92% $((0,99+0,84+0,98+0,85)/4)$. Esta taxa será usada na construção do Cenário B.

⁹⁸ Esta hipótese é lógica, uma vez que tratados internacionais não podem desmerecer leis nacionais, ou então, estariam contrariando a soberania e incentivando o desrespeito às leis.

Tabela 15 – Área desmatada do Estado do Mato Grosso (ha).

Período	Desmatamento	Área florestal*	Taxa de desmatamento**	% do desmatamento da Amazônia
até jan/78	20.000	796.126,2		13,1%
jan/78-abr/88	51.500	744.626,2	6,47%	22,9%
abr/88-ago/89	8.100	736.526,2	1,09%	33,9%
ago/89-ago/90	3.800	732.726,2	0,52%	27,5%
ago/90-ago/91	3.100	729.626,2	0,42%	27,7%
ago/91-ago/92	4.674	724.952,2	0,64%	33,9%
ago/92-ago/94	12.440	712.512,2	1,72%	41,8%
ago/94-ago/95	8.536	703.976,2	1,20%	31,5%
ago/95-ago/96	6.991	696.985,2	0,99%	34,9%
ago/96-ago/97	5.882	691.103,2	0,84%	39,2%
ago/97-ago/98	6.785	684.318,2	0,98%	34,4%
ago/98-ago/99	5.802	678.516,2	0,85%	33,2%

Obs.: * A área florestal foi calculada de acordo com o Almanaque Abril Brasil (2001), onde a vegetação cerrado ocupa 40%, a Floresta Amazônica ocupa 50% e 10% são ocupados pelo pantanal da área do Estado do Mato Grosso (906.806,9 Km²).

** As taxas de desmatamento estaduais foram calculadas na relação do desmatamento anual com a área florestal do ano anterior.

Fonte: Elaboração própria a partir do desmatamento da Amazônia Legal (INPE, 2001).

Uma vez que na ausência do projeto, 1.400 ha seriam convertidos para outros usos com a taxa anual de desmatamento de 0,92%, calculou-se que no período de 2000-2040 as emissões evitadas (EE_B) com o projeto, definidas pela equação (4), serão:

$$EE_B = 1.400 \times (1 - (1 - 0,0092)^{40}) \times 210 \approx 90.864 \text{ t C}$$

Se cada tonelada de carbono fosse avaliada por um mercado de carbono hipotético em US\$ 10, a preservação adicional de 20% de 7.000 ha poderá valer cerca de US\$ 908.640 (90.864 t C × US\$ 10 / t C) em 40 anos, ou US\$ 22.716 por ano (US\$ 908.640 / 40 anos), ou US\$ 129,8 por hectare (US\$ 908.640 / 7.000 ha), ou US\$ 3,24 por hectare ano (US\$ 908.640 / (7000 ha × 40 anos)).

Se mantivermos os valores investidos, US\$ 12.000.000, pode-se afirmar que neste projeto o custo por tonelada de carbono devido ao desmatamento evitado é de cerca de US\$ 132,00. Este valor provavelmente não seria um preço competitivo para as projeções do mercado de carbono de acordo com o MCT (BNDES, 1999), US\$ 10,00 / t C, tornando o projeto inviável do ponto de visto estrito do mercado de carbono.

3.4 – PROJETO DE SEQÜESTRO DE CARBONO DA ILHA DO BANANAL E SEU ENTORNO

3.4.1 – Apresentação do Projeto

A área do Projeto de Seqüestro de Carbono da Ilha do Bananal e seu Entorno (PSCIB) se localiza no sudoeste do Estado do Tocantins. A Ilha do Bananal é a maior ilha fluvial do mundo, com uma área de 1.908.130 milhões de hectares, onde 82% são cerrados (1.562.150 ha) e 18% são florestas (345.980 ha). O projeto tem 260 mil hectares e deverá imobilizar 25 milhões de toneladas de carbono até 2022. A área de abrangência do projeto inclui cinco municípios a norte e a leste da Ilha do Bananal, que fazem parte da Área de Proteção Ambiental do Cantão⁹⁹ e/ou do Parque Nacional do Araguaia¹⁰⁰ (REZENDE, 2000). O Parque Nacional do Araguaia ocupa 30% da Ilha do Bananal, 557.714 ha. Os outros 70% da ilha são ocupados pelo Parque Indígena do Araguaia, 1.350.416 ha (IBAMA, 2001).

O projeto participou e venceu uma concorrência internacional organizada pela Natural Resources International, buscando atender um pedido da Fundação AES-Barry de um projeto que absorvesse 7 milhões de toneladas de carbono. O “Projeto de Seqüestro de Carbono da Ilha do Bananal e seu Entorno – PSCIB” da ONG Instituto Ecológica ganhou, envolvendo uma colaboração técnica-científica entre a ONG, o Governo de Tocantins e o IBAMA. A aplicação de sistemas de manejo florestal que pretende gerar 25.000.000 toneladas de créditos de carbono em 25 anos é composta (REZENDE, 2000):

- a) da preservação de 200.000 ha de florestas do Parque Nacional do Araguaia (PNA) e do Parque Estadual do Cantão (PEC);
- b) do reflorestamento e regeneração de 60.000 ha¹⁰¹ do Parque Estadual do Cantão e em 5 municípios dentro da zona de influência do projeto e;
- c) da implantação de sistemas agro-florestais em 3.000 ha.

⁹⁹ Não foram encontrados dados sobre a APA e do Parque do Cantão na página da Internet do IBAMA (2001).

¹⁰⁰ Parque criado pelo decreto nº 47.570 de 31 de dezembro de 1959 (IBAMA, 2001).

¹⁰¹ Numa primeira análise, a definição dos 60.000 ha como reflorestamento e regeneração deve ser separada, pois as taxas de absorção de carbono de uma floresta em regeneração e de um reflorestamento são diferentes, além de diferentes níveis de saturação.

O projeto envolve a criação de infra-estrutura como a construção de um centro de pesquisa e da instalação de um sistema de monitoramento ambiental computadorizado; definição de metodologias para a quantificação dos créditos de carbono; implementação de um programa de educação ambiental, com escolas e a comunidade da zona de influência; elaboração do diagnóstico sócio-ambiental da região e; a elaboração da Revisão Regional de Alternativas Econômicas. Também cabe destacar a implantação de dois viveiros, com capacidade de produção anual de 120.000 mudas, que são especializados na produção de árvores economicamente úteis e arbustos (*i.e.*, madeira regional, plantas medicinais, forragem e espécies frutíferas), o que possibilitará vender mudas para o reflorestamento anual de 800 ha em toda a zona de influência do projeto (REZENDE, 2000).

O Projeto de Seqüestro de Carbono da Ilha do Bananal e seu Entorno realizou estudos muito importantes para o conhecimento científico mundial na quantificação de biomassa, pois, como anteriormente alegado, estes estudos são recentes e raros nos países em desenvolvimento. Foram realizados cálculos de fitomassa arbustiva de quatro diferentes tipologias vegetais, assim como a análise do teor de carbono nas diferentes partes das árvores; os resultados se encontram na Tabela 16.

Tabela 16 – Resultados do Projeto de Seqüestro de Carbono da Ilha do Bananal e seu Entorno.

Vegetação	Tonelada de carbono por hectare (t C/ha)	Teor médio de carbono
Floresta de terra firme	100,50	45%
Floresta alagável	88,73	45%
Cerrados	26,32	45%
Campos	6,16	45%
Obs.: REZENDE (2000) utilizou no cálculo de carbono por hectare com um teor de carbono de 50%.		
Fonte: Elaboração própria baseada em REZENDE (2000).		

Outro dado muito importante é a conclusão de que o teor de carbono médio destas formações vegetais é de 45%, ao contrário do que mundialmente utilizam-se, 50%¹⁰². A diferença parece pequena, mas quando se fala em grandes áreas os erros acumulam, gerando grandes diferenças (*i.e.*, no próprio projeto gera um erro de

¹⁰² O próprio REZENDE (2000) utilizou um teor de carbono de 50% nos cálculos das emissões de carbono.

4,47%, ou 900.000 toneladas nos estoques de carbono dos 200.000 ha de florestas). Esta taxa de teor de carbono na biomassa é uma importante conclusão do trabalho de REZENDE (2000).

De acordo com REZENDE (2000), em 25 anos a estimativa de seqüestro e a garantia da preservação dos estoques de carbono no PSCIB foram calculadas 25.110.000 t C, considerando-se as seguintes componentes:

1. preservação de 200.000 ha, incluindo florestas de terra firme e florestas alagadas: $200.000 \text{ ha} \times 105 \text{ t C /ha} = 21.000.000 \text{ t C}$;
2. regeneração de 60.000 ha de áreas de florestas e cerrado: $60.000 \text{ ha} \times 65 \text{ t /C}^{103} = 3.900.000 \text{ t /C e}$;
3. implantação de Sistemas Agroflorestais: $3.000 \text{ ha} \times 70 \text{ t C /ha}^{104} = 210.000 \text{ t C}$.

A área estuda tem quatro unidades de conservação: três parques (o Parque Estadual do Cantão, o Parque Nacional do Araguaia, o Parque Indígena do Araguaia) e uma Área de Proteção Ambiental (APA do Cantão) que se sobrepõem. Fica a dúvida de quantos hectares em cada unidade de conservação o projeto está pleiteando créditos. O projeto tem duas fases e o Parque Indígena do Araguaia não está incorporado na primeira fase, mas pretende-se, junto a FUNAI, incorporá-lo na segunda fase.

Se por um lado, o projeto utiliza a Ilha do Bananal, que é o que se entende pelo nome do projeto, não existe adicionalidade para a mudança do clima, pois a ilha é inteiramente ocupada por parques (Parque Nacional do Araguaia e pelo Parque Indígena do Araguaia), que já garantem a proteção destas áreas sem intervenções adicionais humanas. Por outro lado, a permanência destes estoques de carbono florestal estão garantidos, uma vez que os parques são protegidos por lei.

A maior dificuldade na análise deste projeto é a identificação das áreas contempladas pela conservação. Não existe compra de terras. Devido as grandes dificuldades acima citadas, o projeto se intitula de caráter científico-social.

Cabe destacar que a área do estudo (5.087.387 ha) parece ser compatível com a área do projeto (260.000 ha), neste caso os vazamentos podem ser monitorados e, se medidas corretas forem aplicadas, poderão ser minimizados e contabilizados. Entretanto, os vazamentos devem ser pequenos porque não se imagina que áreas de

¹⁰³ REZENDE (2000) não deixa claro a referência deste aumento na biomassa da regeneração das florestas e do cerrado.

parques nacionais e estaduais estejam sujeitas a mudanças radicais no uso da terra. As iniciativas sócio-ambientais incorporadas no projeto são essenciais para o desenvolvimento de novas tecnologias e capacitação da população local, o que pode mudar o sistema de uso da terra, diminuindo a pressão sobre as florestas, caminhando no sentido do desenvolvimento sustentável local. Porém, as propostas de atividades que gerem desenvolvimento sustentável não são claras.

REZENDE (2000) ainda formula a hipótese de que, se a taxa de desmatamento for reduzida de 0,82% ao ano para 0,5% ao ano, terá um ganho adicional de 6.228.588 t C. Porém, não explica os cálculos que fez para chegar a este número. Inspirado nesta hipótese, este trabalho de tese desenvolveu o Cenário A, onde na ausência do projeto a taxa de desmatamento da área estudada seria maior do que na presença do projeto.

3.4.2 – Método de Análise

Neste cenário, na ausência do projeto a taxa de desmatamento continuará a mesma do período de 1986-1998 entre 1999-2024 para a área controlada, 5.087.387 ha.

No Cenário A, a execução do projeto prevê que a taxa de desmatamento diminuirá para 0,5%, sem adquirir nenhuma área para a preservação. As áreas da Ilha do Bananal, 1.908.130 ha (Parque Nacional do Araguaia e no Parque Indígena do Araguaia), não contará como emissões evitadas, uma vez que este cenário não considera a preservação de parques como atividade antrópica adicional no sentido da mitigação da mudança do clima¹⁰⁵. A área a ser beneficiada com o projeto é de 3.179.287 ha (5.087.387 ha – 1.908.130 ha).

Para efeito de cálculo, 90% da área contemplada no projeto são cerrados com 26 t C /ha e 10% da área são florestas de terra firme com 100 t C /ha (REZENDE, 2000). As emissões evitadas serão a diferença entre as emissões projetadas com as taxas de desmatamento de 0,86% e 0,50%, expressa pela seguinte equação:

$$EE = A \times ((1 - tx_2)^n - (1 - tx_1)^n) \times (0,9 \times 26 + 0,1 \times 100) \quad (5)$$

¹⁰⁴ REZENDE (2000) não deixa claro a referência deste valor de biomassa.

¹⁰⁵ Esta hipótese tem razão de ser, uma vez que tratados internacionais não podem desmerecer leis nacionais, ou então, estariam contrariando a soberania e incentivando o desrespeito às leis.

Onde;

- ✓ EE, emissões evitadas com o projeto (ha);
- ✓ A, representa a área do estudo (ha);
- ✓ tx_1 , taxa de desmatamento considerada sem o projeto;
- ✓ tx_2 , taxa de desmatamento considerada com o projeto e;
- ✓ n, período de anos do projeto (anos).

Abaixo formulou-se medidas e atividades que poderiam contribuir para a diminuição da taxa de desmatamento. O Programa de Desenvolvimento Sustentável dos Entornos da Ilha do Bananal hipotético, é um grupo de atividades e medidas multidisciplinares desenvolvidas nas comunidades locais, sem limitação aos recursos naturais. Entre as atividades, destacam-se:

1. conscientização e educação ambiental das comunidades (*i.e.*, Formulação do Programa de Coleta Seletiva do lixo junto às prefeituras, Fundação da Cooperativa de Reciclagem e Compostagem etc.);
2. desenvolvimento de programas de capacitação com técnicas mais intensivas para os produtores das atividades relacionadas à agropecuária (*i.e.*, utilização da compostagem da coleta seletiva para a fertilização dos pastos, parcerias com a Universidade Local para pesquisa e desenvolvimento, transferência de tecnologias em parceria com a EMBRAPA etc.);
3. desenvolvimento de programas de capacitação para a implantação de sistemas agroflorestais (*i.e.*, dois cursos anuais de treinamento de sistemas agroflorestais em parceria com a EMBRAPA, parcerias com a Universidade Local para pesquisa e desenvolvimento etc.);
4. incentivo à utilização de produtos do cerrado e das florestas (*i.e.*, Fundação do Centro Comunitário de Produtos Artesanais das Comunidades Ribeirinhas, bem como a formulação da logística para a coleta e venda dos produtos artesanais na Internet etc.);
5. introdução de técnicas de plantações florestais para fins energéticos e carvão vegetal (*i.e.*, 2 seminários regionais no em parceria com a Sociedade Brasileira de Silvicultura etc.) e;
6. suporte técnico a todas atividades desenvolvidas com a instalação de um centro de pesquisa e de dois viveiros florestais com espécies nativas e exóticas no centro de Pesquisa e serviços do Canguçu – Pium - TO.

REZENDE (2000) estudou 5.087.387 ha obtendo a Tabela 17, de onde conclui-se que a taxa média anual de desmatamento entre 1986-1998 foi de 0,82% (((4,13 /500) + (3,53 /400) + (2,21 /300)) /3).

Tabela 17 – Desmatamento na área do projeto da Ilha do Bananal.

Período	Área desmatada (ha)	% da área total
Até 1986	268.364	5,28%
1986-1991	209.928	4,13%
1991-1995	179.649	3,53%
1995-1998	112.646	2,21%
Total	770.587	15,15%

Fonte: Rezende (2000).

Entre 1986 e 1998, 15,15% já foram desmatados, restando 84,85% não antropizada (REZENDE, 2000). Considerando que esta mudança no uso do solo não ocorreu nos Parques, a área do Cenário A que não se encontra antropizada é cerca de 2.697.600 ha (3.179.257 ha × 84,85%).

Com a implantação do projeto e se nenhum vazamento for verificado, as emissões evitadas com o projeto, da Equação 5, são:

$$EE = 2.697.600 \times ((1-0,0050)^{25} - (1-0,0082)^{25}) \times 33,4$$

$$EE \approx 6.150.315 \text{ t C}$$

Em termos econômicos isto equivaleria a US\$ 61.503.094 em 25 anos, supondo que cada crédito de carbono evitado seja comprado por US\$ 10. Se todo este dinheiro for gasto no Programa de Desenvolvimento Sustentável dos Entornos da Ilha do Bananal (PDSIB), cerca US\$ 2.400.123 anuais poderão ser aplicados nos programas do PDSIB (US\$ 61.503.094 /25 anos), ou US\$ 19,34 serão alocados por hectare em 25 anos (US\$ 61.503.094 /3.179.257 ha), ou cerca de US\$ 0,78 por hectare ano da área contemplada pelo PDSIB (US\$ 61.503.094 /(3.179.257 ha × 25 anos)). Comparado à preservação de áreas florestais percebe-se que este Cenário requer esforços muito maiores e os retornos são menores (US\$ 0,78 /ha.ano).

Este Cenário A é perfeitamente aceito no conceito de adicionalidade e desenvolvimento sustentável estudados durante esta dissertação. Se plausível, também é um bom exemplo para a possibilidade da obtenção de créditos de carbono através do desmatamento evitado sem a criação de áreas protegidas, que pouco agem efetivamente no contexto do desmatamento. Entretanto, não se sabe se o Cenário A, com suas supostas propostas de desenvolvimento sustentável e

complexidade das atividades multidisciplinares, é realizável e se realmente poderão gerar tais diminuições nas taxas de desmatamento.

Um benefício sócio-ambiental que o projeto pode gerar é a sinergia dos parques envolvidos com a vizinhança. Por exemplo, os entornos do Parque Nacional do Itatiaia¹⁰⁶ no Estado do Rio de Janeiro estão desflorestados. O contraste do Parque Nacional do Itatiaia com o uso das terras vizinhas tem um impacto visual negativo, gerando um desconforto para o turista que procura lazer junto à natureza. Neste sentido, o Cenário A pode mudar um quadro similar que ocorre nos entornos da Ilha do Bananal. Outra conclusão do exemplo do Parque Nacional do Itatiaia, é ilustrar que a conservação de uma área não implica na conservação dos seus entornos, principal crítica aos projetos de conservação florestal, destacadamente na preservação.

No Cenário A os vazamentos deverão ser pequenos, uma vez que não há limitação aos recursos naturais. O controle dos vazamentos é relativamente abrangente e de fácil monitoramento, uma vez que a área do estudo (5.087.387 ha) é contemplada por conjuntos de três imagens de satélite para cada ano analisado (REZENDE, 2000).

Quanto à permanência, os benefícios do Cenário A proporcionariam as mesmas externalidades positivas para a mitigação da mudança do clima que projetos energéticos que visem à eficiência. Contudo, os riscos deste projeto são maiores, uma vez que os biomas estão sujeitos ao risco de falta de permanência (*i.e.*, incêndios florestais, invasões).

Ainda relativo aos riscos, se a taxa de desmatamento não for alcançada, as emissões evitadas deverão ser recalculadas. Caso a meta seja cumprida, não existe metodologia que quantifique qual foi respectiva participação do Cenário A na redução do desmatamento e a tendência normal. Contudo, este projeto poderá gerar vazamentos positivos, caso as metas sejam superadas ou a abrangência dos programas gerem impactos em outras áreas não contempladas. Neste caso, uma reavaliação das emissões evitadas também deverão ser conduzidas.

¹⁰⁶ Parque situado no Rio de Janeiro e Minas Gerais com 30.000 ha, criado pelo decreto n° 1713, de 14 de junho de 1937 (IBAMA, 2001).

4 – CONCLUSÕES

Se por um lado, o Protocolo de Quioto, analisado no Capítulo 1, constitui um modesto passo em direção à estabilização das emissões globais de gases causadores do efeito estufa (GEE), por outro é um grande passo na estabilização das emissões dos países industrializados, uma vez que os países do Anexo I assumiram compromissos de redução de suas emissões em relação ao ano de 1990, sendo que neste ano foram responsáveis por cerca de 67% das emissões globais (IEA, 1998). Porém, os benefícios do Protocolo de Quioto ficaram reduzidos com a saída dos Estados Unidos¹⁰⁷. Se forem consideradas as responsabilidades históricas, os países industrializados têm maior influência na mudança do clima¹⁰⁸.

Na COP-7, realizada em Marraqueshe, Marrocos, 2001, ficou definido que todas atividades de LULUCF serão aceitas entre os países do Anexo I. Nestes países, em geral, ocorreram ações antrópicas há muitas décadas, resultando que suas florestas estão em crescimento, absorvendo grandes quantidades de carbono. As taxas de absorções líquidas devem aumentar até o período de compromisso do Protocolo de Quioto, facilitando o cumprimento de suas metas sem medidas adicionais (JONAS *et al.*, 2000). O uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura (LULUCF) é relativamente inverificável devido as grandes incertezas em grandes escalas¹⁰⁹, diminuindo a integridade ambiental do Protocolo de Quioto. Pode-se concluir que, os benefícios do Protocolo de Quioto ficaram reduzidos, uma vez que o LULUCF foi aceito nos compromissos dos países do Anexo I e os Estados Unidos se retiraram.

Quanto às incertezas relacionadas ao LULUCF, segundo NOBLE e SCHOLLES (2001), não há razão para que os fluxos biosféricos não alcancem precisão comparável ao dos combustíveis fósseis, restando considerar os custos de monitoração. Recentemente, fluxos de carbono biosféricos e reservatórios têm sido estudados em nível acadêmico, porém a rede de instituições estabelecidas não é consistente, gerando poucos dados (*id.*). Os custos das medidas deverão diminuir com o desenvolvimento dos novos

¹⁰⁷ Responsáveis por cerca de 34% das emissões dos países do Anexo I no ano de 1990, ou seja, 23% das emissões globais (IEA, 1998).

¹⁰⁸ No sentido de responsabilidades históricas ver ROSA e RIBEIRO (2001).

¹⁰⁹ A inclusão do LULUCF gerou incertezas da ordem de 129% na contabilidade total de carbono da Rússia (NILSSON *et al.*, 2001).

métodos, bem como através de economia de escala. Neste sentido, a inclusão das atividades de LULUCF no Protocolo deve promover o desenvolvimento do conhecimento científico e a conseqüente diminuição das incertezas associadas. No Brasil, as iniciativas intergovernamentais (*i.e.*, LBA) e particulares (*i.e.*, Ecológica) contribuirão para o entendimento das florestas tropicais em relação à mudança do clima.

Analisando pragmaticamente, pode-se concluir que é questionável o uso de atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura no controle das emissões de GEE. As emissões do consumo de combustíveis fósseis são essencialmente unidirecionais e de origem antrópica, bem como os reservatórios de petróleo são limitados e futuramente outras fontes de energia serão necessárias para sustentar as atividades humanas. Contudo, os fluxos de carbono entre os biomas terrestres e a atmosfera são bidirecionais e muito dinâmicos, logo suas emissões são relativamente reversíveis no médio prazo. Em uma análise econômica, a razão para se utilizar biomas terrestres na redução das emissões, se justifica em minimizar os impactos econômicos da mudança da matriz energética sobre a economia mundial.

Quanto à inclusão dos sumidouros e reservatórios de carbono como compensação de emissões para mitigação do clima, tratado no Capítulo 2, é uma responsabilidade que deve ser garantida permanentemente. Neste sentido, conclui-se que os reservatórios de carbono florestais concentrarão ainda mais os recursos naturais sob uso dos grandes poluidores, pois continuarão consumindo os estoques de carbono das rochas (petróleo) e passarão a “controlar” estoques de carbono de biomas terrestres. Em outros termos, as impressões digitais (“finger prints”) dos maiores poluidores na mudança do clima aumentarão, bem como os riscos de emissões futuras destes reservatórios, *i.e.*, incêndios, pestes, mudanças climáticas. Apesar do risco ser considerável, conclui-se que estas perdas podem ser reversíveis no médio prazo, exceto os impactos da mudança do clima sobre as características físicas dos biomas.

O MDL deveria ser um mecanismo que, em primeiro lugar, gerasse desenvolvimento sustentável com externalidade positiva de redução nas emissões de gases causadores do efeito estufa. Durante este trabalho, percebeu-se que a lógica de mercado inverte as prioridades, diminuindo os benefícios locais que o desenvolvimento sustentável deveria gerar. Em uma análise crítica, conclui-se que o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é um mecanismo em que os países em desenvolvimento irão

diminuir os custos da redução das emissões dos países desenvolvidos, ao contrário da proposta de penalidade que o Fundo de Desenvolvimento Limpo planejou. Sob outra ótica, o MDL diminuirá os custos de implantação de um futuro mercado de carbono, ao mesmo tempo em que passará a integrar os países em desenvolvimento num possível mercado de carbono.

Portanto, os benefícios do MDL são questionáveis, uma vez que se baseia em novos conceitos pouco maduros e difundidos. Tal conclusão se baseia nos estudos de caso realizados nesta tese. Emissões evitadas, adicionalidade, linha de base e vazamentos são conceitos que necessitam de metodologias e podem ser facilmente manipuláveis em nível de projeto. O IPCC reconhece que esta metodologia incentiva a supervaloração dos benefícios em nível de projeto (SR-LULUCF, 2000). O conceito de desenvolvimento sustentável, critério básico do MDL, também é complexo, sendo difícil de medir com a mesma objetividade do retorno financeiro dos projetos, ainda mais quando envolve grandes quantias monetárias.

A hipótese inicial deste trabalho se confirma parcialmente. Os projetos de conservação florestal inspirados na metodologia do MDL podem ser uma ferramenta na diminuição das emissões de GEE, porém os benefícios não são nas proporções em que vêm sendo divulgados. Na forma em que foram concebidos, os projetos não são de emissões evitadas e sim a locação temporária de estoques de carbono florestal. Não foi constatada nenhuma alteração das taxas de desmatamento com a implementação dos projetos, que seria benefício esperado para a redução das emissões globais de GEE, aumentando a absorção líquida global dos biomas terrestres. Caso conservação florestal fosse incluída no MDL levantaria mais problemas à integridade ambiental do mecanismo.

No atual contexto científico e político, a conservação florestal realmente não deveria ser incluída no MDL, assim como atividades de aflorestamento e reflorestamento, que, ao contrário, foram incluídas. Estas atividades de aflorestamento e reflorestamento podem diminuir a importância do mecanismo em acelerar a evolução da matriz energética dos países em desenvolvimento para outra mais limpa, pois, com custos menores e grandes quantidades de carbono¹¹⁰, são mais atrativas ao investidor. As questões metodológicas das atividades de conservação florestal aqui estudadas se

¹¹⁰ Os únicos projetos energéticos que apresentam as mesmas potencialidades são os relacionados com a captura de gases fugitivos.

repetem nas atividades de aflorestamento e reflorestamento (AR). Linha de base e adicionalidade¹¹¹ são conceitos extremamente relativos e a tendência é escolher pelas que supervaloram os benefícios do projeto em termos de quantidades de carbono, sem que haja tal benefício para a mitigação da mudança do clima. A questão da permanência é outro ponto crucial nas atividades de LULUCF, a compensação de emissões deve gerar um benefício líquido para a mitigação da mudança do clima e assim os projetos devem garantir a permanência dos estoques de carbono florestais muito além do período do contrato do projeto. Caso os estoques de carbono se percam no futuro, o benefício global será nulo, invalidando as atividades, como visto na Seção 2.5. Os vazamentos se mostram inevitáveis em nível de projeto. A criação de um reservatório florestal de carbono numa área não significa que não haverá diminuição de outros reservatórios florestais de carbono. Neste sentido, apenas projetos em nível nacional e regional poderão minimizar este problema. Quanto ao desenvolvimento sustentável, definições precisam ser estabelecidas para o julgamento dos projetos de aflorestamento e reflorestamento. Cabe lembrar que na forma em que o MDL foi concebido, o desenvolvimento sustentável tem que ser a contrapartida ao país anfitrião. Neste sentido as atividades devem ter caráter permanente com sustentabilidade social, econômica e ambiental que deverão estar intrinsecamente vinculadas aos projetos.

Caso a conservação florestal fosse aceita no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, os projetos desenvolvidos no Brasil provavelmente não se adequariam aos critérios de emissões evitadas (linha de base e adicionalidade) e desenvolvimento sustentável. A falta de adequação dos projetos brasileiros aos critérios básicos, revela um desconhecimento dos conceitos entre as partes destes projetos. Tal fato deve ser explicado pelas seguintes premissas: (a) o recente avanço das ciências relacionadas à mudança do clima e seus novos conceitos; (b) o pioneirismo das atividades e; (c) a falta de metodologias e normas, uma vez que o MDL ainda não estava regulamentado. Conclui-se, assim, que no sentido da mitigação da mudança do clima é necessário o estabelecimento de normas e metodologias e a difusão dos conceitos entre os atores.

Nas análises dos estudos de caso deparou-se com incertezas nos inventários florestais, quantidade de biomassa relacionadas às florestas brasileiras, controle e

¹¹¹ O conceito de adicionalidade varia com os interesses políticos vigentes, por exemplo, financiar com recursos do MDL empresas que já vêm promovendo o reflorestamento é adicional para a mitigação da mudança do clima?

redução do desmatamento, adicionalidade e vazamento, gerando grandes problemas associados às atividades florestais de conservação. As atividades que estão em áreas de preservação permanente, não corroboram como adicionalidade na mitigação da mudança do clima, pois, teoricamente, já deveriam estar ocorrendo.

Relativo a mensuração dos estoques de carbono das florestas brasileiras, existe pouca literatura com dados de biomassa¹¹², empobrecendo as suposições iniciais dos projetos, aumentando as incertezas. Os projetos em andamento deverão enriquecer estes bancos de dados sobre florestas tropicais, uma vez que incluem a quantificação dos estoques de carbono. Como estudado na Seção 3.4, deve-se rever a adoção da taxa de carbono das florestas como sendo 50% da biomassa seca, uma vez que, um projeto aqui estudado verificou que a taxa de carbono das vegetações locais é de 45%. Tal fato ilustra que, uma incerteza associada à pequenos números gera grandes erros. Além da quantificação de biomassa das florestas dos estudos de caso, recomenda-se a monitoração dos fluxos de carbono, fornecendo subsídios para futuras discussões.

Quanto à questão da permanência dos reservatórios florestais, no Brasil a criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural é uma forma de garantir a permanência das emissões evitadas dos projetos florestais. Contudo, não se pode aplicar tal critério na escolha dos projetos de desmatamento evitado, pois o risco de saturar áreas com a criação de muitos parques é alta, diminuindo a disponibilidade de terras, aumentando seus respectivos custos e a pressão antrópica sobre as terras não protegidas, além disso as legislações variam internacionalmente.

A adicionalidade dos projetos mostrou características radicalmente diferentes, em dois projetos a adicionalidade foi pequena, uma vez que estão em áreas com pouca pressão antrópica ou já preservadas por lei (i.e., parques nacionais), em outro a adicionalidade foi grande, pois está no arco de desmatamento da Amazônia, mas os seus vazamentos são impossíveis de serem contornados.

Durante os estudos de caso, percebeu-se que existe uma certa confusão entre sequestro de carbono e emissões evitadas. Na mídia, os projetos se intitulam como sumidouros de carbono, enquanto a maior parte dos créditos propostos seriam,

¹¹² Principalmente na Mata Atlântica, pois os esforços estão concentrados na Amazônia.

teoricamente, das emissões evitadas do desmatamento dos reservatórios de carbono florestais.

Os estudos de caso se mostram basicamente preservacionistas. Na forma na qual os projetos foram propostos, pode-se fazer uma analogia a um projeto que compre e proteja um poço de petróleo, e que afirme que isto evitaria a emissão integral daquele estoque de carbono. Com relação à afirmação de que projetos florestais e os projetos energéticos no MDL teriam os mesmos problemas, não se confirma nos projetos de preservação, onde existe limitação ao acesso dos recursos naturais (Figura 15).

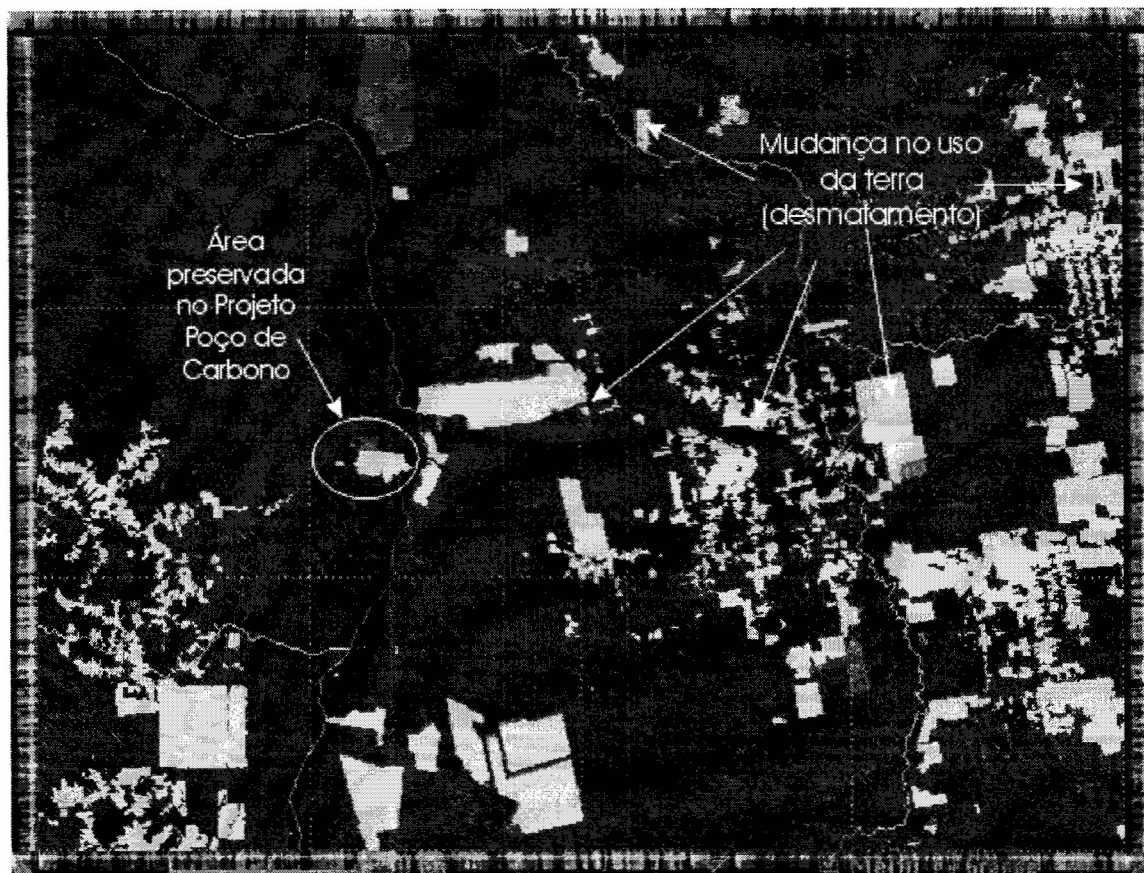


Figura 15 – Imagem da área do projeto Poço de Carbono. Como afirmar que a limitação aos recursos naturais (preservação) altera a taxas de desmatamento municipais e estaduais? Muitas vezes o efeito é marginal ou é impossível evitar os vazamentos das emissões evitadas. Fonte: imagem adaptada a partir do banco de imagens MOSAICO (2001).

Na forma em que os projetos foram elaborados, as áreas adjacentes ao projeto de preservação não deverão ser influenciadas, a não ser o custo das terras, que deve aumentar. Conclui-se que, para a mitigação da mudança do clima, os projetos de preservação florestal verificáveis deveriam ser proporcionalmente grandes em relação cobertura vegetal remanescente, em lugares com geografia e atividades econômicas similares, sob grandes pressões antrópicas (*i.e.*, fronteiras agrícolas). Na escala em que foram desenvolvidos, não se pode afirmar que exista influência efetiva dos projetos na redução das taxas de desmatamento regionais e ou municipais, seja por envolver áreas muito extensas, muito conservadas ou preservadas, fatores geográficos e políticos e pela falta do entendimento do fenômeno sócio-econômico que gera a mudança no uso da terra. Uma vez que preservação florestal não altera diretamente as taxas de desmatamento locais e estaduais, os vazamentos na preservação florestal em nível de projeto não podem ser evitados (Figura 15).

Na literatura científica estes projetos são discutidos como conservação florestal, com pouca distinção com a preservação florestal. Preservação é a proteção integral dos recursos naturais, evitando toda e qualquer atividade antrópica no meio ambiente, limitando o uso dos recursos naturais. Conservação é utilização do meio ambiente da forma menos agressiva possível, conceito que fundamentou o termo desenvolvimento sustentável¹¹⁵.

No conceito usado no âmbito científico de emissões evitadas através da conservação florestal, devem-se propor medidas claras no sentido de diminuir a demanda por produtos florestais e terras, distinguindo-o da preservação florestal. Talvez esta diferenciação tornasse a discussão menos confusa. O desenvolvimento de uma gama atividades com intuito de mudar os padrões de uso da terra deverão ter impactos positivos. Neste sentido, este trabalho elaborou um cenário no estudo de caso da Seção 3.4 com uma relação teórica entre conservação e emissões evitadas e concluiu-se que é possível evitar o desmatamento sem proteger áreas florestais.

Quanto à diminuição efetiva das taxas de desmatamento, considera-se que esta deve partir da mudança de paradigma do uso da terra, com uma gama de medidas que visem gerar desenvolvimento sustentável, implantação de tecnologias mais eficientes e/ou novas, capacitação das comunidades locais, valoração dos produtos artesanais

¹¹⁵ Conceitos esclarecidos pela ambientalista Heloisa Helena Santos Pereira.

etc. Desta forma será possível gerar desenvolvimento sustentável efetivamente, conseqüentemente, as taxas de desmatamento deverão diminuir. A recíproca não é verdadeira.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo foi visto por muitos como a salvação das florestas tropicais, que estão rapidamente sendo desmatadas. Atividades ligadas ao uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura (LULUCF) estão casando a preservação e a conservação florestal com a mitigação da mudança do clima, formando um mercado promissor e dinâmico. Nesta dissertação, avaliou-se de forma mais precisa a participação de três projetos de preservação florestal desenvolvidos no Brasil que objetivam mitigar a mudança do clima. Considerando as adicionais¹¹⁶, verificou-se que os projetos podem ser ferramentas para o controle do efeito estufa, porém sua importância é muito menor do que vem sendo divulgada.

Tabela 18 – Avaliação feita sobre os cenários desenvolvidos para os projetos estudados.

	Ação Contra o Aquecimento Global	Poço de Carbono	PSCIB
Cenário	B3	B	A*
Emissões evitadas e absorvidas	90.246 t C	90.864 t C	6.150.315 t C
Adicionalidade	Pequena	Grande	Média
Vazamento	Poucos	Muitos	Poucos
Desenvolvimento Sustentável	Pouco	Médio	Bastante

Obs.: * O cenário construído apresenta questões a serem revistas se são factíveis.

Tal fato esclarece que o MDL não deveria ter sido visto como um instrumento que custearia integralmente a preservação florestal. Futuramente, quaisquer outros mecanismos financeiros, que casem a conservação e a preservação florestal com o controle do efeito estufa, devem ser incorporados como instrumentos adicionais para a viabilização da conservação e preservação florestal. Assim, somando-se a outros mecanismos existentes, existe a possibilidade de reduzir as taxas de desmatamento. Cabe destacar que, na forma em que estes projetos foram esquematizados, verificou-se que a preservação florestal tem pouca ou nenhuma influência sobre as taxas de desmatamento, principal argumento que justifica a inclusão de tal atividade na redução do aquecimento global.

¹¹⁶ Ver Seção 2.4.

Bibliografia

- AGARWAL, A., NARAIN, S., 1998. *Global Warming: in an unequal world*. New Delhi: Centre for Science and Environment.
- ALMANAQUE ABRIL BRASIL, 2001. *Brasil 2001*. Ed. Abril. São Paulo – SP.
- AMERICAN LANDS ALLIANCE, 1999. *Climate Change Policy and Forest Conservation: Goals and Standards for Forest Sequestrations*. March 1, 1999. American Lands Alliance, no endereço da Internet www.americanlands.org/forestwebb/CO2_pos.html, visitado em 31 de Janeiro de 2001.
- AURÉLIO, 1986. *Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro/RJ: Editora Nova Fronteira. 2ª edição revisada.
- BERNOW, S., KARTHA, S., LAZARUS, M., PAGE, T., 2000. *Cleaner generation, free riders, and environmental integrity: Clean Development Mechanism and the Power Sector*. Tellus Institute and Stockholm Environment Institute-Boston Center, an analysis for the World Wildlife Fund. Endereço da Internet www.tellus.org/seib/publications/CDM/_Renewables&FreeRiders.pdf, em janeiro de 2001.
- BNDES, 1999. *Efeito Estufa e a Convenção sobre a Mudança do Clima*. Publicado por: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social: Assessoria Especial de Meio Ambiente & Ministério da Ciência e Tecnologia: Coordenação de Pesquisa em Mudança do Clima.
- BODEGOM, A.J., SAVENIJE, H.J.F., TOL, G., 2000. *The challenge of including forests as sinks within the clean development mechanism*. International Agricultural Centre, national Reference Centre for Nature Management. Wageningen, Holanda. Endereço da Internet www.minlnv.nl/thema/groen/natuur/beheer/internationaal/notatgnbn04.pdf, abril de 2001.
- BRIGADÃO, C. 1992. *Dicionário de Ecologia*. Rio de Janeiro/RJ: Toplooks.
- BROWN, I.F., MARTINELLI, L.A., THOMAS, W.W., MOREIRA M.Z., FERREIRA, C.A.C., VITORIA, R.A. 1995. "Uncertainties in the biomass of Amazonian Forest: an example from Rondônia, Brazil", *Forest Ecology and Management*, vol. 75 pg. 175-189.
- BROWN, S. B., SCHOEDER, P., KERN, J. S., 1999. "Spatial distribution of biomass in forest of the eastern USA", *Forest Ecology and Management*, v.123, n.2/3, p.81-90, jan.1999.
- BROWN, S.B, 2000. *Forests and climate change role of forest lands as carbon sinks*. US Environmental Protection Agency. Endereço da Internet <http://www.fao.org/montes/foda/wforcong/publi/v1/t4e/1-1.htm>, novembro de 2000.
- BROWN, S., LUGO, A.E., CHAPMAN, J., 1986. "Biomass of tropical tree plantations and its implications for the global carbon budget", *Canadian Journal of Forest Research*, v.16, n.2, p.390-4, abr.1986.
- CANADELL, J., MOONEY, H.A. 1999. "Ecosystem metabolism and the global carbon cycle", *Tree*, vol. 14, no. 6, june 1999.

- CENTENO, J.C. 2001. 'Opinions: The need to reforest the Earth', *Climate Change and Forestry Mailing List*, No. 10/2001, 25 julho de 2001. Lista de mensagens da FAO, Food and Agriculture Organization. Página da Internet www.fao.org/forestry/climate, novembro de 2001.
- CHOMITZ, K.M. 2000. *Evaluating carbon offsets from forestry and energy projects: How do they compare?* Development Research Group, World Bank. Policy, Research working paper ; no. . WPS 2357. Página da Internet www.worldbank.org, janeiro de 2001
- CLEVELÁRIO, J.J., BARROS, N.F., SANTOS, L.A., COSTA, L.N. 1998. "Biomassa e balanço de Nutrientes na Bacia do Rio da Cachoeira, Floresta da Tijuca – Rio de Janeiro", in: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Águas de Lindóia. SP Vol. 2, pág. 126-134.
- CLIMATE CHANGE INDIA, 2001. *Carbon Conservation: Climate Change, Forest and the Clean Development Mechanism*. Endereço da Internet www.climatechangeindia.com/climatechange/carbon.htm, janeiro de 2001.
- CNE, 2001. *CNE Position on Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF)*. Climate Network Europe. Documento da Internet no endereço www.climnet.org/pub/Cnesinks.pdf, março de 2001.
- CONVENÇÃO DO CLIMA, 1995. *Convenção Sobre a Mudança do Clima*. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Publicado pela Unidade de Informações sobre Mudança do Clima (PNUMA) (IUC) em nome do Secretariado Permanente da Convenção. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil.
- CQNUMC, 1998a. *Report of the Conference of the Parties on Its Third Session, Held at Kyoto From 1 to 11 December 1997. Addendum*. Document FCCC/CP/1997/7/Add.1. Página da Internet, www.unfccc.de, visitada em agosto de 2000.
- CQNUMC, 1998b. *Matters Related to the Kyoto Protocol. Matters Related to Decision 1/CP.3, Paragraph 5. Land-use Change and Forestry*. Document FCCC/CP/1998/L.5. Endereço da Internet www.unfccc.de, agosto de 2000.
- CQNUMC, 1998c. *Report of the Conferences of the Parties on Its Fourth Session, Held at Buenos Aires from 2 to 14 November 1998. Addendum. Part Two: Action Taken by the Conference of the Parties at Its Fourth Session*. Document FCCC/CP/1998/16/Add.1. Endereço na Internet www.unfccc.de, agosto de 2000.
- CQNUMC, 1999. *Activities Implemented Jointly Under the Pilot Phase*. FCCC/SB/1999/5, September, 15, 1999. Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice – Eleventh Session. Bonn, 25, October – 05 November, 1999. Página da Internet www.unfccc.int/resource/docs/1999/sb/05a01.pdf, maio de 2001.
- CQNUMC, 2000a. *Methodological Issues. Land-use, land-use change and forestry. Draft conclusions by the chairman*. FCCC/SBSTA/2000/CRP.2 Endereço da Internet www.unfccc.de, agosto de 2000.
- CQNUMC, 2000b. *Methodological Issues. Land-use, land-use change and forestry. Recommendation by the SBSTA*. Draft decision -/CP.6. FCCC/SBSTA/2000/10/Add.2 Endereço da Internet www.unfccc.de, agosto de 2000.

- CQNUMC, 2000c. *Issues in the negotiating process: SR-LULUCF under the Kyoto Protocol: carbon sinks*. Endereço da Internet www.unfccc.int/issues/SR-LULUCF.html, abril de 2001.
- CQNUMC, 2001a. *Preparations for the first session of the conference of the parties serving as the meeting of the parties to the Kyoto Protocol (Decision 8/CP.4): Matters relating to land-use, land-use change and forestry. Draft Decision proposed by the Co-Chairmen of the negotiating group (FCCC/CP/2001/L.11/Rev.1, 27 July 2001)*. Endereço da Internet www.unfccc.int, agosto de 2001.
- CQNUMC, 2001b. *Banco de Dados da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Página da Internet ghg.unfccc.int, julho de 2001.
- CVRD, 1994. *Seminário: emissão x seqüestro de CO₂*. Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce.
- DALE, V.H., HOUGHTON, R.A., HALL, C.A.S., 1991. "Estimating the effects of land-use change on global atmospheric CO₂ concentrations", *Canadian Journal of Forest Research*, v.21, n.1, p.87-90, jan.1991.
- DANI, S. 2000. "Florestas Manejadas trarão desenvolvimento e estabilidade climática; florestas preservadas não farão diferença", *JC E-Mail*, 1669, de 17 de novembro de 2000.
- DIXON, R.K., 1997. "The U.S. initiative on joint implementation: summary of forest sector projects", *International Journal of Environment and Pollution*, n. 8, pag 1-17.
- DIXON, R.K., BROWN, S., HOUGHTON, R.A., SOLOMON, A.M., TREXLER, M.C., WISNIEWSKI, J. 1994 "Carbon pools and flux of global forest ecosystems", *Science*, 263:185-190.
- DIXON, R.K., KRANKINA, O.N., 1993. "Forest fires in Russia: carbon dioxide emissions to the atmosphere", *Canadian Journal of Forest Research*, v.23, n.4, p.700-5, abr.1993.
- DUDLEY, N., 1998. *Forests and Climate Change: A report for WWF International, November 1998*. Forest Innovations – a joint project of IUCN, GTZ and WWF.
- EPA, 2000a. *Climate change resources: glossary*. Endereço da Internet www.epa.gov/globalwarming/publications/outreach/general/glossary.pdf, novembro de 2000.
- EPA, 2000b. *Impacts of Global Warming: forests*. Endereço da Internet www.epa.gov/globalwarming/impacts/forests/index.html, novembro de 2000.
- EPA, 2000c. *Global warming: climate*. Endereço da Internet www.epa.gov/globalwarming/climate/index.html, novembro de 2000.
- FEARNSIDE, M.F., GUIMARÃES, W.M., 1996. "Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia", *Forest Ecology and Management*. n° 80 (1996): pag. 35-46.
- FERRETTI, A.R., 2001. "Mudanças Climáticas no Seqüestro de Carbono: Vantagens para Todos. Mimeo.", *Enviado para o III Congresso Brasileiro de Biometeorologia, Maringá – PR*. Página da Internet www.spvs.org.br em setembro de 2001.
- FGV, 2000. "Seminário sobre Mudança do Clima". Realizado pela Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 22 de setembro de 2000.

- FoEI, 2000. *Tree Trouble: A Compilation of Testimonies on the Negative Impact of Large-scale Monoculture Tree Plantations prepared for the sixth Conference of the Parties of the Framework Convention on Climate Change by Friends of the Earth International in cooperation with the World Rainforest Movement and FERN.* – Friends of Earth International. Endereço da Internet www.wrm.org.uy, maio de 2001.
- FoEI, WRM, FERN. 2000. *Tree Trouble: A Compilation of Testimonies on the Negative Impact of Large-scale Monoculture Tree Plantations prepared for the sixth Conference of the Parties of FCCC.* Endereço da Internet www.wrm.org.uy/actors/CCC/trouble.rtf, dezembro de 2000.
- GALVÃO, A.P.M., 2000. *Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos ambientais: um guia para ações municipais e regionais.*
- GOULDEN, M.L., WOFSY, S.C., HARDEN, J.W., TRUMBORE, S.E., CRILL, P.M., GOWER, S.T., FRIES, T., DAUBE, B.C., FAN, S.M., SUTTON, D.J., BAZZAZ, A., MUNGER, J.W. 1998. "Sensitivity of boreal forest carbon balance to soil thaw", *Science*, 279, 214–217. *apud* SOCIEDADE REAL BRITÂNICA, 2001.
- GRACE, J., LLOYD, J. MCINTYRE, J. MIRANDA, A.C., MEIR, P., MIRANDA, H.S., NOBRE, C., MONCRIEFF, J., MASSHEDER, J. MALHI, Y., WRIGHT, I., GASH, J. 1995. "Carbon dioxide uptake by undisturbed tropical rain Forest in Southwest Amazonian, 1992 to 1993", *Science*, 270: 778-780, em KOSKELA (2000).
- GREENPEACE, 1992. *Aquecimento Global.* Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas.
- GREENPEACE, 2000. *Should Forests and other Land Use Change Activities be in the CDM? Greenpeace International.* June, 2000.
- HAITES, E., YAMIN, F., 2000. "The clean development mechanism: proposals for its operation and governance", *Global Environmental Change*, vol. 10, pag. 27-45.
- HENDRICKSON, O.Q., 1990. "How does forestry influence atmospheric carbon?", *Forestry Chronicle*, v.66, n.5, p.469-72, out.1990.
- HOLLINGER, D.Y., MACLAREN, J.P., BEETS, P.N., TURLAND, J., 1993. "Carbon sequestration by New Zealand s plantation forests", *New Zealand Journal of Forest Science*, v.23, n.2, p.194-208, 1993.
- HOUGHTON, R., D. SKOLE, C. NOBRE, 2000. "Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon". *Nature*, 403: 301-304.
- HOUGHTON, R.A. 1996. "Converting terrestrial ecosystems from sources to sinks of carbon", *Ambio* 25(4): 267-272, *apud* KOSKELA (2000).
- HOUGHTON, R.A., 1991a. "Releases of carbon to the atmosphere from degradation of forests in tropical Asia", *Canadian Journal of Forest Research*, v.21, n.1, p.87-90, jan.1991.
- HOUGHTON, R.A., 1999. "The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850 – 1990", *Tellus*, 51B, 298-313.
- HOUGHTON, R.A., SKOLE, D.L., LEFKOWITZ, D.S. 1991. "Changes in the landscape of Latin America between 1850 and 1985. 2. Net release of CO₂ to the atmosphere", *Forest Ecology and Management*, v.38, n.3/4, p.173-99, fev.1991.
- IBAMA 2001. *Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.* Endereço da Internet www.ibama.gov.br, novembro de 2001.

- IDSO, S.B. 1999. *The long-term response of trees to atmospheric CO enrichment*. *Global Change Biology* 5, 493–495, apud SOCIEDADE REAL BRITÂNICA, 2001.
- IEA, 1998. *World Energy Outlook 1998, International Outlook* IEA, International Energy Agency (IEA), Paris. 36
- INPA. 2001. *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*. Endereço da Internet www.inpa.gov.br, novembro de 2001.
- INPE. 2001. *Desmatamento na Amazônia Legal*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Endereço da Internet www.inpe.br, novembro de 2001.
- IPCC, 1990. *Cambio Climatico: evaluación científica del IPCC*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climatico. Ed. Instituto Nacional de Meteorologia & Centro de Publicaciones del Ministerio de Obras Publicas y Transportes. Madrid, España.
- IPCC, 1996. *Greenhouse gas inventory reporting instructions – IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories*. Vol 1, 2, 3. Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment Program, the Organization for Economic Co-operation and Development and the International Energy Agency, London. 3 v.
- IPCC, 2000a. *Emissions Scenarios*. Nebojsa Nakicenovic and Rob Swart (Eds.) Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, UK. pp 570.
- IPCC, 2000b. *A report on the key findings from the IPCC special report on land-use, land-use change and forestry*. 12th session for SBSTA, Bonn, Germany, June 13, 2000.
- IPCC, 2000c. *Methodological and Technological Issues in Technology Transfer*. Bert Metz, Ogunlade Davidson, Jan-Willem Martens, Sascha Van Rooijen and Laura Van Wie Mcgrory (Eds.) Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, UK. pp 432.
- IPIECA, 2001. *Climate Change: A Glossary of Terms*. 3rd Edition, January 2001. International Petroleum Industry Environmental Conservation Association. Endereço da Internet www.ipieca.org, junho de 2001.
- IVIG, 2000. *Brazilian Report: Contribution to a country driven assessment of capacity-building needs relevant to the Kyoto Protocol in developing countries*. Relatório. Endereço da Internet <http://www.ivig.coppe.ufrj.br/arquivos/capbud-brasreport.pdf>, março de 2001.
- JC E-Mail, 2000. *Jornal da Ciência*. 17/novembro/2000 - nº 1669 - Notícias de C&T - Serviço da SBPC.
- JERKEMAN, P., REMRÖD, J. 2000. *Forests and the Climate*. Federação Sueca das Indústrias Madeireiras. Endereço da Internet www.forestindustries.se/pdf/forests_and_the_climate.pdf, fevereiro de 2000.
- JOHANSSON, L. 1992. "Criticism Leveled at Forestry Grants", *Enviro*, n.13, p.24-25, May 1992.

- JONAS, M., OBERSTEINER, M., NILSSON, S., 2000. *How to go from today's Kyoto Protocol to a post-Kyoto future that adheres to the principles of full carbon accounting and global-scale verification? A discussion based on greenhouse gas accounting, uncertainty and verification*. Endereço da Internet www.iiasa.ac.at/Admin/PUB/Documents/IR-00-061.pdf, abril de 2001.
- JOYCE, L.A., BIRDSEY, R.A., HAYNES, R.W., HEATH, L.S., MCGUIRE, A.L., MASSMAN, W., MILLS, J.R., 1995. *Productivity of America's Forests and Climate Change*. Washington, DC: United States Department of Agriculture.
- KING, A.W., POST, W.M. e WULLSCHLEGER, S. D., 1997. "The potential response of terrestrial carbon storage to changes in climate and atmospheric CO₂", *Climatic Change*, 35:199-227.
- KOSKELA, J., NYGREN, P., BERNINGER, F., LUUKKANEN, O. 2000. *Tropical Forestry Reports: Implications of the Kyoto Protocol for tropical forest management and land use: prospects and pitfalls*. University of Helsinki, Department of forest Ecology. Documento da Internet no endereço www.honeybee.helsinki.fi/tropic, visitado em fevereiro de 2001.
- KRAPFENBAUER, A., 1991. "A importância da floresta no equilíbrio do dióxido de carbono", *Ciência & Ambiente*, vol. II, n. 3, jul/dez 1991.
- KYRKLUND, B., 1990. "The potential of forests and forest industry in reducing excess atmospheric carbon dioxide", *Unasylva*, v.41, n.163, p.12-4, 1990.
- LASHOF, D., HARE, B., 1999. "The Role of Biotic Carbon Stocks in Stabilizing Greenhouse Gas Concentrations at Safe Levels", *Environmental Science and Policy*, 2: 101-110. *apud* SCHLAMADINGER e MARLAND (2000).
- LIMA-E-SILVA, P.P., GUERRA, A.J.T., MOUSINHO, P., BUENO, C., ALMEIDA, F.G., MALHEIROS, T., SOUZA JR., A.B. 1999. *Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais*. Rio de Janeiro/RJ: Editora Thex.
- LISKI, J., KARJALAINEN, T., PUSSINEN, A., NABUURS, G.-J., KAUPPI, P., 2000. *Trees as carbon sinks and sources in the European Union*. *Environmental Science & Policy*, vol. 3, pag. 91-97.
- LOHMANN, L., 1999. *The Carbon Shop: Planting New Problems*. Endereço da Internet www.wrm.org.up/plantations/material/carbon.rtf, janeiro de 2001.
- LUGO, A.E., BROWN, S. 1986. "Steady state terrestrial ecosystems and the global carbon cycle" *Vegetatio* 68: 83-90.
- LUGO, A.E., BROWN, S., 1992. "Tropical forests as sinks of atmospheric carbon", *Forest Ecology and Management*, v.54, n. 1/4, p.239-55, nov.1992.
- MALHI, Y., GRACE, J., 2000. "Tropical forests and atmospheric carbon dioxide", *Tree*, vol. 15, n. 8, aug. 2000.
- MALHI, Y., NOBRE, A., GRACE, J., KRUIJT, B., PEREIRA, M., CULF, A., JOHNSTON, C. 1999. "Carbon dioxide transfer over a Central Amazonian rain Forest", *Journal of Geophysical Research*, 103:31593-31612. *apud* KOSKELA (2000).
- MCT, 2000. *Inventário Brasileiro das Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases não Controlados pelo Protocolo de Montreal: Mudança no Uso da Terra e Florestas*. Endereço da Internet http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/floresta.htm, junho de 2000.
- MCT, 2001. *Página da Internet do Ministério da Ciência e Tecnologia*. Página da Internet www.mct.gov.br/clima, novembro de 2001.

- MICHAELIS, 2001. *Michaelis: Moderno dicionário da Língua Portuguesa*. Endereço na Internet <http://www.uol.com.br/michaelis/>, fevereiro de 2001.
- MICHAELOWA, A., 1998. "Joint Implementation - the Baseline Issue", *Global Environmental Change*, 8, 1, pp. 81-92.
- MOREIRA, A. G., SCHAWARTZMAN, S. 2000. *As mudanças Climáticas Globais e os Ecossistemas Brasileiros*. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia; The Woods Hole Research Center; Environmental Defense.
- MOSAICO, 2001 *Mosaico do Brasil*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Endereço na Internet www.dpi.inpe.br/mosaico, visitado em novembro de 2001.
- MOULTON, R.J., RICHARDS, K.R. 1990. "Costs of sequestering carbon through tree planting and forest management in the United States", U.S. Department of Agriculture Forest Service: General Technical Report WO-58.
- MUYLAERT, M.S., 2000. *Ética, Equidade e Mudança do Clima*. D.Sc, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- MUYLAERT, M.S., CAMPOS, C.P. de. 2000. "Relatório de Análise do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: O MDL no Brasil. ANEEL/IVIG/MCT/PNUD. Disponível no endereço na Internet www.ivig.coppe.ufrj.br, novembro de 2001.
- MYERS, N. 1985. *The Primary Source: Tropical Forests and Our Future*. New York : W. W. Norton.
- NAEEM, S., THOMPSON, L.J., LAWLER, S.P., LAWTON, J.H., WOODFIN, R.M., 1994. "Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems", *Nature*, 368:734-736, 21 Abril de 1994.
- NILSSON, S., SHVIDENKO, A., STOLBOVOI, V., GLUCK, M., JONAS, MATTHIAS, OBERSTEINER, M., 2001. *Full Carbon Account for Russia*. Endereço da Internet <http://www.iiasa.ac.at/Admin/PUB/Documents/IR-00-021.pdf>, abril de 2001.
- NOBLE, I., SCHOLLES, R.J. 2001. "Sinks and the Kyoto Protocol", *Climate Policy*. 1 (2001) 5-25.
- NOBRE, C., 2000. *Seminário do Curso Aspectos Econômicos da Mudança do Clima*. Brasília, julho de 2000. Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Ministério do Meio Ambiente.
- ODUM, E.P. 1988. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. Tradução de Tribe, C.J.
- PEARCE, F. 2000. "Smokescreen Exposed", *New Scientist magazine*, 26 August 2000, vol 167, issue 2253.
- PHILLIPS, O.L., MALHI, Y., HIGUCHI, N., LAURANCE, W.F., NUNEZ, P.V., VASQUEZ, R.M., LAURANCE, S.G., FERREIRA, L.V., STERN, M., BROWN, S., GRACE, J. 1998. "Changes in the carbon balance of tropical forests: Evidence from long-term plots", *Science* 282, 439-442.
- POST, W.M., 2001. *Terrestrial ecosystems and the global carbon cycle*. Página da Internet, www.esd.ornl.gov/research/post_highlight.html, abril de 2001.
- POST, W.M., IZAURRALDE, R.C., MANN, L.K. e BLISS, N., 1999. *Monitoring and Verifying Soil Organic Carbon Sequestration*. In: ROSENBERG, N.J., R.C. IZAURRALDE e MALONE, E.L., eds. *Carbon Sequestration in Soils: Science, Monitoring, and Beyond*. Battelle Press: Columbus, OH.

- PRICE, C., 1990. "The allowable burn effect: does carbon-fixing offer a new scape from the bogey of compound interest?", *Forestry Chronicle*, v.66, n.6, p.572-8, dez.1990.
- PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997. *Protocolo de Quioto*. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil.
- RETNOWATI, E., 2000. *Climate change and the role of forest as carbon sinks in indonesia*. Página da Internet <http://www.fao.org/montes/foda/wforcong/publi/v1/t4e/4-3.htm>, em novembro de 2000.
- REZENDE, D., 2000. *Seqüestro de Carbono: Uma Experiência Concreta. Estudos iniciais do Projeto de seqüestro de carbono da ilha do bananal e seu entorno*. Goiânia: Editora Gráfica Terra.
- RIEMER, P.W.F., SMITH, A.Y., K.V. THAMVIMUTHU. 1997. *Greenhouse Gas Mitigation: Technologies for Activities Implemented Jointly*. Vancouver: Pergamon.
- RIJSOORT, J., 2001. *Non-timber forest products (NTFPs): their role in sustainable forest management in the tropics*. Ministério da agricultura, manejo da natureza e pesca da Holanda. Documento da Internet www.minlnv.nl/thema/groen/natuur/beheer/internationaal/notatgnbn01.pdf, abril de 2001.
- ROSA, L.P., RIBEIRO, S. K., 1998. "Activities implemented jointly and the use of fuel alcohol in Brazil for abating CO2 emissions", *Energy Policy*, vol. 26, n. 2, pag. 103-111.
- ROSA, L.R. 1998. New Partnerships for Sustainable Development and Key Issues for Operationalizing the Clean Development Mechanism, COPPE/UFRJ.
- ROSA, L.R., RIBEIRO, S.K. 2001. "The Present, Past and Future Contributions to a Global Warming. A Key for International Negotiation", *Climatic Change*, 48, pag. 289-307.
- SAGAN, C., 1998. *Bilhões e Bilhões: Reflexões sobre Vida e Morte na Virada do Milênio*. Ed. Companhia das Letras.
- SALOMÃO, R.P., NEPSTAD, D.C., VIEIRA, I.C.G., 2000. *Biomassa e estoque de carbono de florestas tropicais primárias e secundárias*. Mimeo.
- SANTOS, E.O. dos, 1999. *Contribuição ao Estudo do Fluxo de Dióxido de Carbono dentro da Floresta Amazônica*. M.Sc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- SAR WG2, 1996. *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York: Cambridge University Press.
- SARDENBERG, R.M., 2000. *Discurso do Embaixador Ronaldo Mota Sardenberg no seminário de Mudanças Climáticas – COPPE/UFRJ*. Rio de Janeiro: COPPE, 25/10/2000.
- SAR-WG1, 1996. *Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York: Cambridge Press.

- SBPC, 2000. *Primeiro Relatório da Comissão de Mudanças Climáticas – SBPC*. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Coord. Luiz Pinguelli Rosa. José Goldemberg, Carlos Afonso Nobre, Maurício Tiomno Tolmasquim e Pedro Leite da Silva Dias. Seminário paralelo na Conferência das Partes da Convenção sobre Mudança do Clima da ONU (COP-6), em Haia.
- SBSTA, 2000. *Methodological Issues: Land-use, Land-use Change and Forestry: Draft conclusion by the chairman of the subsidiary body for scientific and technological advice*. Documento da Internet www.unfccc.int/resource/docs/2000/sbsta/crp11.pdf, dezembro de 2000.
- SCHALAMADINGER, B., MARLAND, G., 2000. *Land Use & Global Climate Change: Forests, Land Management, and the Kyoto Protocol*. Editado: Pew Center on Global Climate Change.
- SCHROEDER, P.E., DIXON, R.K. and WINJU, J.K., 2000. *Forest management and agroforestry to sequester and conserve atmospheric carbon dioxide*. Página da Internet, <http://www.fao.org/docrep/u9300e/u9300e0a.htm#TopOfPage>, novembro de 2000.
- SCHROEDER, P.E., DIXON, R.K., WINJUM, J.K., 1993. "Forest management and agroforestry to sequester and conserve atmospheric carbon dioxide", *Unasylva*, v.44, n.173, p.52-60, 1993.
- SHERILL, E.I. 1999. *Padrões de uso do solo, desmatamento na Amazônia e seus impactos ecológicos globais: um modelo econômico-ecológico de dinâmica regional*. Tese de PhD. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro-RJ.
- SOCIEDADE REAL BRITÂNICA, 2001. *The role of carbon sink in mitigation global climate change*. The Royal Society. Página da Internet www.royalsoc.ac.uk/templates/statements, julho de 2001.
- SOS Mata Atlântica, INPE, 2001. *Atlas da Evolução dos Remanescentes Florestais e ecossistemas da Mata Atlântica no Período 1995-2000 no Estado do Paraná*. Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- SOS Mata Atlântica, INPE, ISA, 1998. *Atlas da Evolução dos Remanescentes Florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no Período 1990-1995*. Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Instituto Socioambiental. Relatório Nacional – Síntese dos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. São Paulo – SP.
- SPM-TAR WG1, 2001. *Summary for Policymakers: A Report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. ALBRITTON, D.L., ALLEN, M.R., BAEDE, A.P.M. et al. Documento da Internet www.usgcrp.gov/ipcc/wg1spm.pdf, abril de 2001.
- SPM-TAR WG2, 2001. *Summary for Policymakers: A Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Documento da Internet www.usgcrp.gov/ipcc/wg2spm.pdf, abril de 2001.
- SPVS, 1992. *Plano Integrado de Conservação para a Região de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil*. Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. Curitiba, 1992. 2v. 159p.

- SR-LULUCF, 2000. *Special Report: Land Use, Land-use Change, and Forestry*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Watson, R.T., I.R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D.J. Verardo and D.J. Dokken, (Eds.) A Special report of the IPCC. Cambridge University Press. Chapter 1: Global Perspective. B. Bolin, R. Sukumar, *et al.* Chapter 2: Implications of Different Definitions and Generic Issues. M. Apps, R. Houghton, D. Lashof, W. Makundi, D. Murdiyarso, B. Murray, I. Noble, W. Sombroek, R. Valentini, *et al.* Chapter 3: Afforestation, Reforestation, and Deforestation (ARD) Activities. B. Schlamadinger, T. Karjalainen, *et al.* Chapter 4: Additional Human-Induced Activities – article 3.4. N. Sampson, R. Scholes, *et al.* Chapter 5: Project-Based Activities. S. Brown, O. Masera, J. Sathaye, *et al.* Chapter 6: Implications of the Kyoto Protocol for the Reporting Guidelines. B. Lim, G. Farquhar, N.H. Ravindranath, *et al.*
- STREETS, D.G., GLANTZ, M.H., 2000. "Exploring the concept of climate surprise", *Global Environmental Change*, vol. 10, pag. 97-107.
- TANIZAKI, K.F. 2000. "Impactos do Uso do Solo no Estoque e Fluxo de Carbono no Domínio da Mata Atlântica: Estudo de Caso Estado do Rio de Janeiro". Tese de PhD. Departamento de Geoquímica Ambiental da UFF. Rio de Janeiro-RJ.
- THE SCIENCE OF CLIMATE CHANGE, 2001. *The Science of Climate Change*. Australian Academy of Sciences, Royal Flemish Academy of Belgium for Sciences and the Arts, Brazilian Academy of Sciences, Royal Society of Canada, Caribbean Academy of Sciences, Chinese Academy of Sciences, French Academy of Sciences, German Academy of Natural Scientists Leopoldina, Indian National Science Academy, Indonesian Academy of Sciences, Royal Irish Academy, Accademia Nazionale dei Lincei (Italy), Academy of Sciences Malaysia, Academy Council of the Royal Society of New Zealand, Royal Swedish Academy of Sciences, and Royal Society (UK). Página da Internet, www.royalsoc.ac.uk/templates/statements, visitada em julho de 2001.
- TOTTEN, M. 1999. *Getting it right: emerging markets for storing carbon in forests*. Forest Trends and World resources Institute. 49p. *apud* KOSKELA *et al.*, 2000.
- TREXLER, M.C., HAUGEN, C., 1995. *Keeping it green: Tropical forestry opportunities for mitigating climate change*. Washington, D.C.: WRI/EPA. March 1995.
- TREXLER, M.C., KOSLOFF, L.H., GIBBONS, R., 2000. *Forestry after the Kyoto Protocol: A review of key questions and issues*. In: GÓMEZ-ECHEVERRI, L., *et al.*, 2000. *Climate Change and Development*. Editor GÓMEZ-ECHEVERRI, L. edit. Yale School of Forestry & Environmental Studies.
- TUCKER, M., 1999. "Can solar cooking save the forests?", *Ecological Economics*, vol. 31, pag. 77-89.
- TYNDALL CENTRE. 2001. *How do CDM project contribute to sustainable development?* Página da Internet www.tyndall.ac.uk/publications/fact_sheets/it1_13.shtml, novembro de 2001.
- UNEP, 2001. *Climate variability in Brazil: What can it tell us about tomorrow's climate change impacts?* United Nations Environment Programme and the Government of the State of Ceara. Página da Internet <http://www.unep.ch/iucc/fs120.htm>, visitada em julho de 2001.
- VEJA, 22 de novembro de 2000. *Até Onde a Amazônia pode Resistir: Pesquisas mostram que a ação do homem pode degradar até 95% da floresta em vinte anos e como fenômenos climáticos complicam este quadro*. edição 1676, ano 33 – nº 47

WRI, 2000. *Climate Change: forest and land-use change carbon sequestration projects*. Página da Internet <http://www.wri.org/climate/sequester.html>, novembro de 2000.

WRM, 2001. *World Rainforest Movement*. Página da Internet, www.wrm.org.uy, fevereiro de 2001.

WULLSCHLEGER, S.D., POST, W.M., KING, A.W., 1995. *On the potential for a CO₂ fertilisation effect in forests: estimates of the biotic growth factor based on 58 controlled exposure studies*. In: *Biotic Feedbacks in the Global Climatic System* (eds. Woodwell GM, McKenzie FT), 85–107. Oxford University Press, Oxford.

SOCIEDADE REAL BRITÂNICA, 2001.

ZANETTI, E.A. 2000. *Protocolo de Quioto e Florestas Nacionais*. Mimeo.

Anexos

Anexo i – Unidades de Conversão

1 tonelada (t)	=	1,1023 t americana	10^{-9}	nano
(metric ton)		(short-ton)		
0,9072 t	=	1 t americana	10^{-6}	micro
1 hectare (ha)	=	10^4 m^2	10^{-3}	mili
1 km^2	=	10^2 ha	10^3	kilo
1 ha	=	2,471 acre	10^6	Mega
1 t C	=	3,67 t CO_2	10^9	Giga
1 kilo	=	2,2046 libras	10^{12}	Tera
			10^{15}	Peta

DE	PARA					
	grama	kilograma	tonelada	kilotonelada	megatonelada	gigatonelada
1 grama	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
1 kilograma	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
1 tonelada	10^6	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}
1 kilotonelada	10^9	10^6	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}
1 megatonelada	10^{12}	10^9	10^6	10^3	1	10^{-3}
1 gigatonelada	10^{15}	10^{12}	10^9	10^6	10^{-3}	1

Anexo ii – Manifestação da Sociedade Civil Brasileira sobre as Relações entre Florestas e Mudanças Climáticas e as Expectativas para a COP-6

Sobre o clima mundial

- Em 1992, quando os chefes de estado assinaram a convenção do clima no Rio de Janeiro, eles se comprometeram a dar seguimento a ações política e socialmente difíceis, ainda que vitais para a sobrevivência da humanidade. Assumiram então a redução de emissões globais de gases do efeito estufa. Como um primeiro passo, os países desenvolvidos concordaram em limitar suas emissões sob o princípio de responsabilidade comum, porém diferenciada. Nos anos seguintes, se acumularam evidências indicando o agravamento do aquecimento global. No Brasil, o fenômeno El Niño produziu efeitos como as enchentes que assolaram o sul, provocaram secas intensas no nordeste e a perda de umidade em grandes extensões da floresta amazônica. Logo após a assinatura do Protocolo de Quioto, um incêndio gigantesco consumiu 13.000 km² de florestas em Roraima. Agora, há indicações que o El Niño pode ter a sua intensidade e frequência aumentadas com o aquecimento global.

Sobre a responsabilidade dos principais emissores históricos

- Os signatários deste documento, somando-se aos protestos internacionais, demandam que os EUA que são responsáveis por 25% das emissões globais, ratifiquem o Protocolo de Quioto, assumam suas metas de redução, e abandonem a postura defensiva atual em favor de exercerem papel de liderança na questão climática. Nós esperamos que metas mais ambiciosas venham a ser internacionalmente estabelecidas a curto prazo.
- Os mecanismos de flexibilização previstos no Protocolo, só se justificam como instrumento para viabilizar os esforços de redução de emissões por países do Anexo I. Eles não podem ser transformados em mecanismos que simplesmente autorizem a não redução ou o aumento destas emissões. Assim, o acesso de países do Anexo I a qualquer dos mecanismos de flexibilização deve estar condicionado à evidência de que estes países estabilizaram ou reverteram suas emissões. E devem perder o acesso eventualmente obtido se voltarem a aumentar os seus níveis de emissão.

Sobre o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e outros mecanismos de flexibilização.

- Os mecanismos de flexibilização deverão estimular o início de um processo efetivo de reduções de emissões acordadas por países do Anexo I. A regulamentação e a implementação destes mecanismos devem possibilitar o envolvimento de todos os países membros do protocolo nos esforços internacionais de mitigação das mudanças climáticas, de acordo com as suas responsabilidades comuns, porém diferenciadas. A instauração de um processo político internacional é indispensável para lograr reduções efetivas.

Neste contexto, o MDL tem particular importância, por ser o único instrumento do Protocolo que prevê a participação dos países em desenvolvimento.

- A implementação de projetos no âmbito do MDL implicará em enfrentar várias dificuldades. A possibilidade de que ocorram vazamentos, de que haja falhas na fiscalização ou controle, ou a falta de garantias quanto a permanência, é comum tanto aos projetos energéticos, como aos que envolvem florestas e atividades de uso da terra. Portanto, devem ser estabelecidos critérios rigorosos para que se evite estas ocorrências e para penalizar os eventuais responsáveis.
- Da mesma forma se deve proceder em relação às dificuldades que afetam de maneira específica a cada setor, como o estabelecimento de linhas de base que permitam aferir a adicionalidade dos projetos do MDL. Os projetos que envolvam florestas nativas, por exemplo, poderão demandar critérios mais complexos para a definição das linhas de base, mas poderão resultar em benefícios adicionais para o clima, o meio ambiente e a sociedade, além da compensação de emissões.
- Entendemos que a implementação de projetos do MDL e demais mecanismos de flexibilização, em quaisquer setores ou países, deve estar submetida a auditorias independentes que atestem o seu desempenho. A implementação deve ainda estar aberta à participação e ao acompanhamento de organizações da sociedade civil com competência e legitimidade reconhecidas.

Sobre as florestas e o MDL.

- Por mais que se pretenda ou que se afirme o contrário, o veto específico a projetos com florestas no MDL desconsidera a importância fundamental que elas têm para o equilíbrio climático, seja no que se refere à sua capacidade de seqüestro de carbono, seja quanto ao significativo volume de emissões oriundas dos desmatamentos e queimadas, e seu potencial de emissões. As florestas nativas constituem o principal elemento estratégico para que muitos países em desenvolvimento possam participar dos esforços internacionais para a redução das emissões. A América Latina, por exemplo, dispõe de grandes reservas de florestas tropicais, enquanto mantém níveis relativamente pouco significativos de emissões no setor energético. A maior parte dos países latino-americanos sequer terá como participar do MDL se projetos florestais não forem elegíveis.
- O caso do Brasil é emblemático: promove entre 4 e 5% das emissões mundiais, sendo que dois terços delas são oriundas do setor florestal. Se o Brasil pudesse implementar programas para proteger florestas ameaçadas por desmatamento, poderia contribuir consistentemente para a redução de emissões. Poderia investir no manejo sustentável dos recursos florestais, em escala passível de reverter práticas econômicas predatórias e de viabilizar o desenvolvimento econômico para as populações que vivem nas florestas. Por outro lado, a sua matriz energética é comparativamente limpa, e projetos energéticos pouco acrescentariam aos esforços pró-reduções.
- Se na COP-6, ou em futuras Conferências, o MDL e outros mecanismos de flexibilização forem regulamentados, deverão resguardar o direito soberano dos países em desenvolvimento de aceitarem ou não implementação de

mecanismos de flexibilização nos seus territórios, e de estabelecer regras e estratégias próprias – compatíveis com os critérios gerais internacionalmente estabelecidos.

Sobre a posição oficial brasileira.

- Os signatários entendem que a representação oficial brasileira nas negociações sobre o clima tem desempenhado papel importante para superar impasses e fazer com que os principais emissores históricos assumam responsabilidades diante da comunidade internacional. E foi autora da proposta que levou à incorporação do MDL ao Protocolo. No entanto, é incoerente com as suas próprias conquistas a medida que se opõe a elegibilidade de projetos com florestas no MDL. Esta incoerência é exacerbada frente à sua não objeção à elegibilidade de projetos que envolvam energia nuclear e plantação de florestas homogêneas.
- Esperamos que a posição oficial brasileira para a COP-6 e futuras Conferências, continue a cobrar a responsabilidade principal dos EUA e demais países do Anexo I, e o início do processo de redução das emissões mundiais. Esperamos, ainda, que caso as negociações avancem no tópico de implementação dos mecanismos de flexibilização, a representação oficial brasileira admita a implementação - no MDL - de projetos com florestas nativas, desde que subordinados aos princípios de adicionalidade, transparência, controle de fugas, verificabilidade dos resultados, e demais regras e controles que venham a ser definidos.
- Solicitamos ao governo brasileiro que não meça esforços para engajar a sociedade civil brasileira em um diálogo permanente sobre a questão do clima e suas implicações para o país. Neste sentido, a criação do Fórum Brasileiro é um passo inicial, mas este ainda não resultou em interação efetiva entre governo e sociedade, mesmo às vésperas da COP-6. Gostaríamos também de maior empenho do governo no sentido de esclarecer a sociedade brasileira a cerca das mudanças climáticas e seus efeitos.

Sobre os critérios para a inclusão de florestas no MDL.

- A implantação do MDL terá implicações de natureza científica, política e econômica. Com o objetivo de contribuir para esta discussão, os signatários deste documento propõem que sejam considerados os seguintes critérios para a elegibilidade de projetos que envolvam a proteção e o manejo sustentável de florestas tropicais sob risco efetivo de desmatamento ou queimada:
1. **Linha de Base:** Que uma avaliação efetiva de riscos de emissões de Carbono (via desflorestamento, incêndios, exploração madeireira) e dos objetivos sócio-ambientais sejam levados em consideração no estabelecimento da linha de base. Devem ser incluídas na definição da linha de base todas as florestas sob risco de alteração antrópica, independente do seu estado legal.
 2. **Monitoramento:** Devem ser definidos instrumentos rígidos para controle e monitoramento público e social dos projetos a serem implementados no âmbito do MDL.
 3. **Certificação:** Deve haver exigência de certificação ecológica e sócio-ambiental dos projetos como condição para o reconhecimento e expedição de títulos de compensação de emissão.

4. **Fuga:** Executores de projetos MDL devem assinar termos de compromisso, com validade legal, para minimizar fugas.
5. **Penalidade para Infratores:** Devem ser excluídos do MDL países, executores e projetos que não sigam as regras de acesso e execução; ou aos objetivos estabelecidos, inclusive com invalidação de certificados irregulares.
6. **Margem de Segurança:** Deve ser estabelecida uma margem de segurança nos cálculos de emissões ou de seqüestro de carbono, assim como um sistema de responsabilização que garanta a compensação da atmosfera no caso de vazamento ou fuga de Carbono devido a acidentes ou falhas.
7. **Permanência:** Assumindo que, no contexto brasileiro, evitar desmatamento tem aspecto permanência mais parecido com combustível fóssil do que com plantações, deve-se considerar os benefícios de projetos com escala de tempo definidos em anos ou décadas.
8. **Priorização de Áreas de Risco:** Cada país em desenvolvimento que pretenda implementar projetos florestais no MDL deverá definir as áreas de risco situadas no seu território, as quais deverão ser priorizadas para projetos do MDL.
9. **Benefícios Adicionais:** Deverão ser priorizados projetos que enfatizem a proteção da biodiversidade e da riqueza sócio-ambiental.
10. **Áreas Desmatadas Recentemente:** Devem ser vetados projetos de reflorestamento ou florestamento em áreas de florestas nativas desmatadas após o ano de 1997, ou em ecossistemas nativos não florestais.

Belém, 24 de outubro de 2000.

ASSINAM:

institucionalmente:

Amigos da Terra – Amazônia Brasileira
CNS - Conselho Nacional dos Seringueiros
COIAB – Coordenação das Organizações Indígenas da Amazônia Brasileira
CPT-MT – Comissão Pastoral da Terra do Mato Grosso
FASE – MT – Federação de Órgãos para Assistência Social e Educação do Mato Grosso
FETAGRI – Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado do Pará
FORMAD – Fórum Matogrossense de Meio Ambiente e Desenvolvimento
GTA – Grupo de Trabalho Amazônico
ICV – Instituto Centro de Vida
IMAZON – Instituto de Meio Ambiente da Amazônia
IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
ISA – Instituto Socioambiental
PRONATURA – Instituto Pró-Natura
SOS Amazônia

individualmente:

Alcir Almeida (Gerente, CIKEL)
Carlos Augusto Klink (Professor, UnB)
Carlos Vicente (Secretário de Florestas e Extrativismo do Estado do Acre)
Eduardo Viola (Professor, UnB)

Gilney Viana (Deputado Estadual, Mato Grosso)
Ian Thompson (Pesquisador, CPATU – EMBRAPA)
Ima Vieira (Pesquisadora, MPEG)
Júlio Eduardo (Senador, Acre)
Manuel Cesário (Professor colaborador, CDS – UnB)
Philip Fearnside (Pesquisador, INPA)
Silvio Brienza (Pesquisador, CPATU – EMBRAPA)
Ronaldo Seroa (Pesquisador, IPEA)
Samuel Almeida (Pesquisador, MPEG)
Silvio Brienza (Pesquisador, CPATU – EMBRAPA)
Tatiana Sá (Pesquisadora, CPATU - EMBRAPA)

Anexo iii – Declaração de ONGS Brasileiras sobre Florestas e Mudanças do Clima no Âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto

As organizações não governamentais brasileiras, signatárias desse documento, afirmam:

1- A conservação de florestas nativas (de todos os tipos) é urgente e necessária, cabendo a todas as organizações privadas e públicas, e em especial aos órgãos governamentais, a adoção e implementação de políticas públicas e a mobilização de meios e recursos para garantir a sua preservação bem como o desenvolvimento sustentável das populações humanas que habitam essas florestas;

2- A Conservação de florestas e o desenvolvimento sustentável devem ser meta de todos os países, independentemente dos compromissos respectivos na Convenção Quadro de Mudança de Clima. De fato, há uma série de acordos internacionais, tais como a Convenção de Diversidade Biológica, a Declaração sobre Conservação e Manejo Sustentável de Florestas, o Capítulo 11 da Agenda 21 (assinados na RIO-92), o Plano de Ações para Florestas Tropicais, o Plano Meta 2000 da Organização Internacional de Madeiras Tropicais, o Plano de Ações para Florestas do Painel Intergovernamental de Florestas (aprovado pela Assembleia Geral e pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU em 1997), além de outros documentos regionais, multi ou bi-laterais ou multisetoriais envolvendo governos, empresas e organizações da sociedade na defesa e conservação das florestas.

3- A Conservação de florestas, bem como o uso sustentável de recursos naturais, devem ser objeto de especial atenção dos diversos níveis de governo no Brasil, dado o caráter federativo do país e a legislação em vigor. Assim, cumpre especialmente aos Governos federal e dos Estados, bem como aos Poderes Legislativos respectivos, a alocação de recursos orçamentários e o aprimoramento institucional necessário para dar efetividade à proteção de nossas florestas, que desempenham funções ambientais, ecológicas, sociais, econômicas e culturais em diferentes escalas. *A responsabilidade de nossos governos não pode ser diluída frente às oportunidades de cooperação internacional para a conservação.* Entendemos que é relevante e complementar a cooperação internacional e inter-setorial, como por exemplo a que ocorre no âmbito do Programa Piloto de Conservação de Florestas Tropicais (PPG7), realizada pelo Governo Brasileiro, em cooperação com organizações de países industrializados, ONGs, comunidades tradicionais e indígenas, entre outros.

4- Por outro lado, também não podem ser diluídas ou distorcidas as responsabilidades e compromissos dos países industrializados, que no âmbito da Convenção Quadro de Mudança de Clima (CQMC) e de seu Protocolo de Quioto (PQ), de reduzir efetivamente suas emissões de gases de efeito estufa. Tais países deveriam estar implantando em seus territórios as medidas necessárias para tais reduções, que só

serão obtidas com alterações significativas nos modos de consumo e produção intensivos em combustíveis fósseis.

5- Entendemos que o debate sobre a inclusão de florestas nativas como sorvedouros de carbono no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo tem o efeito de desviar a atenção sobre a necessária e inevitável mudança nos sistemas tecnológicos, econômicos e institucionais vinculados ao consumo de combustíveis fósseis. O debate dessas alternativas tem sido reduzido a questões técnicas e sobretudo econômicas, que embora importantes, não permitem uma clara compreensão das dimensões políticas e sociais decorrentes da aplicação dos mecanismos do Protocolo. Não é pela mera transformação repentina de conservação de florestas em negócios lucrativos com recursos oriundos de poluidores da atmosfera global que a sociedade disporá de meios para conter o desmatamento ou para promover o desenvolvimento sustentável.

6- A Sexta Conferência das Partes da CQMC, que ocorrerá entre 13 e 24 de Novembro de 2000, não pode adiar a regulamentação dos mecanismos do Protocolo de Quioto à luz dos princípios e compromissos internacionais já estabelecidos: deve-se exigir que ações domésticas de proteção do ambiente global tenham absoluta prioridade e antecedência nas regiões industrializadas do planeta. Deve exigir, nos termos do artigo 4.1 da Convenção, que todos os países adotem programas e políticas nacionais, amplos ou setoriais, que incorporem a eliminação ou mitigação das causas e o controle dos efeitos de mudanças de clima.

7- Por isso entendemos que a conservação de nossas florestas não deve ser objeto de barganha para a obtenção de recursos externos para as políticas domésticas de meio ambiente e desenvolvimento sustentável, e nem devem escamotear a responsabilidade dos países industrializados na redução efetiva e absoluta de suas emissões em seus territórios nacionais. Os mecanismos do Protocolo de Quioto devem estabelecer medidas e regras que garantam substancial ação doméstica das emissões de gases de efeito estufa.

8- Finalmente, as entidades signatárias re-affirmam seus compromissos com a preservação, conservação e uso sustentável dos ecossistemas florestais brasileiros.

Novembro de 2000

NOME – INSTITUIÇÃO – CIDADE - UF

Anexo iv – Resumo do Projeto Ação Contra o Aquecimento Global – Serra do Itaqui, Guaraqueçaba, Paraná – BR

CLIMATE ACTION: THE ATLANTIC FOREST BRAZIL

PROJECT DESCRIPTION

The *Guaraqueçaba Climate Action Project* seeks to restore and protect approximately 20,000 acres (8,100 hectares, ha) of partially degraded and/or deforested tropical forest within the Guaraqueçaba Environmental Protection Area in southern Brazil. With financial support from Central and South West Corporation, a Texas-based electric utility, the Project—a collaborative effort between CSW, The Nature Conservancy (TNC), and Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), a Brazilian conservation organization—will promote assisted natural forest regeneration and regrowth on pastures and degraded forests on acquired lands. It will also protect standing forest that still exists within the Project area but is under threat of deforestation. With a total investment of \$5.4 million, the Project is expected to reduce or avoid emissions equivalent to approximately 1 million metric tons of carbon over the next 40 years.

The Project aims to produce significant net carbon benefits that are scientifically quantifiable and long-lasting; to protect biodiversity and ecosystems and improve local environmental quality; and to promote sustainable development by creating economic opportunities for local people.

CONSERVATION SIGNIFICANCE OF THE ATLANTIC FOREST

Brazil's Atlantic Forest is recognized by UNESCO as one of the planet's highest priorities for conservation and is designated a World Biosphere Reserve. More than half of its tree species and nearly three-quarters of its other plants are endemic (found nowhere else on earth); 171 of Brazil's 202 officially endangered species rely on the Atlantic Forest for their existence. Today, the Guaraqueçaba Environmental Protection Area is the largest contiguous remnant of Atlantic Forest and home to at least 15 species of globally endangered birds as well as a species of primate --the black-faced lion tamarin-- that was only recently discovered by scientists.

After centuries of extensive human use, the Atlantic Forest has been reduced to only five to seven percent of its original range, and the remaining areas, including the project area, are under imminent threat of deforestation. A 1995 threat analysis of the Guaraqueçaba Environmental Protection Area named Asian water buffalo ranching as the Reserve's number-one threat, responsible for far more forest-clearing and environmental degradation than any of the other threats analyzed.

Project activities will contribute to:

- *Biodiversity Conservation* - By protecting a significant area within the Guaraqueçaba Environmental Protection Area, this Project will make an invaluable contribution to the preservation of the planet's biodiversity.
- *Soil and Water Quality* - The Project will help to control soil erosion on the coastal plain, thus helping to reduce siltation in Brazil's second-largest port (Paranaguá), which is located downstream from the Project.

BENEFITS TO THE HOST COUNTRY

Sustainable development, as promoted at the 1992 Earth Summit in Rio de Janeiro, is a primary goal of the Project. Project partners are dedicated to conservation of natural resources, maintenance of environmental quality, and sustainable development of the local economy. With nearly a decade of experience and a respected track record working with local communities in the area, SPVS is taking the lead in efforts to help local residents harmonize their economic activities with the environmental integrity of the area. While sustainable development activities will vary according to the interests and needs of the local community, some possibilities include ecotourism, forest management, organic agriculture, ornamental and medicinal plant production, and craft production for the burgeoning tourism trade. Other direct economic opportunities for community members include jobs as park wardens, in reforestation efforts, in carbon monitoring, and in infrastructure development.

NET CARBON BENEFITS

Preliminary estimates show that the total carbon benefit for the Project will be approximately one million metric tons of carbon which will be generated through a series of activities:

1. *Reforestation and forest regeneration.* The Project will purchase approximately 8,100 hectares of land within the Guaraqueçaba region; deforested and degraded areas within the acquired lands will be reforested with native species.
2. *Protection and sustainable management of existing forests.* Activities in protection and improved management will occur throughout the project area.

ADDRESSING KEY TECHNICAL CHALLENGES

1. *Permanence:* The Project's carbon benefits are expected to last in perpetuity through the mitigation of risks to the project site and the establishment of a permanent endowment fund to assure management of the site beyond the initial funding period.
2. *Additionality:* Based on land-use trends and readily observable land-use practices, the threat of expanded Asian water buffalo ranching in the Guaraqueçaba area is clear and imminent. For example, as recent practice, ranchers have bought forested areas from other ranchers and cleared the land for pasture. Although land-use in the area is regulated under Brazilian law, these regulations are often not enforced due to limited public resources. This project intervention is clearly additional to what would have occurred in its absence since it provides resources that otherwise would not have been available for reforestation, conservation, and sustainable economic development.
3. *Leakage:* Initial analysis suggests that the potential for leakage of carbon benefits generated by the Project is quite low. Nonetheless, the Project includes a rigorous leakage control component which seeks to help ranchers who wish to remain on their land to raise water buffalo in a more sustainable--i.e. intensive rather than extensive--manner. The Project will track the effectiveness of these activities and mitigate any leakage that does occur. Indeed, the Project's leakage control strategy may produce "positive leakage" if it successfully reduces the need for local ranches to clear additional forests for pasture.

ATLANTIC FOREST CLIMATE ACTION PROJECT: VITAL STATISTICS

Type of Project:	Reforestation, Forest Enhancement and Protection
Location:	Guaraqueçaba Environmental Protection Area, Paraná, Brazil
Project Size:	20,000 acres (8,100 hectares)
Ecological Setting:	Lower montane tropical forest, coastal lowlands, mangroves
Biodiversity Profile:	171 of Brazil's 202 officially recognized endangered species 50 species of mammals, including 17 primates, 55% of trees and 77% of other species endemic to Atlantic Forest
Partners:	Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental, The Nature Conservancy, Central and South West Corporation
Project Funding:	\$5.4 million
Project Duration:	40 years with permanent funding for land management
Estimated Total Carbon Benefits:	Approximately 1 million metric tons of carbon

For further information, please contact:
Mike Loda, Director and Vice President
Lisa Nelson, Deputy Director
Climate Change Programs

The Nature Conservancy
4245 N. Fairfax Dr., Arlington, VA 22203-1606
Tel: +1-703-841-5200 Fax: +1-703-841-4880



Printed on recycled paper
Print Date: October 1999

Anexo v – Evolução da Cobertura Florestal do estado do Paraná

Cobertura Florestal do Paraná até 1995 Fonte: SOS Mata Atlântica <i>et al.</i> (1998)			Cobertura Florestal do Paraná até 2000 Fonte: SOS Mata Atlântica e INPE (2001)		
ANO	ÁREA (ha)	% COBERTURA FLORESTAL NATURAL EM RELAÇÃO À ÁREA DO ESTADO	ANO	ÁREA (ha)	% COBERTURA FLORESTAL NATURAL EM RELAÇÃO À ÁREA DO ESTADO
1500	16.782.400	84,72	1500	16.782.400	84,72
1912	16.515.000	83,37	1912	16.515.000	83,37
1930	12.902.400	65,13	1930	12.902.400	65,13
1937	11.802.200	59,58	1937	11.802.200	59,58
1950	7.983.400	40,30	1950	7.983.400	40,30
1955	6.913.600	34,90	1955	6.913.600	34,90
1960	5.563.600	28,09	1960	5.563.600	28,09
1965	4.813.600	24,30	1965	4.813.600	24,30
1980	3.407.000	17,20	1980	3.407.000	17,20
1985	2.005.162	9,43	1985	1.883.293	9,43
1990	1.848.475	8,71	1990	1.739.053	8,71
1995	1.769.449	8,28	1995	1.654.444	8,28
			2000	1.594.298	7,98

Anexo vi – Correção dos Cenários B1 e B2

Cenário B1 corrigido*

Ano	Área florestal (ha)	Desmatamento (ha)	Taxa
1995	1.654.444	84.609	-4,87%
2000	1.573.951	80.493	-4,87%
2005	1.497.375	76.576	-4,87%
2010	1.424.524	72.851	-4,87%
2015	1.355.218	69.306	-4,87%
2020	1.289.283	65.935	-4,87%
2025	1.226.557	62.727	-4,87%
2030	1.166.882	59.675	-4,87%
2035	1.110.110	56.772	-4,87%
2040	1.056.101	54.851	-4,87%
Desmatamento acumulado 2000-2040 (ha)		517.851	
Desmatamento evitado(ha)**		7.000	
Índice*** (74)			
Emissões totais (t C)****		103.570.133	

Cenário B2 corrigido*

Ano	Área florestal (ha)	Desmatamento (ha)	Taxa
1995	1.654.444	84.609	4,87%
2000	1.550.841	103.603	6,26%
2005	1.453.726	97.115	6,26%
2010	1.362.693	91.034	6,26%
2015	1.277.360	85.333	6,26%
2020	1.197.371	79.989	6,26%
2025	1.122.390	74.980	6,26%
2030	1.052.105	70.285	6,26%
2035	986.222	65.884	6,26%
2040	924.464	61.758	6,26%
Desmatamento acumulado 2000-2040 (ha)		628.387	
Desmatamento evitado (ha)**		7.000	
Índice*** (89)			
Emissões totais (t C)****		125.275.524	

* Estas correções foram feitas depois da atualização dos dados SOS Mata Atlântica *et al.* (1998) com os dados SOS Mata Atlântica e INPE (2001).

** Desconsiderando as áreas a serem reflorestadas e a proteção permanente de mangues.

*** Índice de conservação= desmatamento acumulado / desmatamento evitado.

**** Considerando que todas as florestas possuam 200 t C/ha de CLEVELARIO (1988).