

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E**  
**MEIO AMBIENTE - PRODEMA**

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO SEQUESTRO DE CARBONO NA**  
**FLORESTA OMBROFILA DA APA DA SERRA DE**  
**BATURITE, CEARÁ.**

**ANA MILENA PLATA FAJARDO**

**Fortaleza, 2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E**  
**MEIO AMBIENTE - PRODEMA**

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO SEQUESTRO DE CARBONO NA**  
**FLORESTA OMBROFILA DA APA DA SERRA DE BATURITE,**  
**CEARÁ.**

**ANA MILENA PLATA FAJARDO**

**Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em**  
**Desenvolvimento e Meio Ambiente PRODEMA como parte das**  
**exigências para a obtenção do título de Mestre, sob a**  
**orientação do Prof. Ruben Dario Mayorga Mera**

**Fortaleza, 2012**

**ANA MILENA PLATA FAJARDO**

**AVALIAÇÃO ECONOMICA DO SEQUESTRO DE CARBONO NA FLORESTA  
OMBROFILA DA APA DA SERRA DE BATURITE, CEARÁ.**

**Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em  
Desenvolvimento e Meio Ambiente PRODEMA como parte das  
exigências para a obtenção do título de Mestre, sob a  
orientação do Prof. Dario Mayorga.**

**Aprovada em: 04 de abril de 2012**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Ruben Dario Mayorga Mera  
Universidade Federal do Ceará (UFC)**

---

**Prof. Maria Irlles de Oliveira Mayorga  
Universidade Federal do Ceará (UFC)**

---

**Prof. Nájila Rejanne A. J. Cabral.  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)**

**Fortaleza, 2012.**

**Dedicado a minha amada Flor.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente ao Brasil por promover a educação para estudantes estrangeiros. À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) por me apoiar economicamente, sem sua ajuda não poderia ter estudado estes dois anos.

À Professora Vlândia Oliveira de Araújo que me aceitou no mestrado e confiou na minha capacidade e em minha imensa vontade de estudar Meio Ambiente. Ao Professor José Carlos de Araújo, que brindou sua mão amiga e me ajudou a continuar com este sonho.

Ao Professor Dario Mayorga e à Professora Maria Irles de Oliveira por sua amizade e por estarem sempre interessados no meu processo de aprendizagem no mestrado.

A minha tia Leito, que sempre ora por mim, ao meu guapo esposo por estar aqui comigo, à minha família e meus queridos amigos Prodemicos, fazendo desta estadia no Brasil, um belo carnaval.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1</b>	- Valor Econômico Total, (1996).....	21
<b>FIGURA 2</b>	- Componentes do valor econômico total e os tipos de valores derivados das florestas.....	23
<b>FIGURA 3</b>	- Localização dos compradores e vendedores de CCs - 2010 em volume de MtCO <sub>2</sub> .....	38
<b>FIGURA 4</b>	-Valor de importância das principais famílias de espécies segundo altimetria da APA da Serra de Baturité.....	58
<b>FIGURA 5.</b>	Fotografia panorâmica da vegetação arbórea na APA da Serra de Baturité.....	58

**LISTA DE MAPAS**

<b>MAPA 1</b> Hipsômetria da APA da Serra de Baturité .....	53
<b>MAPA 2</b> Solos da APA da Serra de Baturité .....	55
<b>MAPA 3</b> Unidades Fitoecológicas da APA da Serra de Baturité .....	56

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1</b> Funções Ecosistêmicas e Serviços Ambientais da Floresta.....	17
<b>QUADRO 2</b> - Métodos De Valoração Econômica Do Sequestro De Carbono.....	25
<b>QUADRO 3</b> Atividades De Mitigação Que Podem Ser Incluídas Como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.....	34

**LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 1</b> – Volume, Valor e Preço no Mercado Florestal do Carbono.....	37
<b>TABELA 2</b> - Fragmentos amostrados da floresta ombrófila .....	65
<b>TABELA 3</b> - Descritores Fisionômicos da Floresta Ombrófila Montana.....	66
<b>TABELA 4</b> - Valores médios de biomassa, estoque de Carbono e CO <sub>2</sub> aéreos em Mg*. h <sup>-1</sup> nos 4 fragmentos da floresta ombrófila primaria na APA da Serra de Baturité .....	68
<b>TABELA 5</b> - Fluxo de caixa no projeto MDL, considerando-se o estoque de 150.000 tCO <sub>2</sub> (eq).ha-1 e receitas de R\$ 9,00 por tCO <sub>3</sub> equivalente.....	71
<b>TABELA 6</b> - Fluxo de caixa no projeto NZ ETS considerando-se o estoque de 150.000 tCO <sub>2</sub> (eq).ha-1 e receitas de R\$ 26,00 por tCO <sub>2</sub> equivalente.....	72
<b>TABELA 7</b> Fluxo de caixa no projeto OTC, considerando-se o estoque de 150.000 tCO <sub>2</sub> (eq).ha-1 e receitas de R\$ 11,2 por tCO <sub>2</sub> equivalente.....	73
<b>TABELA 8</b> – Análise econômica dos cenários MDL, NZ ETS e OTC, utilizando-se VPL, TIR e VAE.....	74
<b>TABELA 9</b> . Análise econômica de rentabilidade em cinco cenários florestais da Mata Atlântica.....	74

**LISTA DE SIGLAS**

<b>ACAG</b>	- Projeto Ação contra Aquecimento Global
<b>AIJ</b>	- Activities Implemented Jointly
<b>CER</b>	- Certificados de Emissões Reduzidas
<b>COP</b>	- Conferência das Partes
<b>CQNUMC</b>	- Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
<b>FDL</b>	- Fundo de Desenvolvimento Limpo
<b>FCPF</b>	- The Forest Carbon Partnerships Facility
<b>GEE</b>	- Gases de Efeito Estufa
<b>HP</b>	- Horizonte de Planejamento
<b>IC</b>	- Implementação Cooperativa
<b>LULUCF</b>	- Atividades de Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas ( <i>Land Use, Land Use Change and Forestry</i> )
<b>MDL</b>	- Mecanismo de Desenvolvimento Limpo ( <i>Clean Development Mechanism</i> )
<b>NZ ETS</b>	- Nova Zelanda Comercio De Emissões
<b>OTC</b>	- Mercado de balcão (Over the Counter)
<b>PK</b>	- Protocolo de Kyoto.
<b>PSCIB</b>	- Projeto Sequestro de Carbono na Ilha do Bananal.
<b>REDD</b>	- Reduzir as Emissões da Deflorestação e Degradação
<b>TIR</b>	- Taxa interna de retorno
<b>VAE</b>	- Valor Anual Equivalente
<b>VPN</b>	- Valor Presente Liquido

**LISTA DE SIMBOLOS**

<b>CO<sub>2</sub></b>	- Dióxido de carbono
<b>CH<sub>4</sub></b>	- Metano
<b>N<sub>2</sub>O</b>	- Óxido nitroso
<b>PFC's</b>	- Perfluorcarbonetos
<b>t. de C</b>	- Tonelada de carbono
<b>t./ha</b>	- Tonelada por hectare

## RESUMO

Uma das inquietações sobre as mudanças climáticas é encontrar mecanismos para diminuir a concentração dos gases causadores do efeito estufa (GEE), nomeadamente o dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>. O sequestro de carbono representa um desses mecanismos, uma vez que as florestas pelo processo de fotossíntese absorvem gás carbônico da atmosfera e o armazenam como biomassa. As florestas protegidas da Área de Proteção Ambiental - APA da Serra de Baturité, Ceará, foram as que motivaram a execução deste estudo, cujo objetivo foi quantificar a biomassa e o estoque de CO<sub>2</sub>, assim como avaliar a viabilidade econômica de geração de créditos de carbono em três diferentes cenários. A quantificação da biomassa aérea foi feita pelo método não destrutivo e os critérios econômicos utilizados para a avaliação foram o Valor Presente Líquido (VPL), o Valor Anual Equivalente (VAE) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Os resultados demonstram que a floresta ombrófila da APA da Serra de Baturité sequestra em média de 84,63 tCO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>, e que de acordo com os preços e custos do mercado para o 2011, os projetos florestais para sequestro de carbono, geram valor anual equivalente a R\$ 276,03 (se vendido no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo), R\$ 614,55 (se vendido no mercado da Nova Zelândia) e R\$ 473,42 (se vendido no mercado Over The Counter) por hectare. Infere-se, por tanto, ser economicamente viável projetos de manejo florestal sustentável da floresta ombrófila da APA da Serra de Baturité, Ceará.

Palavras chave: Sequestro de Carbono, Avaliação Econômica, Créditos de Carbono, APA da Serra de Baturité, Ceará, Floresta Ombrófila.

## RESUMEN

Una de las mayores preocupaciones sobre el cambio climático es encontrar mecanismos para disminuir las concentraciones de los gases de efecto invernadero, principalmente el dióxido de carbono – CO<sub>2</sub>. El secuestro de carbono representa uno de esos mecanismos, una vez que los bosques, por el proceso de fotosíntesis, absorben gas carbónico de la atmosfera y lo almacenan como biomasa. El bosque protegido del Área de Protección Ambiental de la Sierra de Baturité fue lo que motivo la ejecución de este estudio, cuyo objetivo fue cuantificar la biomasa e almacenamiento de CO<sub>2</sub> en la Sierra, así como evaluar la viabilidad económica de la generación de créditos de carbono tres diferentes escenarios. La cuantificación de la biomasa fue realizada por el método no destructivo y los criterios económicos utilizados para la evaluación fueron el Valor Actual Neto (VAN), el Valor Anual Equivalente (VAE) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los resultados demostraron que el bosque húmedo de la APA de la Sierra de Baturité secuestran en promedio 84,63 tCO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>, y que de acuerdo con los precios e costos del mercado para el 2011, los proyectos forestales para el secuestro de carbono, generan un valor anual equivalente de R\$ 276,03 (si se vende en el Mecanismo de Desarrollo Limpio), R\$ 614,55 (si se vende en el mercado da Nueva Zelanda) y R\$ 473,42 (si se vende en el mercado Over The Counter) por hectárea. Resulta, por lo tanto, ser económicamente viable el manejo sustentable del bosque húmedo en la APA de la Sierra de Baturité, Ceará.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	O Problema e sua Importância .....	12
1.2	OBJETIVOS .....	15
1.2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
1.2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1	Mudanças climáticas: O problema da deflorestação.....	16
2.2	Os Serviços Ambientais.....	17
2.2.1	O Sequestro de Carbono Florestal.....	19
2.3	Valoração Econômica das Florestas.....	20
2.3.1	Valores de uso .....	20
2.3.2	Valores de não-uso.....	22
2.3.3	Métodos de Valoração Econômica Ambiental .....	23
2.3.4	Valoração Econômica do Sequestro de Carbono.....	24
2.4	Pagamentos por serviços ambientais – PSA.....	25
2.4.1	Experiência do PSA no Brasil .....	26
2.5	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e Desenvolvimento Florestal .....	27
2.5.1	O Brasil no Marco da Convenção das Mudanças Climáticas.....	28
2.5.2	Os projetos piloto de sequestro florestal de carbono no Brasil.....	30
2.5.2.1	O Projeto ACAG.....	31
2.5.2.2	Projeto Plantar.....	31
2.5.2.3	Projeto PSCIB.....	32

2.5.3	Requisitos para a participação no MDL .....	32
2.5.4	O Processo de aprovação de projetos MDL e a Validação dos Certificados de Redução de Emissões.....	34
2.6	Mercado De Carbono .....	36
2.6.1	Fluxo global de créditos .....	38
2.7	Projetos de sequestro de carbono .....	39
2.7.1	Estimação da Biomassa Aérea.....	39
2.7.2	Alternativas de Projetos Florestais.....	40
2.7.2.1	Reflorestamento.....	41
2.7.2.2	Desmatamento Reduzido.....	41
2.7.2.3	Manejo Sustentável Florestal.....	41
2.7.3	Formulação do projeto Sequestro de Carbono na APA da Serra de Baturité.....	42
2.7.3.1	Horizonte De Planejamento.....	43
2.7.3.2	Fluxo de caixa.....	43
2.7.3.2.1	Custos.....	44
2.7.3.2.2	Custos de transação.....	45
2.7.3.2.3	Custos de Oportunidade.....	45
2.7.3.2.4	Taxa de desconto.....	46
2.7.4	Análise econômica de viabilidade dos projetos.....	46
2.7.4.1	Valor Presente Líquido (VPL).....	46
2.7.4.2	Valor Anual Equivalente (VAE).....	47
2.7.4.3	Taxa Interna de Retorno (TIR).....	48
3.	METODOLÓGIA .....	49
3.1	Área de Estudo .....	49
3.1.1	Breve histórico do desmatamento da Serra de Baturité.....	50
3.1.2	Marco Regulatório: APA da Serra de Baturité .....	51
3.1.3	Estrutura Geoambiental da APA .....	52

3.1.4	Abundancia e Estrutura .....	57
3.2	Estimação da Biomassa.....	59
3.3	Alternativas de Projetos Florestais .....	60
3.3	Formulação do Projeto Sequestro de Carbono na APA da Serra de Baturité .....	61
3.4.1	Horizonte de Planejamento .....	61
3.4.2	Fluxo de caixa .....	61
3.4.3	Custos .....	62
3.4.3.1	Custos de transação .....	63
3.4.3.2	Custos de Oportunidade .....	64
3.4.4	Taxa de desconto .....	65
3.5	Análise Econômica de Viabilidade dos Projetos .....	64
4.	RESULTADOS E DISCUSÃO .....	65
4.1	Cálculo da Biomassa na Floresta Ombrófila.....	67
4.1.1	Condições Geológicas para o Sequestro de Carbono.....	68
4.2	Análise Econômica.....	69
4.2.1	Fluxo de Caixa.....	70
4.2.2	Critérios de Viabilidade.....	73
5.	CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	76
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
	APÊNDICES.....	85

## INTRODUÇÃO

Para sensibilizar a sociedade da importância da preservação das florestas e suas funções imprescindíveis para a manutenção das condições adequadas à vida, a Organização das Nações Unidas declarou que o ano 2011 era oficialmente, o Ano Internacional das Florestas. A maior atenção dada às florestas deve-se ao fato de ser a degradação florestal uma das maiores fontes de emissão de gases efeito estufa, contribuindo com cerca de vinte por cento do total das emissões anuais, sem falar das perdas econômicas, da biodiversidade, de serviços ambientais e de patrimônio cultural (PAGIOLA, 2009).

As florestas administradas sustentavelmente produzem elevados valores econômicos, devido ao fato de seus produtos ingressarem no comércio internacional, obterem regalias governamentais, gerarem recursos para o setor, apoiarem as estratégias de sobrevivência das comunidades, e proporcionarem serviços e bens básicos que possibilitem a sobrevivência humana.

No entanto, áreas consideráveis de florestas estão sendo desmatadas principalmente porque o valor econômico associado ao manejo florestal sustentável não é claramente percebido pela sociedade, e portanto não é incorporado às políticas, planos e decisões. Daí a necessidade premente de demonstrar que as florestas geram benefícios ambientais e conseqüentemente econômicos, quando manejadas sustentavelmente, e que esses benefícios são em muitos casos, significativamente maiores que os supostos benefícios da exploração madeireira ou plantio de outros produtos agrícolas convencionais.

### **1.1 O Problema e sua Importância**

O efeito estufa tem colaborado com o aumento da temperatura no globo terrestre nas últimas décadas. O século XX foi o mais quente dos últimos 500 anos. Pesquisadores do clima afirmam que, num futuro próximo, o aumento da temperatura provocado pelo efeito estufa poderá ocasionar o derretimento das calotas polares e o aumento do nível dos mares (IPCC, 2008). O efeito estufa é gerado pelo lançamento de gases como o dióxido de carbono (gás carbônico) e o monóxido de carbono, gás metano, óxido nitroso e óxidos de nitrogênio, os quais ficam concentrados em

determinadas regiões da atmosfera formando uma camada que bloqueia a dissipação do calor.

Uma das maiores contribuições na mitigação das mudanças climáticas é o Sequestro de Carbono. O sequestro de carbono é um importante serviço ecossistêmico provido pelas florestas. A vegetação (árvores, arbustos, e gramados) através do processo de fotossíntese, absorve gás carbônico da atmosfera, e durante certo tempo, armazena carbono orgânico na planta e na biomassa da raiz (geralmente durante o período de vida a planta) (KULSHRESHTHA, 2000). A finalidade do processo de sequestro de carbono é diminuir o acúmulo de CO<sub>2</sub> na atmosfera visando a diminuição do efeito estufa.

O sequestro florestal de carbono se consagrou a partir do Protocolo de Kyoto, em 1992, quando foram aprovados os mecanismos de flexibilização dos instrumentos de redução de emissões do efeito estufa, que incluíram o sequestro florestal de carbono (Chan Ma Yu, 2004). É uma modalidade do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto.

Os impactos ambientais surgidos em todo o planeta aumentaram dramaticamente ao longo das últimas décadas. As emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera são feitas por todos os países na terra independente de seu estágio ou evolução industrial. A queima de combustíveis é responsável pelos 75% do total das emissões, além dos processos de uso da terra, especialmente o desmatamento e as queimadas, sendo responsáveis do 25% restante (C&T BRASIL, 2006).

A Mata Atlântica foi o primeiro ecossistema avistado pelos colonizadores europeus ao desembarcarem em território brasileiro. Transcorridos 500 anos desde o início da colonização é notório o intenso desmatamento ocorrido, ficando remanescentes somente 8% deste importante bioma. O processo antrópico de desmatamento dos diversos ecossistemas brasileiros se intensificou de forma alarmante nos últimos 40 anos, como resultado da Revolução Verde. Frente à necessidade de mais terras agriculturáveis para dar resposta aos aumentos de produtividade alcançados pela nova tecnologia.

Uma forma de proteger os biomas ameaçados no mundo e particularmente no Brasil é mediante as Áreas Protegidas, dentre das quais se encontram diferentes categorias de unidades de conservação, e dentre destas a categoria de Área de Proteção

Ambiental (APA). As APAs permitem uma contribuição positiva frente aos problemas de aquecimento global. A APA da Serra de Baturité localizada no centro-norte do Ceará representa uma área importante na consolidação de mecanismos de regulação do clima, assim como na redução de emissões de efeito estufa, uma vez que possui solos diversificados e recobertos pelas florestas ombrófila aberta, floresta estacional semidecidual e, nas porções de altitudes mais baixas a floresta estacional decidual (BRASIL, 2004b).

A APA da Serra de Baturité, Ceará, além de poder contribuir com a mitigação do aquecimento global mediante o manejo florestal sustentável do sequestro de carbono, é também importante por possuir nas altitudes mais altas, nascentes de cursos d'água tais como o Rio Pacoti e importantes tributários de outros dois grandes rios, no caso, o Curu e o Choró, que drenam suas águas em direção ao sertão semiárido cearense até atingir o Oceano. As bacias hidrográficas dos rios Pacoti e Choró abrigam reservatórios que integram o sistema de abastecimento d'água da cidade de Fortaleza, quinta capital brasileira mais populosa (BRASIL,2005), e de grande parte de sua região metropolitana.

Pelo exposto até aqui é preciso responder ao seguinte questionamento: Quanto poderia contribuir a APA da Serra de Baturité à mitigação do aquecimento global, mediante o sequestro de carbono? É viável a instauração de projetos de sequestro de carbono, levando em consideração as condições socioeconômicas específicas da APA da Serra de Baturité?

O presente trabalho se propõe responder estes questionamentos considerando que as propostas de sequestro de carbono florestal exigem, como parte das etapas de planejamento, a estimativa de volume de carbono sequestrado. Além disso é preciso estudar cenários alternativos de custos e receitas como ferramenta essencial para a elaboração de projetos de manejo florestal sustentável, visando a viabilidade econômica e a tendência das estratégias mundiais sobre as mudanças climáticas.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Esta pesquisa tem como objetivo geral avaliar economicamente cenários alternativos de manejo florestal sustentável para o sequestro de carbono na Floresta Ombrófila da APA da Serra de Baturité, Ceará.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar a fisionomia e estrutura dos fragmentos florestais.
- Quantificar o volume de carbono acumulado em termos de tCO<sub>2</sub>e na APA da Serra de Baturité, Ceará.
- Avaliar economicamente cenários alternativos de venda de créditos de carbono na APA da Serra de Baturité, Ceará.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

### 2.1 Mudanças climáticas: O problema da deflorestação

Deflorestação e degradação das florestas são uma das mais importantes fontes de emissão de gases de efeito estufa (GEE). Dentre os cinco gases de efeito estufa (Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Perfluorcarbonetos (PFC's) e também o vapor da água), o CO<sub>2</sub> é o gás principal. Sua concentração na atmosfera subiu significativamente desde o desenvolvimento industrial. O gás carbônico contribui em torno de 20% do total das emissões anualmente, sem falar das perdas associadas com a subsistência das comunidades, biodiversidade, serviços ambientais e patrimônio cultural (IPCC, 2008). Para dirimir este problema, alguns esforços estão sendo feitos no desenvolvimento de esquemas de pagamento visando a Redução as Emissões da Deflorestação e Degradação (REDD) (PAGIOLA, 2009).

A meta de diminuir as emissões de gás carbônico na atmosfera pode ser alcançada mediante a limitação do crescimento industrial, ou administrando as florestas em prol da captação deste gás na atmosfera. Com este intuito, em 2008, o Banco Mundial lançou *The Forest Carbon Partnerships Facility* (FCPF) para prover incentivos financeiros para o REDD. Até 2011, o FCPF tinha apoiado 37 países a realizar diversas atividades tais como, estabelecer o cenário de emissões, adotar uma estratégia legislativa nacional para o REDD e monitorar, reportar e verificar as emissões da deflorestação e degradação florestal.

O FCPF é um dos três mecanismos de Implementação Cooperativa (IC) estabelecidos no Protocolo de Kyoto, usado pelos países do Anexo I<sup>1</sup> (Países Desenvolvidos Signatários) para complementar suas ações domésticas pautadas nos compromissos assumidos para a redução da emissão de gases que causam o efeito estufa (GEI).

Os outros dois mecanismos estabelecidos no Protocolo de Kyoto são: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e a Negociação de Emissões Internacionais (NEI). O MDL permite aos países desenvolvidos acumular Certificados

---

<sup>1</sup> O Anexo I são os países signatários do Protocolo de Kyoto, que por obrigatoriedade devem reduzir as emissões de gases de efeito estufa, esses países são: Alemanha, Austrália, Áustria, Belarus, Bélgica, Bulgária, Canadá, Comunidade Européia, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Estônia, Federação Russa, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, República Tcheco-Eslovaca, Romênia, Suécia, Suíça, Turquia e Ucrânia

de Redução de Emissões (*Certify Emmision Reduction Units - CERs*) por meio de financiamento de projetos que incluam atividades de redução de carbono em países em vias de desenvolvimento e que ao mesmo tempo contribuíssem para o desenvolvimento de tais nações. Por outro lado, o NEI faculta aos países industrializados signatários do Protocolo de Quioto a negociação da redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para complementar os compromissos adquiridos, segundo o qual os países que reduzirem suas emissões além da cota acordada no Protocolo poderão vender o excedente aos países que emitiram acima da cota (TOTTEN, 2000).

## 2.2 Os Serviços Ambientais

O termo Serviços Ambientais é entendido como aqueles benéficos indiretos gerados pelos recursos naturais ou propriedades ecossistêmicas. Esses serviços ambientais podem ser considerados como externalidades positivas geradas para manter ou incrementar a qualidade e quantidade dos recursos ambientais.

As Áreas Protegidas Florestais provêm muitos benefícios importantes à sociedade. Além das atividades comerciais que estão associadas a eles, também proveem uma diversidade de serviços de ecossistema. O Quadro 1 relaciona os serviços ambientais associados as florestas e suas funções:

**Quadro 1 - Funções ecossistêmicas e serviços ambientais da floresta**

Serviços Ambientais	Funções	Exemplos
1. Regulação de gases	Regulação de composição química atmosférica	Balanço CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> , SO <sub>x</sub> , entre outros.
2. Regulação de clima	Regulação da temperatura global, precipitação e outros processos climáticos locais e globais.	Regulação dos gases de efeito estufa.
3. Regulação de distúrbios	Capacidade do ecossistema de responder e se adaptar a	Proteção contra tempestades, inundações, estiagens, resposta do

	flutuações ambientais	habitat a mudanças ambientais.
4. Regulação hídrica	Regulação dos fluxos hidrológicos	Provisão de água (irrigação, agroindústria, transporte aquático).
5. Oferta de água	Armazenamento e retenção de água.	Provisão de água através de bacias, reservatórios e aquíferos.
6. Retenção de sedimentos	Detenção do solo dentro do ecossistema.	Prevenção da perda de solo por vento, etc., armazenamento de água em lagos e charcos.  Controle de inundações
7. Formação de solos	Processo de formação de solos.	Mineralização de rochas e acumulação de matéria orgânica.
8. Reciclagem de nutrientes	Armazenamento, reciclagem interna, processamento e aquisição de nutrientes.	Fixação de nitrogênio, fósforo, potássio, etc.
9. Tratamento de resíduos	Recuperação de nutrientes móveis, remoção e decomposição de excesso de nutrientes e compostos.	Tratamento de resíduos, controle de contaminação e desintoxicação.
10. Polinização	Movimento de gametas florais.	Provisão de polinizadores para reprodução de populações de plantas.
11. Controle biológico	Regulação trófica dinâmica	Efeito predador para o controle de espécies,

	de populações	redução de herbívoros por outros predadores.
12. Refúgio de espécies	Habitat para populações residentes migratórias.	Sementeiras, habitat de espécies migratórias, locais.
13. Recreação	Fornecer oportunidades para atividades recreativas	Ecoturismo, pesca esportiva, entre outros
14. Cultural	Fornecer oportunidades para usos não comerciais	Estética, artística, educacional, espiritual, valores científicos do ecossistema.

Fonte: Adaptado de Izko, et al (2003).

Azqueta (2000) assinala que estes serviços derivam indiretamente das funções que a floresta cumpre por si só com relação à capacidade de resiliência, diversidade e equilíbrio do ecossistema global. No entanto, algumas atividades econômicas que envolvem recursos naturais estão levando a um desequilíbrio, resultando na redução da quantidade e qualidade dos fluxos dos serviços ambientais. As atividades econômicas que respeitam as propriedades biológicas naturais e os ciclos ecológicos podem incrementar a disponibilidade desses serviços e, portanto gerar benefícios para a sociedade como um todo.

Um serviço ambiental de relevância global oferecido pela vegetação da floresta é a regulação de gases de efeito estufa, especialmente o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). O processo consiste em produzir oxigênio mediante o processo de fotossíntese, através do qual o CO<sub>2</sub> absorvido pelas plantas verdes é fixado como biomassa orgânica.

### **2.2.1 O Sequestro de Carbono Florestal**

O Sequestro de Carbono é um importante serviço ecossistêmico provido pelas áreas protegidas florestais. A vegetação (árvores, arbustos, e gramados) através do processo de fotossíntese, absorve gás carbônico da atmosfera, e durante certo tempo armazena carbono orgânico na planta e na biomassa da raiz (geralmente durante o

período de vida respectivo). Quando o material orgânico se deteriora, um corpo chamado “piscina de carbono” é criado no solo (KULSHRESHTHA et al, 2000).

Desta maneira, a concentração excessiva de dióxido de carbono se reduz, contribuindo para a mitigação do efeito estufa, cujas consequências econômicas e humanas podem ser imensuráveis. A floresta fixa o carbono em sua biomassa e no solo, evacua grandes porcentagens de carbono nas águas de chuvas, e torna mais lenta a oxidação biológica do carbono que se encontra dentro e sobre a superfície do solo (BURNEO, 1999). Embora este serviço beneficie à comunidade local, nacional e internacional, seus custos são geralmente assumidos pelos países industrializados.

### **2.3 Valoração Econômica das Florestas**

As florestas primárias provêm uma série de bens e serviços valiosos para a humanidade, sendo possível de ser estimado por meio do Valor Econômico Total (VET). O VET de um sistema é uma estimativa baseada na agregação dos valores resultantes dos diferentes usos diretos e indiretos (e seus valores de opção associados) mais os valores de não-uso. As diferentes formas de uso das terras florestais são caracterizadas por uma combinação diferente de valores de usos direto, indireto e de valores de não-uso. Assim, para cada forma de uso, obtem-se diferentes VETs (BISHOP, 1999). A Figura 1 mostra os componentes do VET de forma esquemática.

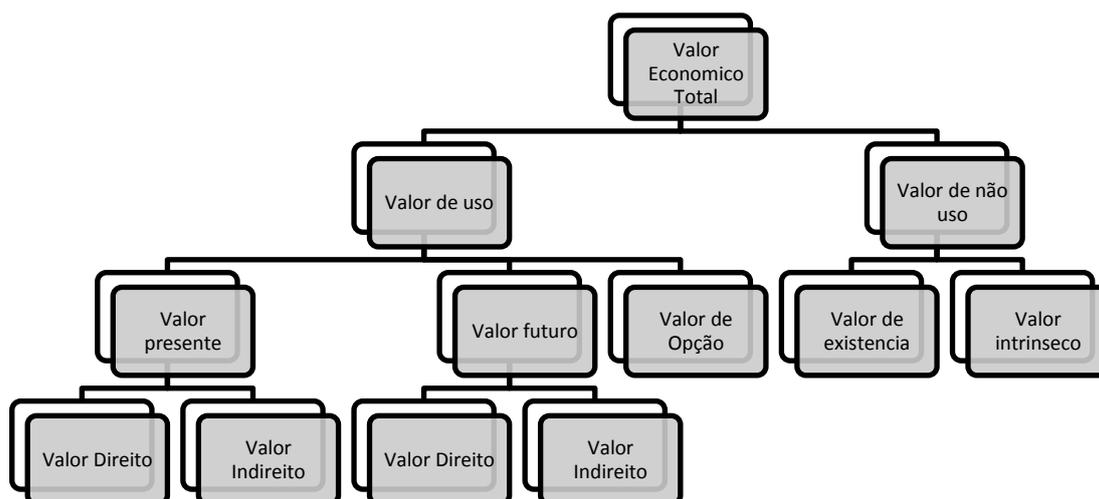
Este conceito de VET supõe que a somatória dos valores de diferente natureza compõe o valor total do recurso. O VET se refere à soma dos diferentes valores (quantificáveis) de um ecossistema ou área natural (Pearce, 1990). De fato é preciso empregar o VET com cautela, incorporando somente os valores que sejam compatíveis entre si.

#### **2.3.1 Valores de uso**

Os valores de uso estão relacionados à utilização direta ou indireta do recurso com o objetivo de satisfazer uma necessidade, obter um benefício econômico, ou o simplesmente desfrutas das amenidades. As pessoas que utilizam as florestas se vêem afetadas por qualquer mudança que ocorra com relação à sua qualidade, existência ou acessibilidade. Dentro deste tipo de valor é possível diferenciar entre os seguintes tipos (IZKO, BURNEO, 2003):

- **Valor de uso direto:** Incluem os recursos naturais extraídos das atividades comerciais e não comerciais. Os usos comerciais (produção industrial de madeira) podem ser importantes, tanto no âmbito local, como no nacional e internacional. Os usos não comerciais são geralmente de ordem local, mas podem ser de extrema importância para a subsistência das populações rurais e pobres (lenha, caça, plantas medicinais e comestíveis, etc.). Os usos diretos também incluem importantes serviços, como recreação, pesquisa e educação (FAO, 1990).

**Figura 1 Componentes do Valor Econômico Total**



Fonte: Adaptado de Azqueta (1996)

- **Valor de uso indireto:** Compreende a maioria das funções ecológicas das florestas que se revertem em benefícios para a sociedade. Está relacionado com a conservação e sustentabilidade de atividades econômicas cujos benefícios são quantificados no mercado.

Por exemplo, algumas florestas podem ter valores de uso indireto por meio do controle da sedimentação ou das inundações, da regulação de micro climas ou sequestro de carbono, entre outros (BISHOP, 1999).

- **Valor de opção:** Existem pessoas que, apesar de atualmente não utilizarem as florestas ou algum de seus atributos, valorizam a possibilidade de utiliza-las em algum momento futuro. Para estas pessoas, portanto, qualquer mudança nas características da floresta, supõe uma mudança no bem-estar da comunidade. Portanto, o valor de opção do bem deriva das possibilidades de uso futuro.

### 2.3.2 Valores de não-uso

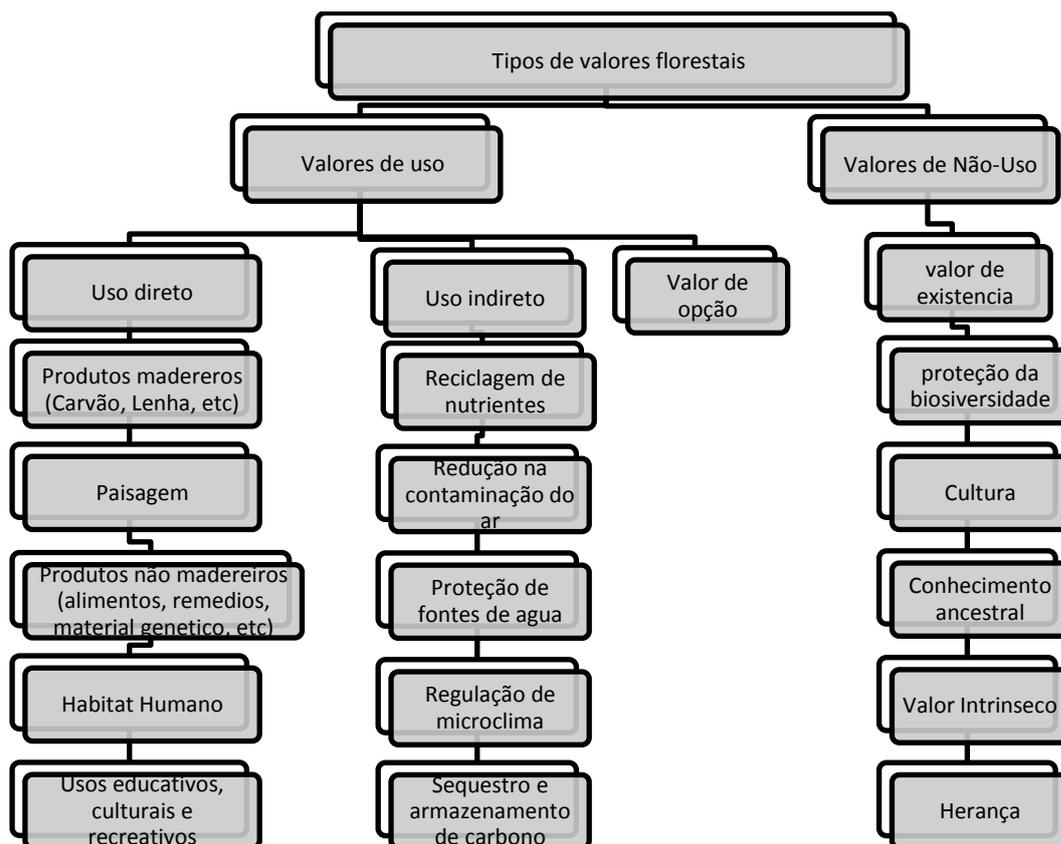
Os valores de não uso são benefícios derivados dos bens e serviços ambientais, sem que seja necessário fazer uso diretamente. Os motivos que foram apontados para explicar este valor de existência são, entre outros, a filantropia, a simpatia, motivos de herança ou de legado, o valor simbólico que pode chegar a ter um determinado bem ambiental ou recurso natural como parte da identidade cultural de um grupo ou conjunto de pessoas. Outra razão importante para se prestar atenção a este tipo de valor é a crença no direito de existência de outras formas de vida, como, portanto, dos animais, plantas e/ou ecossistemas.

Trata-se de motivos que introduzem considerações de altruísmo, difíceis de enquadrar em modelos no âmbito da teoria microeconômica convencional; mas não por isso menos reais.

- **Valor extrínseco, intrínseco e valor superior:** Tanto os valores de uso e de opção quanto uma parte dos valores de não-uso ligada às diferentes formas de altruísmo podem ser considerados valores extrínsecos, ou seja, que valoram o bem em questão porque se valoriza algo mais: o próprio bem-estar ou o bem-estar de uma comunidade. Muitos destes valores extrínsecos, embora não todos, têm ainda assim um caráter instrumental. No entanto, o valor simbólico e o reconhecimento de direitos fundamentais em favor de outras espécies e/ou ecossistemas fazem referência à existência de um tipo de valor mais essencial, um valor intrínseco (BARRANTES E CASTRO, 1999a). Neste sentido, tanto o valor intrínseco quanto um subconjunto de valores extrínsecos são considerados

valores de ordem superior. Em outras palavras, a relação que se estabelece entre o sujeito que valora o bem ou serviço, transcende o campo dos simples valores de uso, e não permite que o objeto de valoração seja considerado mercadoria.

**Figura 2 - Componentes do valor econômico total e os tipos de valores derivados das florestas.**



Fonte: Figura elaborada pela autora.

### 2.3.3 Métodos de Valoração Econômica Ambiental

Azqueta (1996) aponta que os valores que as florestas provêm para os diferentes agentes econômicos, de acordo com as funções que exercem direta ou indiretamente, se traduzem operativamente em rentabilidade, seja financeira, econômica ou social. Uma avaliação econômica deve levar em consideração os usos potenciais competitivos e seus impactos sobre a rentabilidade dos agentes econômicos

Os fatores externos, ou a impossibilidade de interiorizar todos os custos e benefícios derivados de uma atividade econômica introduzem diferenças entre os custos

e benefícios financeiros comparados com os custos e benefícios sociais, sejam estes gerados no local ou fora do local de análise. Para se obter estimativas da importância econômica da biodiversidade das florestas, existem diversos métodos e técnicas de valoração geralmente classificados segundo o conceito de valor adotado (IZKO e BURNEO, 2003)

Baseado na revisão do estudo de Kulshreshtha *et al* (2000) sobre o valor de sequestro de carbono, pode se perceber que tais valores estimados variam em função do método usado. Kulshreshtha estuda sete abordagens diferentes para estimar o valor do carbono, observando uma gama de valores bastante ampla, chegando a um valor mínimo de US\$8 um valor máximo de US\$ 82 por tonelada de carbono. A seguir é apresentado o marco conceitual para a estimação de sequestro de carbono. Para este propósito foram revisados vários estudos disponíveis para cada tipo de valoração econômica.

#### **2.3.4 Valoração Econômica do Sequestro de Carbono**

Segundo Pagiola (2009) a valoração do sequestro de carbono dentro no contexto da mudança do clima exige duas fases: i) Estimação da quantidade física de carbono que é armazenado na área de estudo; e, ii) Estimação do valor econômico do carbono armazenado. O valor econômico da função de sequestro de carbono de áreas protegidas pode ser estimado por vários métodos, dentre eles incluem: o método do dano evitado; o método de valoração contingente; o método de custo alternativo, e o método de mercado (KULSHRESHTHA *et al*, 2000).

Os estudos apropriados nesta revisão foram avaliados em termos de mudança climática. Kulshreshtha *et al* (2000) considera duas visões para a estimação do valor do sequestro de carbono: i) A sociedade é consciente dos danos causados pelas mudanças climáticas, sendo capaz de atribuir um valor monetário à função do sequestro de carbono; e, ii) A sociedade é consciente dos danos causados pelas mudanças climáticas, porém o impacto exato do dano não é conhecido, portanto não sendo possível mesurá-lo. No seguinte quadro são relacionados os métodos de valoração econômica do sequestro de carbono levando em consideração as duas visões estabelecidas por Kulshreshtha *et al* (2000).

## QUADRO 2 - Métodos de Valoração Econômica do Sequestro de Carbono

Quando se conhecem os danos que traz a mudança climática		Quando não se conhecem os danos das mudanças climáticas: Opções de Mitigação	
Custo de Dano Evitado	Valoração Contingente	Custo alternativo	Análise de Mercado
Assume que a mudança do clima já aconteceu, sendo o valor do sequestro de carbono deduzido a partir do comportamento das pessoas.	Assume que a mudança do clima ainda não aconteceu, sendo o valor do sequestro de carbono estimado com base na disposição a pagar pelas ações de adaptação e mitigação.	Toma como estimativa de custo para as ações de mitigação e adaptação, o custo das ações alternativas que permitem alcançar a meta desejada.	Utiliza o preço do carbono sequestrado. Cada tonelada de CO <sub>2</sub> deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento poderá ser negociada no dentro do mercado de carbono através da compra de Certificados de Emissões Reduzidas (CER)

Fonte: Quadro Elaborado pela autora.

### 2.4 Pagamentos por serviços ambientais - PSA

Os esquemas de pagamento pelos serviços ambientais (PSA) são mecanismos que remuneram ou recompensam quem protege a Natureza. É uma forma de “precificar” os serviços ambientais e estimular a conservação, atribuindo-lhes valor e constituindo mercado para a troca de créditos de carbono, conservação de recursos hídricos, criação de impostos ecológicos, exploração sustentável de florestas, uso sustentável da biodiversidade e para o ecoturismo.

Existem diferentes esquemas de PSA, sendo o tipo mais comum aquele que efetua o pagamento direto. Neste caso, o Governo, em nome da sociedade civil, remunera aos proprietários de terras pela adoção de tecnologias capazes de possibilitar melhor gestão do solo e, assim, resolver um problema ambiental específico. Normalmente, esses esquemas são financiados inteiramente pelo governo, em benefício da sociedade, podendo também incluir contribuições do setor privado.

Também existem esquemas de PSA baseados em produtos, onde consumidores pagam um prêmio sobre o preço de mercado de um produto ou serviço, para garantir um processo de produção ambientalmente sustentável, comprovado mediante processo independente de certificação.

Quando os consumidores decidem pagar esse valor adicional, eles estão escolhendo pagar, também, pelos serviços de proteção ambiental. Programas de certificação com selos ecológicos têm sido desenvolvidos para uma variedade de produtos, tais como café cultivado na sombra, produtos orgânicos e madeira certificada.

Esquemas de PSA frequentemente aparecem em combinação com outros mecanismos de incentivo. Tais esquemas, por exemplo, sempre exigem esclarecimento sobre direitos de propriedade do serviço ambiental que está sendo produzido, a fim de identificar o provedor que deve receber uma compensação pela prestação desse serviço.

Da mesma maneira, no contexto dos programas de comércio de emissões, o PSA pode ser utilizado para atender aos limites estabelecidos por um governo ou órgão regulador relativos aos níveis de emissão ou de poluição permitidos em determinada área. A fim de atingir as metas de emissão ou de redução da poluição, empresas ou particulares podem, por exemplo, comprar créditos de carbono de agricultores ou empresas florestais que estejam plantando árvores que sequestram carbono ou que estejam protegendo uma floresta nativa.

#### **2.4.1 Experiência do PSA no Brasil**

Os esquemas de PSA podem cumprir uma função importante no apoio a aumentar a renda, além de promover o desenvolvimento sustentável. Os esquemas de PSA se colocam como mecanismo idôneo para a internalização das externalidades ambientais positivas.

A experiência do Brasil não está alheia aos benefícios que esta nova ferramenta pode proporcionar. FVA, FASE e IMAZON são as organizações mais destacadas que estão elaborando esquemas de PSA no Parque Nacional Jaú, no município de Gurupá (PA), a região Vale do Ribeira (SP) e no estado de Acre, respectivamente. A seguir apresenta-se breve descrição dos projetos, a base conceitual, a metodologia usada assim como as perspectivas dos atores locais e as instituições envolvidas.

No Vale do Ribeira, no estado de São Paulo um esquema de PSA é proposto como instrumento de compensação pelos benefícios dos serviços ambientais que são produzidos nesses territórios. Participaram desse esquema cerca de 400 comunidades rurais que apresentavam baixa densidade de população comparada a outras regiões do estado. Os participantes eram principalmente produtores rurais, extrativistas, artesãos, pescadores e quilombolas.

...a situação de distribuição de renda era crítica - em 1991, 72% da população tinham rendas menores que três salários mínimos. O nível educacional também era muito baixo se comparado com estado ou médias nacionais, com 20% de analfabetismo (Veríssimo, 2002, p 57).

O Vale da Ribeira apresenta áreas consideradas Mata Atlântica (legalizadas como Unidades de Conservação) possuindo mais de 2,1 milhões de hectares de floresta equivalente a aproximadamente 21% da Mata Atlântica brasileira. Por possuírem um total de 185 locais arqueológicos e 273 cavernas, a região é extremamente importante e foi declarada um Local de Herança de Reserva Natural Mundial em 2007 por UNESCO.

A caracterização do território em termos de cobertura vegetal e Unidades de Conservação, junto com a estrutura social e econômica apresentada, proveu o contexto no qual o pagamento por serviços ambientais foi apresentado como a ferramenta viável de desenvolvimento de essas populações.

## **2.5 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e Desenvolvimento Florestal**

O papel das florestas tem sido cobrado pela sua particularidade, pelos países desenvolvidos, desde que nas negociações do Protocolo de Kyoto se estabeleceu que o aumento de estoques de carbono nas florestas ajuda a combater o efeito estufa.

O Protocolo de Kyoto não só estabeleceu o papel das florestas dentro das mudanças climáticas, mas criou mecanismos de flexibilização, tais como o Comércio Internacional de Emissões (CIE) - realizado entre países listados no Anexo I, de maneira que um país, que tenha diminuído suas emissões acima de sua meta, transfira o excesso de suas reduções para outro país que não tenha alcançado tal condição; o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) - realizados em países que não têm metas de reduções de emissões de GEE; e a Implementação Conjunta (IC) – implantação de projetos de redução de emissões de GEE entre países que apresentam metas a cumprir (Países do Anexo I). Desta maneira o mecanismo que se adapta para as condições da América Latina e do Brasil é o MDL, uma vez que se encaixa neste perfil.

A proposta do MDL consiste em que cada tonelada de CO<sub>2</sub> deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento poderá ser negociada no mercado mundial, criando um novo atrativo para redução das emissões globais. Os países do Anexo I estabelecerão em seus territórios metas para redução de CO<sub>2</sub> junto

aos principais emissores. As empresas que não conseguirem (ou não desejarem) reduzir suas emissões poderão comprar Certificados de Emissões Reduzidas (CER) em países em desenvolvimento e usá-los para cumprir suas obrigações. Os países em desenvolvimento, por sua vez, deverão utilizar o MDL para promover seu desenvolvimento sustentável (ROCHA, 2003).

E, indiretamente, por meio da aquisição de algumas das unidades de redução de emissão válidas no âmbito do Protocolo, notadamente os CERs, emitidas por um Conselho Executivo e creditadas aos participantes da correspondente atividade, após a constatação de que, efetivamente, absorveu gás carbônico e/ou reduziu o nível de emissão de gases de efeito estufa.

Concebe-se, então, um importante e inteiramente novo mercado, figurando as Reduções Certificadas de Emissões como o bem negociável e as Partes do Anexo I como principais demandantes de reduções de emissões, visando a reduzir as despesas com o atendimento a seus objetivos ambientais (SOUZA e MILLER, 2003)

Tal mercado pode propiciar a troca de recursos e de tecnologias entre os países, bem como fomentar o desenvolvimento sustentável daqueles mais pobres, contribuindo para o fortalecimento do próprio mercado de capitais – isto é, o sistema de emissão, distribuição e negociação de títulos e valores mobiliários. Deste modo, a captura do carbono tem adquirido valor monetário. Os certificados de redução possuem um preço de mercado e conseqüentemente as áreas florestais podem incrementar sua rentabilidade (R SEDJO, 2000).

### **2.5.1 O Brasil no Marco da Convenção das Mudanças Climáticas**

A atuação do Brasil na Convenção de Mudanças Climática tem chamado a atenção em três pontos particulares. Primeiro, o Brasil propôs a criação do Fundo de Desenvolvimento Limpo (FDL), que tem como objetivo aplicar multas aos países desenvolvidos que não cumprissem as metas de redução de emissões. A proposta foi apoiada pelos países em desenvolvimento, porém foi rejeitada pelos países desenvolvidos.

Em junho de 1997, na preparação para a Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas - COP-3, que se realizou em Kyoto em dezembro do mesmo ano, o FDL foi adaptado e passou a chamar-se Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Com isso, os países desenvolvidos poderiam cumprir parte de suas metas de redução de

emissões através de financiamento de projetos sustentáveis aos países em desenvolvimento (VIOLA, 2002b). Além do mais, a delegação brasileira defendeu a proposta de que as florestas nativas, ou seja, a conservação florestal, deveria ficar de fora dos mecanismos de flexibilização das medidas de redução das emissões.

Viola (2002b) acrescenta ainda que os grandes desmatamentos no Brasil têm restringido a atuação do Governo brasileiro no Protocolo de Kyoto, principalmente por não defender a inclusão das florestas nativas dentro dos mecanismos de redução das emissões, isto porque o país receia que o uso das florestas seja objeto de regulação internacional, o que levaria à perda do controle e da autonomia sobre a Amazonia. Sobre isto o referido autor acrescenta:

“... esta posição defensiva tem como premissa a incapacidade do governo brasileiro de controlar o nível de desmatamento corrente, onde a floresta amazônica é percebida como um ônus por causa do desmatamento e não como um eventual trunfo pela venda do serviço ambiental de sequestro de carbono” (VIOLA, 2002a, p.17).

Desde o início da institucionalização da Convenção sobre a Mudança do Clima, o Governo brasileiro vem tomando decisões e criando instituições internamente para responder as demandas da sociedade. Em 1991, foi criada uma unidade de assessoria para tratar questões sobre mudança climática dentro do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). O MCT é o ponto focal sobre mudanças climáticas e coordena a execução de ações nacionais definidas pela convenção. Dois outros ministérios estão envolvidos em diferentes graus sobre a questão das mudanças climáticas: o Ministério de Relações Exteriores (MRE) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA). O primeiro é o responsável pela coordenação geral da posição brasileira na Convenção por intermédio do seu departamento de Meio Ambiente. O MMA tem a responsabilidade de dar suporte ao MRE na conservação da biodiversidade. Em 2010, a Secretaria do Desenvolvimento sustentável, dentro do MMA, assumiu algumas responsabilidades sobre as preocupações ambientais e sobre o papel das florestas.

Em julho de 1999, foi criada no Brasil, a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, com a finalidade de articular as ações do governo decorrentes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e seus instrumentos subsidiários (BRASIL, 1999). A apreciação e aprovação das atividades de projeto no

âmbito do MDL fica sendo dessa Comissão, na forma do Anexo I da Resolução n. 1. (MMA, 2003)

### **2.5.2 Projetos Piloto de Sequestro de Carbono Florestal no Brasil.**

O Brasil é considerado por muitos como um país hospedeiro atrativo para MDL. Quatro projetos que merecem destaque são: O projeto Peugeot, o Projeto Plantar, o Projeto Ação contra Aquecimento Global (ACAG) e o projeto Sequestro de Carbono na Ilha do Bananal (PSCIB).

Um aspecto comum entre os projetos é o fato de, apesar de que todos têm sido iniciados com objetivos bem definidos, os mesmos sofreram modificações quanto a suas especificidades e características operacionais. Isto é, passaram por um processo de adaptação à medida que, internacionalmente, as técnicas de análise das mudanças climáticas evoluíram.

Pelo fato de serem pioneiros no Brasil, os projetos de créditos de carbono correram o risco de não se enquadrarem nas modalidades definidas como sendo válidas para serem negociadas dentro do Protocolo de Kyoto. Alguns deles são puramente projetos experimentais cuja finalidade é investigar as relações envolvidas no processo de sequestro de carbono, portanto inadequados para comercialização (CHANG MAN YU, 2004)

Em contra partida, o alto risco oferece, em troca, um elevado potencial de retorno em relação à expectativa de elevação do preço do carbono quando o Protocolo de Kyoto entre em vigor, e principalmente, uma posição estratégica de pioneirismo na corrida neste novo mercado.

A *Ecoenergy* Brasil foi a primeira empresa a enviar as metodologias de cálculo de créditos de carbono e monitoramento voltadas para co-geração com bagaço no setor sucroalcooleiro para aprovação e registro no Banco de Dados de Carbono do Secretariado de Mudança Climática da ONU – Organização das Nações Unidas (CHANG MAN YU, 2004)

A seguir são descritos três projetos relatados no livro *Sequestro Florestal de Carbono no Brasil* de Chang Man Yu (2004)

### **2.5.2.1 Projeto Ação Contra o Aquecimento Global em Guaraqueçaba- ACAG**

Na região de Guaraqueçaba e Antonina (Paraná) a Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS) sob a mediação da Organização Não Governamental Americana, The Nature Conservancy (TNC), executa três projetos de caráter predominantemente conservacionista e que atendem à necessidade de redução de emissão de varias empresas norte-americana de intensa emissão dos setores de geração de energia, petrolífera e automobilística.

O Projeto Ação Contra o Aquecimento Global em Guaraqueçaba, desenvolvido na Reserva Natural Serra do Itaqui, município de Guaraqueçaba no litoral paranaense, tem como meta a recuperação de 7 mil hectares de área degradada. Foi iniciado em junho de 2000.

O Projeto de Restauração da Mata Atlântica, desenvolvido na Reserva Natural Morro Azul, localizada ao longo da bacia do Rio Cachoeira, município de Antonina. Foi iniciado em 2001 e tem como meta a recuperação de 12 mil hectares de área degradada.

O Projeto Piloto de Reflorestamento em Antonina, litoral do Paraná, iniciado em 2001, tem como meta recuperar 1000 hectares de área degradada incorporados à Reserva Morro da Mina. Além da recuperação a proteção vitalícia e a manutenção do abastecimento de água para a Cidade.

A atividade florestal proposta pelos projetos é a de conservar florestas madura em pé, restaurar florestas degradadas e reflorestar em fazendas adquiridas com financiamento dos investidores.

### **2.5.2.2 Projeto Plantar**

A reflorestadora e metalúrgica de ferro gusa – mineira, a Plantar S.A., executa seu projeto com financiamento próprio e parcialmente obtido através do fundo Protótipo do Carbono (*Prototype Carbon Fund – PCF*). Este projeto se qualifica, em parte, como substituição energética e, em parte como sequestro florestal de carbono. Apresenta caráter predominantemente comercial e atende prioritariamente a sustentabilidade econômica da empresa. A proposta florestal consiste no reflorestamento de 23.000 ha de eucaliptos em terras próprias e adquiridas pela empresa. A proposta energética é a

manutenção do carvão vegetal (e não converter para o carvão mineral) na produção do ferro gusa através do reflorestamento próprio.

### **2.5.2.3 Projeto de sequestro de carbono Ilha do Bananal, em Tocantins - PSCIB**

A ONG Brasileira Instituto Ecologica executa, o projeto de sequestro de carbono Ilha do Bananal, em Tocantins. O projeto tem perfil predominantemente desenvolvimentista e é financiado por uma empresa escocesa de geração de energia a gás. O objetivo principal é gerar experiência em como formatar e implementar projetos de carbono que associem a geração de CERs e a imagem de responsabilidade social de empresas às necessidades de comunidades locais. A proposta florestal era a conservação de regeneração de florestas em parques em parceria com instituições ambientais e a implantação de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades da região. Seu desenvolvimento está previsto para um período de 25 anos, incluindo os municípios de Caseara, Lagoa da Confusão, Cristalândia, Pium e Dueré. O Componente florestal foi dividido em três linhas de ação: a) a preservação de 200.000 ha de floresta madura localizadas no Parque Nacional do Araguaia (PNA), que será responsável pela geração de 21.000.000 tC, b) a restauração e regeneração de 60.000 ha de floresta degradada em áreas de cerrado e c) a implantação de 1.500 ha de sistemas agroflorestais.

### **2.5.3 Requisitos para a participação no MDL**

O Protocolo de Quioto definiu no Artigo 12, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) com a finalidade de assistir as partes incluídas no Anexo I (países não industrializados) em alcançar níveis de desenvolvimento sustentável e contribuir com os objetivos da Convenção. Posteriormente, a COP7, celebrada em Marrakech em outubro de 2001 estabeleceu, na sua decisão 17, as modalidades e procedimentos gerais exigidos para aceder ao MDL, de acordo os princípios delineados no Protocolo de Quioto (CQNUMC, 2002c), são sete os princípios:

1. Os projetos devem contribuir para o desenvolvimento sustentável do país hospedeiro, a conservação da biodiversidade e uso sustentável dos recursos naturais.

2. Apenas serão elegíveis projetos a partir de 2000, os quais devem ter sido submetidos para registro antes do 31 de dezembro de 2005.
3. Os projetos deverão gerar reduções de emissões reais, mensuráveis e de longo prazo, adicionais ao que teria ocorrido sem o projeto. Para esse fim, deverá comparar os fluxos e estoques de carbono das atividades do projeto que ocorreram na sua ausência.
4. Reduções de emissões devem ser certificadas por um terceiro independente, (Entidade Operacional (OE), que deve ser autorizada pelo Comitê Executivo (CE) do MDL). Entidades operacionais serão as responsáveis pela validação dos projetos de MDL propostos e da certificação e verificação de reduções de emissões antrópicas de GEE de fontes.
5. As partes devem participar do MDL, de forma voluntária, ao qual devem ser partes no Protocolo de Quioto e designar uma autoridade nacional para o MDL.
6. As atividades florestais, uso da terra e mudanças no uso da terra (LULUCF, de acordo com sua sigla em Inglês) incluídas no MDL para o primeiro período de compromisso será limitada a florestamento e reflorestamento. Isto implica, por exemplo, as atividades relacionadas ao manejo florestal e outras mudanças no uso da terra que não podem ser projetos de sequestro de carbono elegíveis MDL.
7. O prazo de validade da linha de base e durante o qual o projeto de MDL pode gerar créditos pode ser sete anos ou menos, com a possibilidade de obter dois renovações, ou dez anos ou menos, sem possibilidade de renovação. No entanto, esses períodos correspondem apenas a projetos de energia e não está claro que essa mesma regra se aplica também para projetos florestais. A maioria das Partes da UNFCCC parecem concordar que o período de crédito para projetos florestais deve ser maior (SALGADO, 2004)

Por outro lado, ao ano 2011 tem se corrigido os pontos 6 e 7 da COP 7. A tendência de convergência é o reconhecimento da necessidade de um mecanismo que abranja todas as florestas (Quadro 3), viabilizando uma visão de longo prazo que inclua todo o setor de agricultura, florestas e outros usos da terra (“*AFOLU*”).

**Quadro 3 - Atividades De Mitigação Que Podem Ser Incluídas Como Mecanismo De Desenvolvimento Limpo**

Mudanças em	Redução de mudança negativa	Melhoria de mudança positiva
Area Florestal (em ha)	Redução do desmatamento	Florestamento e reflorestamento
Densidade de Carbono (CO <sub>2</sub> por ha)	Redução da degradação	Restauração, reabilitação e manejo sustentável das florestas

Fonte: Adaptado de Angelsen e Wertz-Kanounnikoff (2008)

**2.5.4 O Processo de aprovação de projetos MDL e a Validação dos Certificados de Redução de Emissões.**

A questão da soberania levantada pelos países “não Anexo I”<sup>2</sup> fez com que o acordo de Marrakesh estabelecesse que o país hospedeiro é que tem a prerrogativa de confirmar, por escrito, se a atividade do projeto candidato a MDL contribui o não para o seu desenvolvimento sustentável. Assim, os projetos que contribuíssem apenas para a redução da emissão de GEE, e não para as questões consideradas importantes para a sustentabilidade do processo de desenvolvimento do país hospedeiro, deveriam, em princípio, ser inelegíveis.

Os critérios para aceitar ou não os projetos MDL são, portanto, definidos nacional e não internacionalmente, e aprovados pelos respectivos governos nacionais, segundo suas necessidades e critérios particulares. A matriz energética, as condições geomorfológicas e a inserção político-econômica de cada país são determinantes na definição de prioridades específicas. A China, por exemplo, que tem uma matriz energética dependente do carvão, deve favorecer projetos no setor energético, principalmente, em tecnologias mais limpas de carvão mineral; já para o Brasil, que conta com extensas florestas tropicais, em princípio, espera-se que o uso do solo de

<sup>2</sup> Os países “não-Anexo I” (países em desenvolvimento) são aqueles que não se comprometeram em assumir metas obrigatórias de redução de emissão, apesar de alguns adotarem ações voluntárias nesse sentido

florestas venha a se tornar uns dos itens preferenciais (CACHO; MARSHALL; MILNE, 2002).

O Governo brasileiro, assim como os demais países em desenvolvimento interessados em hospedar projetos de carbono, encontra-se em processo de discussão e elaboração dos critérios e indicadores para eleger e aprovar os projetos candidatos ao MDL. Os critérios devem levar em conta os impactos socioeconômicos e ecológicos previstos dos projetos, e privilegiar aqueles que melhor atendessem às demandas sociais, nacionais e ao uso sustentável dos recursos naturais no contexto da estratégia de desenvolvimento nacional. Estas decisões cabem a comissão interministerial de mudança global do clima, entidade apontada como autoridade nacional designada (ROVERE, 2002).

Com relação à convenção do clima, os projetos devem submeter o documento de concepção do projeto ao conselho executivo (*Executive Board*) do MDL para registro, juntamente com a carta da aprovação da autoridade nacional designada, incluindo a confirmação, pelo país de que o projeto colabora para o desenvolvimento sustentável.

Para validação do projeto, o critério estabelecido pelo Protocolo de Quioto é a aprovação da metodologia da linha de base, ou seja, a adicionalidade que as atividades de projeto tratariam em relação aos cenários sem projeto. Para a emissão dos certificados de redução de emissão (CERs) de carbono o projeto deve submeter-se a um processo de verificação, na medida da geração do carbono, que será realizado por empresas independentes, devidamente credenciadas pela junta executiva do MDL. A verificação consistirá em averiguar se a tendência apontada na linha de base ocorreu, o se sofreu alterações; se os carbonos sequestrados ou evitados são efetivamente adicionais; se ocorreu algum tipo de vazamento que devera ser descontado dos carbonos fixados; e o tempo de permanência do carbono. Evidentemente, o processo de verificação destas condições requer a definição clara de uma metodologia de monitoramento, em que uma serie de informações, tais como a área testemunha o estoque inicial do carbono, deve ser levantada e preparada desde o inicio da implementação do projeto.

Em resumo, o ciclo do projeto para o MDL consiste em:

- a) Elaboração de documentos de concepção do projeto;

- b) Validação do projeto por uma entidade operacional credenciada pelo conselho executivo do MDL;
- c) Aprovação pela autoridade nacional designada do país hospedeiro do projeto;
- d) Submissão do relatório de validação e da carta de aprovação da autoridade nacional designada para registro na junta executiva do MDL;
- e) Monitoramento de projeto e relatório de verificação de reduções de emissão por uma entidade operacional credenciada e submissão a junta executiva;
- f) Emissão de unidades de redução de emissão (CERs) nos registros do país investidor do Anexo I (MIGUEZ, 2002).

## 2.6 Mercado de Carbono

A concepção inicial do mercado de carbono ocorreu há mais de trinta anos, mas foi somente no ano 2010 que o interesse maior de participar deste mercado teve início.

Em 2010, projetos foram registrados e provedores do mercado voluntário<sup>3</sup> ao redor do mundo compartilharam dados sobre suas transações. A informação que eles proveram revelou um mercado que aumentou o volume de suas transações e em sua estrutura. Enquanto o mercado tem incentivado novos investidores para participar, muitos observadores ainda permanecem cautelosos diante as incertezas significantes (DIAZ, 2011)

Diaz (2011) relata o estado anual das floresta e do mercado de carbono, analisando as tendências nas transações globais de reduções de emissões geradas. As informações estão principalmente baseadas em dados coletados de compradores e vendedores do mercado de Carbono Voluntario no ano 2010.

Neste relatório encontram-se dados sobre a cobertura florestal transacionada dentro do mercado de carbono. Analisa-se o MDL, O comercio de emissões da Nova Zelândia (NZ ETS, de acordo com sua sigla em inglês), da Nova Gales do Sul (estado da Austrália) (NSW GGAS, de acordo com sua sigla em inglês), assim como o Mercado do Balcão (OTC, de acordo com sua sigla em inglês) e a Bolsa do Clima de Chicago (CCX, de acordo com sua sigla em inglês). No total, são analisados 573 projetos no

---

<sup>3</sup> O mercado voluntário de carbono constitui-se em ambientes institucionais nos quais são negociados entre os agentes (governo, empresas, ONGs etc.) créditos de carbono sem involucrar a obrigatoriedade do Protocolo de Kyoto. (SIMONI, 2009)

mercado de carbono. Crescendo desde os anos 2008 e 2009, o comércio anunciou um total de 30,1 milhões de toneladas métricas de gás carbônico equivalente (MtCO<sub>2e</sub>). O valor total calculado de transações no ano 2010 foi de \$178 milhões (tabela 1). A balança histórica dos mercados de carbono de floresta ascendeu a 75 MtCO<sub>2e</sub>, avaliados em \$432 milhões com projetos que em mais de 7,9 milhões de hectares em 49 países no mundo. A maioria de volumes informados no ano 2010 aconteceu dentro do comércio de OTC voluntário.

**Tabela 1 - Volume Valor e Preço no Mercado Florestal do Carbono**

<b>Mercado</b>	<b>Volume Registrado (MtCO<sub>2e</sub>)</b>		<b>Valor Registrado (milhões US\$)</b>		<b>Preço Médio (US\$ per tCO<sub>2e</sub>)</b>	
	Média	2010	Média	2010	Média	2010
<b>OTC</b>	59,0	27,4	250,7	126,7	5,46	5,63
<b>CCX</b>	2,9	0,1	5,2	0,2	2,83	1,18
<b>Total</b>	61,9	27,6	256,0	126,9	5,36	5,60
<b>Mercado Voluntario</b>						
<b>CDM</b>	9,0	1,4	37,6	6,3	4,28	4,49
<b>NSW GGAS</b>	3,1	1,1	11,8	0,0	12,26	*
<b>NZ ETS</b>	0,6	0,0	8,9	0,3	13,91	12,95
<b>Total</b>	12,8	2,6	58,3	6,5	5,61	4,61
<b>Mercados Regulado</b>						
<b>Total</b>	74,7	30,1	314,2	133,4	5,40	5,54
<b>Mercado Mundial</b>						
<b>Total</b>	71,6	29,0	290,7	128,6	5,22	5,49
<b>Mercado Primario</b>						
<b>Total</b>	3,2	1,2	23,5	4,8	9,69	7,56
<b>Mercado Secundario</b>						

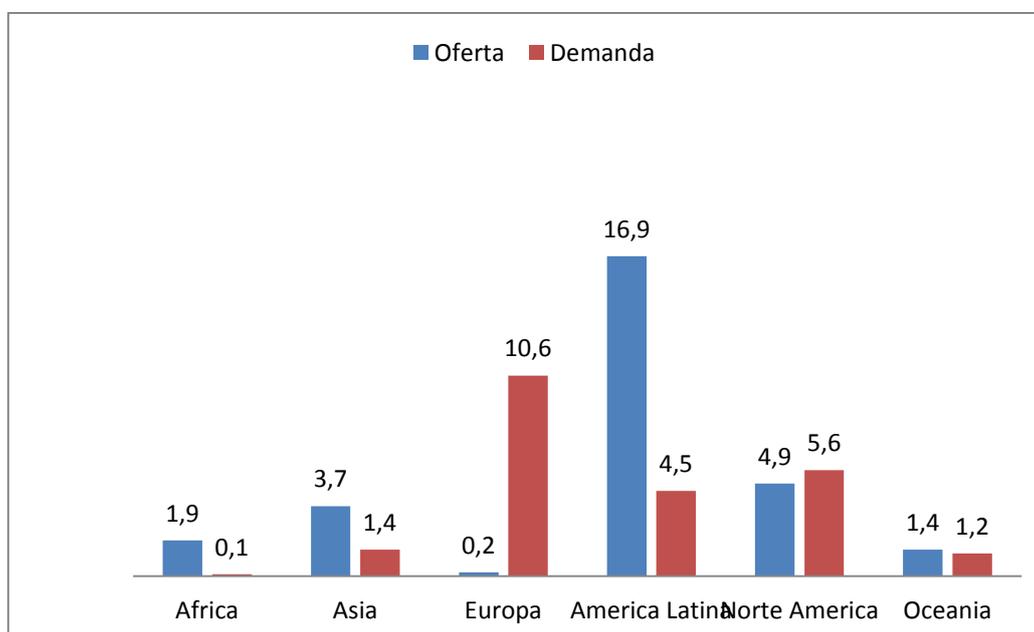
Fonte: Modificada de Ecosystem Market Price 2011

Os preços estão variando amplamente nos mercados regulados e voluntários, cada mercado negocia os créditos exigindo características muito diferentes. O menor preço de transação pelos créditos florestais de carbono se deu dentro do CCX (US\$1,18/tCO<sub>2</sub>e), enquanto as transações da NZ dentro dos mercados regulados pode se observar maiores preços (US\$ 12,95 /tCO<sub>2</sub>e).

### 2.6.1 Fluxo global de créditos

Segundo Diaz (2011), a América Latina contribui com mais da metade do volume de créditos de carbono contratados no ano 2010 (figura 3), sendo que 28 projetos localizados no Peru e no Brasil. Compradores europeus foram responsáveis pela maior parcela de demanda, tendo, pelo menos, 10,6 MtCO<sub>2</sub>e créditos comprados principalmente da América Latina, Ásia e África. A América do Norte figura como o segundo maior na oferta e demanda no mercado, comprando cerca de 5,6 MtCO<sub>2</sub>e, e vendendo 4,9 MtCO<sub>2</sub>e a partir de projetos na região.

**Figura 3 Localização dos compradores e vendedores de CCs - 2010 em volume de MtCO<sub>2</sub>**



Fonte: Figura elaborada pela autora com base em Diaz 2011.

A África é responsável por uma parcela relativamente pequena da oferta global, ofertando o menor número de créditos diante todas as regiões no mercado voluntário. No entanto, a esta região está seguindo a tendência mundial de aumento, mas agora com

o estabelecimento de grandes projetos financiados por Wildlife Works no Quênia, como o realizado pela Ecosystem Restoration Associates (ERA) na República Democrática do Congo (DIAZ, 2011)

## **2.7 Projetos de sequestro de carbono**

Duas abordagens são necessárias para a elaboração de projetos de sequestro de carbono florestal. Por um lado, precisa-se quantificar o volume de toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente (tCO<sub>2</sub>e). Por outro lado, é importante conhecer o fluxo de caixa e determinar, mediante avaliação econômica, a rentabilidade comparada com alternativas de projetos florestais.

### **2.7.1 Estimação da Biomassa Aérea.**

A fixação da biomassa florestal ou o sequestro de carbono nos ecossistemas tropicais (como é popularmente conhecido) é uma área que tem recebido mais atenção desde o Protocolo de Kyoto, uma vez que contribuí para a estabilidade ambiental, por exemplo, por meio da mitigação das temperaturas extremas, aumentando as precipitações regionais, prevenindo a erosão e a deterioração do solo e tendo papel fundamental no ciclo do carbono.

O termo *Biomassa* quer dizer a massa de matéria de origem biológica, viva ou morta, animal ou vegetal. Desta forma *biomassa florestal* ou *fitomassa* significa toda a biomassa existente na floresta ou apenas na sua fração arbórea (SANQUETTA, 2002). As florestas cobrem cerca de 30% da superfície da Terra e fixam em torno de 85% do carbono orgânico (HOUGHTON, 1994). Esta fixação de carbono ocorre na biomassa viva horizontal acima do solo, composta de árvores e arbustos, quanto na biomassa morta acima do solo composta pela serapilheira e troncos caídos, e também pela biomassa abaixo do solo, composta pelas raízes. A biomassa total é dada pela soma de todos esses componentes.

Sobre biomassa florestal e sequestro de carbono, foram revisadas varias metodologia citada na literatura e relacionados alguns dos modelos mais utilizados. A quantificação de biomassa florestal, conforme Salati (1994), divide-se em métodos diretos e indiretos.

Os métodos diretos consistem em mensurações baseadas em árvores cortadas e seus componentes que são separados e pesados. Nos métodos indiretos são feitas estimativas baseadas principalmente em parâmetros obtidos através de relações matemáticas. Os dados básicos são provenientes de inventários florestais (exemplo o diâmetro altura do peito (DAP), a altura e ou o volume), por dados de sensoriamento remoto (imagens de satélite) e utilizando-se uma base de dados em um sistema de informação geográfica (GIS).

No método de estimação direta, todas as árvores de uma determinada parcela são derrubadas e pesadas, sendo feita em seguida a extrapolação da avaliação amostrada para a área total de interesse. Segundo Brown, Gillespie, e Lugo (1989), os métodos diretos fornecem resultados pouco confiáveis, por se tratarem de mensurações baseadas em um número reduzido de dados, sendo estes muitas vezes, selecionados de forma tendenciosa. Por essas razões, as estimativas baseadas em métodos diretos tendem, segundo esse autor, a ser sempre subestimadas. Higuchi, Carvalho Júnior (1994) e Fearnside (1991) contestam nas críticas feitas por Brown, Gillespie; Lugo (1989) Os métodos diretos, ao observarem que os métodos baseados em inventários florestais são menos tendenciosos, mas suas estimativas, por outro lado, ficam muito aquém de todos os valores já obtidos por meio dos métodos diretos.

Por outro lado, as técnicas de sensoriamento remoto têm sido amplamente utilizadas em estudos na área florestal, uma vez que é possível estimar parâmetros biofísicos, como biomassa, carbono e volume de madeira, com base nas propriedades espectrais dos componentes da vegetação (troncos, galhos, folhas, etc.). A utilização dessa técnica em florestas heterogêneas se torna mais complexa devido à grande diversidade florística, fisionômica e fenológica que esse tipo florestal apresenta. Para as florestas implantadas, por possuírem geralmente apenas um gênero e serem inventariadas periodicamente, esse trabalho se torna mais fácil e confiável (SOUZA e PONZONI, 1998).

### **2.7.5 Alternativas de Projetos Florestais**

Segundo Kulshreshtha et al (2000), existem três alternativas de projetos florestais na mitigação das mudanças climáticas. As abordagens são: i) por reflorestamento, ii) por desmatamento reduzido, e iii) por manejo florestal sustentável.

### **2.7.2.1 Reflorestamento**

As florestas têm um importante papel na mitigação das mudanças climáticas porque elas removem CO<sub>2</sub> da atmosfera e armazenam isso como biomassa (Kooten et al.1995). O aumento da quantidade de florestas por reflorestamento é uma alternativa viável para compensar o aumento do CO<sub>2</sub> na atmosfera (SCHROEDER, 1991).

Segundo Schroder e Ladd (1991), a taxa de captação de carbono líquida por uma floresta é proporcional ao crescimento da floresta. Não é a idade das árvores ou volume de madeira parado que são importantes, mas a taxa de crescimento da árvore. À medida que as árvores crescem estas vão armazenando carbono na forma de biomassa.

Van Kooten, Thompson, e Vertinsky (1993) empregaram três estimativas do valor de carbono para calcular os custos e benefícios de reflorestar terras de reserva natural na Columbia britânica. Estes valores foram estimados em \$20, \$50, e \$300/ por tonelada, calculados utilizando taxas de desconto de 2.5% e 5%. Eles verificaram que um valor de \$20/por tonelada a uma taxa de desconto de 5% tornava o reflorestamento economicamente viável.

Nos E.U.A, McCarl e Callaway (1993), analisaram o sequestro de carbono em plantações de árvore em terras agrícolas. A análise deles indicou que o custo de sequestro de carbono está entre \$17.38 e \$25.96 por tonelada

### **2.7.2.2 Desmatamento Reduzido**

As florestas maduras armazenam quantidades significantes de carbono durante seu ciclo de vida, em seus troncos mortos e na serapilheira. Por tanto, uma emissão grande de CO<sub>2</sub> acontece sempre que as florestas maduras são desmatadas. Até o ano 2011, a maioria do desmatamento tinha acontecido em regiões tropicais do mundo (Liberto e Keith, 1996). Uma redução da área desmatada contribui para a redução de emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera a partir das florestas.

### **2.7.2.3 Manejo Sustentável Florestal**

O manejo sustentável é uma forma de atividade florestal que promove a colheita de árvores com técnicas de mínimo impacto ambiental. Ele valoriza a floresta em pé, já que sua existência é o que garante a sobrevivência econômica da atividade florestal.

Também possibilita que as populações da floresta vivam dos recursos proporcionados por ela, evitando sua derrubada para dar lugar a outras atividades produtivas. Com isso, contribui para que a floresta seja preservada, ao mesmo tempo que lhe confere um valor econômico.

A administração ou manejo de florestas de forma sustentável pode conduzir ao aumento de carbono sequestrado. Também podem ser administradas florestas para benefícios de múltiplos. Por exemplo, Englin e Callaway (1995) analisaram um sistema de floresta com a produção de três bens: madeira, sequestro de carbono, e amenidades.

Em 1991, a International Tropical Timber Organization (ITTO) adotou a seguinte definição de administração de floresta sustentável:

“Administração de floresta de forma sustentável é o processo de administrar terra de floresta permanente e alcançar um ou mais objetivos com respeito à produção de um fluxo contínuo de produtos de floresta desejados e serviços sem efeitos indesejáveis impróprios no ambiente físico e social” (Jepma et al.1997, p 36).

Swisher (1991) define administração de florestas sustentáveis como práticas florestais que mantêm ou aumentam a ação do recurso e o fluxo de produtos florestais com o passar do tempo. Vários são os tipos de projetos de floresta, cada um com custos diferentes e fluxos de carbono diferentes. Dentre os projetos de silvicultura destacam-se as reservas florestais, o gerenciamento de floresta natural, restauração de floresta, madeira, plantações, agro silvicultura, e plantações de energia de biomassa. Aplicando a metodologia para varias cidades na América Central, constatou que os custos de armazenamento de carbono ficavam entre \$5 e \$13 por tonelada.

#### **2.7.6 Formulação do projeto Sequestro de Carbono na APA da Serra de Baturité**

A avaliação econômica de um projeto baseia-se em seu fluxo de caixa, que consiste nos custos e nas receitas distribuídos ao longo da vida útil do empreendimento. O objetivo é concluir se o projeto é ou não economicamente viável, se se recomenda ou não sua implantação, quais os aspectos que merecem observações mais cuidadosas e monitoramento mais acurado, bem como comparar os resultados encontrados com os retornos econômicos de outros projetos alternativos (REZENDE, 2001).

Com o intuito de testar a viabilidade econômica, todo projeto, antes de ser implementado, deveria considerar os seguintes fatores:

### **2.7.3.1 Horizonte De Planejamento**

Investir em um projeto significa aplicar recursos durante algum tempo, na expectativa de obter produtos nos períodos subsequentes. Dessa forma, quase sempre se esquece do fato de que só se faz sentido analisar um ou uma sequência de investimentos, dentro de um período de tempo ou horizonte de planejamento (HP) determinado.

Faro (1997) define HP como o período de tempo estimado durante o qual o empreendimento em análise irá operar. O HP pode ser finito ou infinito. Ele será finito quando a avaliação do investimento for fixada em um certo período de tempo; por outro lado o HP será infinito no caso de existir continuidade da atividade durante um período tão longo que possa ser considerada perpetuo (ALFARO, 1985)

O tempo em que se pode correr risco de fazer previsões para o projeto depende das circunstâncias particulares de cada caso. Em projetos florestais, por exemplo, esse período futuro está ligado ao período de obtenção do produto e exaustão dos investimentos realizados.

Para que uma proposta de projeto de Manejo Sustentável de Florestas seja válida no âmbito do MDL. O horizonte de planejamento da proposta deve conter:

- (a) Um máximo de 20 anos que pode ser renovado no máximo duas vezes, desde que, por cada renovação, uma Entidade Operacional Designada determine e informe o Conselho Executivo que a linha de base original do projeto ainda é válida ou foi atualizada levando em conta novos dados, ou
- (b) Um máximo de 30 anos (sem precisar linha de base)

### **2.7.3.2 Fluxo de caixa**

O fluxo de caixa simboliza as estimativas de custos e receitas de recursos monetários em certo projeto produtivo ao longo do tempo. A diferença entre os custos e

as receitas representa o resultado líquido do fluxo de caixa (Santos et al., 2002). Nesse estudo foi apresentado um fluxo de caixa resumido contendo os principais custos e receitas dos tres cenários avaliados:

1. Venda de créditos de carbono no Mercado Regulado de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)
2. Venda de créditos de carbono no mercado regulado de emissões da Nova Zelândia (NZ ETS, de acordo com sua sigla em inglês).
3. Venda de créditos de carbono no Mercado (voluntario) do Balcão (OTC, de acordo com sua sigla em inglês).

#### **2.7.3.2.1 Custos**

Inicialmente, para fins de simplificação, pressupõe-se que todos os fatores de produção (terra, trabalho, capital) são de propriedade dos indivíduos. Adicionalmente, pressupõe-se que os indivíduos podem receber renda dos fatores de produção que possuem. Assim na análise financeira ou gerenciamento da atividade são considerados os custos totais de produção conforme apresentado no Apêndice. Isto é, todos os custos; operacionais variáveis (efetivos, depreciações, juros bancários, salários, despesas com insumos e materiais) (GRAÇA et al, 2000).

É importante destacar que, principalmente, em função do quadro técnico mais especializado, maior nível tecnológico de produção (uso de insumos, nível de mecanização, tratamentos e combate de pragas e doenças, operações do cultivo, etc.), o custo de produção das grandes empresas de reflorestamento geralmente, é maior que o respectivo custo dos pequenos produtores. Os custos totais serão apresentados por hectare. Por outro lado, a produtividade obtida nessas empresas também, via de regra, supera a produtividade dos pequenos produtores (GRAÇA et al, 2000)

Os custos avaliados na análise econômica estão relacionados às fases de implantação e manutenção de 1 hectare de floresta nativa. Conforme CI FLORESTAS (2009), uma hectarea em manejo florestal sustentável precisa no seu primeiro ano: Cercamento, roçada, coveamento, plantio, Roçada pós-plantio, combate a formigas, Adubação, custo de oportunidade da terra. Por outro lado depois do segundo ano e

dependendo da muda, é necessária uma manutenção da floresta em pé que requer os seguintes custos: Limpeza de aceiros, combate a formigas e insumos.

#### **2.7.3.2.2 Custos de transação**

O contexto político, a forma de funcionamento das instituições, o grau de informação disponível e os atores envolvidos influem na efetividade dos incentivos para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade. Este conjunto de fatores relevantes (informação, criação de capacidades, aspectos institucionais) se relaciona globalmente com os denominados “custos de transação” (negociação, acordos, informação, monitoração), que acompanham a definição e implementação de incentivos apropriados e que impedem frequentemente que a cooperação se concretize (PRAKASH, 1997; HOLDEN E BINSWANGER, 2000).

A mesma existência de fatores externos pode ser relacionada com estas transações, cujos custos podem desestimular a efetiva aplicação de uma medida. Além dos custos citados, existem os custos associados com o desenvolvimento de um projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). No presente trabalho avaliaram-se os custos com a elaboração do documento de concepção do projeto e a contratação de uma Entidade Operacional Designada (EOD), que é responsável pela validação, verificação e certificação da atividade de projeto.

#### **2.7.3.2.3 Custos de Oportunidade**

Estudos anteriores de custos de implantação das florestas adotaram a metodologia para o cálculo do custo de oportunidade do sequestro de carbono com base no preço de aluguel da terra da região para outras alternativas. Cerruto (2007) identificou o custo de oportunidade da terra em Viçosa (Mina Gerais) junto às corretoras de imóveis de Viçosa, para propriedades maiores de 100 ha e com pastagens degradadas, que teriam potencial de implementação de projetos de carbono. Assim, o custo de oportunidade foi calculado multiplicando-se o valor da terra pela taxa de desconto. Da mesma maneira foi identificado o custo de oportunidade do sequestro de carbono na APA da Serra de Baturité.

#### **2.7.3.2.4 Taxa de desconto**

É por meio da taxa de desconto o de juros que se descontam valores futuros, para torna-los comparáveis a valores presentes, ou capitaliza-se valores presentes, para torna-los comparáveis a valores futuros. Assim, a importância da taxa de desconto é consequência da necessidade de comparar valores que ocorrem em diferentes pontos no tempo, principalmente na avaliação de investimentos a longo prazo, como o caso do setor florestal (REZENDE, 2001).

O valor da taxa de desconto depende dos demais empregos que o investidor poder dar ao seu capital, ou seja, das oportunidades a que renuncia quando investe o capital disponível em determinado fim. Desse modo, fica estabelecido um custo de oportunidade, de acordo com a melhor opção disponível para a empresa, após consideradas todas as eventualidades de risco (REZENDE, 2001)

A escolha da taxa de desconto adequada a cada caso é de importância crucial nas decisões que envolvem avaliações em longo prazo, pois pequenas diferenças na taxa escolhida para o desconto de valores esperados em um futuro distante tem efeito drástico no seu valor presente.

#### **2.7.4 Análise econômica de viabilidade dos projetos.**

A análise econômica tem como finalidade avaliar a viabilidade econômica dos cenários propostos considerando a venda de créditos de carbono em diferentes cenários projetados. Os critérios de avaliação econômica de projetos adotados nesse estudo foram os seguintes: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Taxa Interna de Retorno (TIR) (conforme Rezende & Oliveira (2001)).

##### **2.7.4.1 Valor Presente Líquido (VPL)**

O Valor Presente Líquido representa a diferença positiva entre receitas e custos, atualizado de acordo com determinada taxa de desconto.

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (1)$$

onde:

$C_j$  = custo no final do ano  $j$  ou do período de tempo considerado;

$R_j$  = receita no final do ano  $j$  ou do período de tempo considerado;

$i$  = taxa de desconto; e

$n$  = duração do projeto, em anos.

A viabilidade econômica de um projeto analisado pelo método do VPL é indicada pela diferença positiva entre receitas e custos, atualizados de acordo com determinada taxa de desconto, conforme a fórmula 1. Quanto maior o VPL, mais atrativo será o projeto. Quando o VPL for negativo, o projeto será economicamente inviável.

#### 2.7.4.2 Valor Anual Equivalente (VAE)

O Valor Anual Equivalente é um critério econômico que transforma o valor presente líquido em um fluxo anual e constante de receitas/custos, de duração igual ao horizonte do projeto.

$$VAE = \frac{VPL \cdot i}{[1 - (1+i)^{-n}]} \quad (2)$$

onde:

VPL = Valor Presente Líquido;

$i$  = taxa de desconto;

$n$  = duração do projeto, em anos.

O projeto será considerado economicamente viável quando o VAE for maior do que zero, indicando que os benefícios periódicos são maiores do que os custos periódicos.

### 2.7.4.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno de um projeto é a taxa anual de retorno do capital investido, tendo a propriedade de ser a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas (futuras) ao valor atual dos custos (futuros) do projeto. Pode ser entendida, também, como a taxa média de crescimento de um investimento. É uma taxa intrínseca ao projeto e independente da taxa de desconto corrente (REZENDE, 2001).

O critério da TIR esta normalmente associado a estudos de viabilidade econômica, em que se busca verificar se há rentabilidade de determinado investimento é superior, inferior ou igual ao custo do capital que será utilizado para financiar o projeto.

$$\sum_{j=0}^n R_j(1 + TIR)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j(1 + TIR)^{-j} \quad (3)$$

onde:

$R_j$  = receita no final do ano  $j$  ou do período de tempo considerado;

$C_j$  = custo no final do ano  $j$  ou do período de tempo considerado;

TIR = taxa interna de retorno; e

$n$  = duração do projeto, em anos.

Um projeto será viável economicamente se sua TIR for maior do que a taxa mínima de atratividade do capital, que no presente trabalho é igual a 10%. Se a TIR de um projeto é de 14%, então o capital investido gera retorno de 14% a.a., isto é, implementando-o novamente, a TIR continuara sendo de 14%. Com tudo, para projetos de tamanhos diferentes, ou de natureza (ramos econômicos) diferente, e para os quais a continuidade (reinvestimento ou replicação) não é certa, o uso da TIR não é recomendável como critério de equalização de horizontes, sendo, nesses casos, necessário fazer, preliminarmente, as correções com base nos custos de Fisher (FARO, 1979).

### 3. METODOLOGIA

A metodologia proposta vai se centrar na consecução dos objetivos planteados. Primeiramente é importante reconhecer a área de estudo, focando principalmente no processo de desmatamento, nas condições geoambientais visando obter os dados dendrométricos para a estimação da biomassa florestal. Como segunda medida, são sinalados os componentes da avaliação econômica assim como os critérios de avaliação escolhidos para o análise.

#### 3.1 Área De Estudo

As serras úmidas cearenses representam ambientes de grande riqueza importância biológica e prioritária para conservação da biodiversidade no Brasil (BRASIL, 2004). Neste contexto, destaca-se o maciço Residual de Baturite, popularmente conhecido como Serra de Baturité configura-se como um território de exceção no contexto da quase absoluta semi-aridez do Ceará. Sob o ponto de vista climático, na área serrana, a incidência de totais pluviométricos elevados (média de 1500 mm anuais) permite incluí-la como uma das mais úmidas do Estado e um dos mais importantes dispersores da drenagem que converge, em parte, para a região metropolitana de Fortaleza.

O território da APA da Serra de Baturité é formado por um conjunto de sete 7 cidades ou sedes municipais, e 9 distritos conformando seu perímetro, a saber: Sedes dos Municípios de Aratuba, Capistrano, Mulungu; e Sedes e Distritos de Pacoti (Colina, Fátima e Santa Ana), Guaramiranga (Sede e Pernambuco), Baturité (Sede, Boa Vista, São Sebastião), Palmácia (Sede, Gado e Gados dos Rodrigues) e Redenção (Guassi).

Atualmente a APA mantém relações políticas, econômicas e sociais com a Região Metropolitana de Fortaleza. A economia ainda tem como base o setor primário e, principalmente, o terciário, os quais absorvem a maior parte da População Economicamente Ativa. Ligado ao terceiro setor da economia, o turismo tem se destacado na última década como atividade que vem incrementando as finanças da APA nas cidades de Guaramiranga e Pacoti, porém, paradoxalmente é uma atividade que causa impactos ambientais negativos e com pífios incrementos no que tange a produção e distribuição de riquezas. (NASCIMENTO, F. R. *et al* 2010)

### 3.1.1 Breve histórico do desmatamento da Serra de Baturité

A Mata Atlântica foi à primeira paisagem vista pelos colonizadores europeus ao chegarem ao Brasil. De fato, a ocupação do Maciço de Baturité ocorreu em 1680, quando os portugueses alcançaram a região pelo rio Choró através de Estevão Velho de Moura e mais seis rio-grandenses do norte, os quais ganharam do Capitão-mor Sebastião Sá, uma sesmaria com extensão de mais de três léguas compreendendo quase todo o curso do rio Choró a montante, alcançando grande parte da atual microrregião de Baturité. Sendo que em 1702, Marcelino Gomes recebeu a primeira sesmaria na área do Município de Redenção (Acarape, na Serra do Acará), começando no Poço Paracupeba (NASCIMIENTO *et al*, 2010).

Em 500 anos quase 100% da floresta da Serra de Baturité foi destruída. A Mata Atlântica em geral foi aproveitada pelos portugueses e abasteceu os ciclos de crescimento econômico do país nos primeiros anos mediante a exploração do pau-brasil, anos depois a cana-de-açúcar, o ouro, o carvão vegetal, passando para a extração de madeira, a plantação de cafezais e pastagens, chegando nestes dias com a produção de papel e celulose (PAECE *et al*, 2010). Atualmente a Serra de Baturité se destaca pela atividade agrícola da fruticultura e a olericultura.

Nas últimas décadas, a pressão antrópica sobre a Serra de Baturité, intensificou-se bastante. A exploração predatória de seus recursos naturais pelo incremento do extrativismo vegetal, o crescimento das áreas urbanas, o incremento do turismo voltado à implantação de grandes projetos arquitetônicos, direcionados para a construção de hotéis, pousadas e casas de veraneio são algumas das ações antrópicas que estão acontecendo de maneira desordenada, causando perda da diversidade do ecossistema.

Esta destruição tem ocasionado a supressão da biodiversidade em vastas áreas, com perda de espécies conhecidas e ainda não conhecidas pela ciência, tem influído na quantidade e qualidade da água de rios e mananciais, diminuindo a fertilidade do solo, bem como afetando características do microclima nesses delicados ecossistemas e contribuindo com o problema do aquecimento global (Lei SNUC, 2000).

Apesar de restar cerca de 8% de remanescentes, a Mata Atlântica é um dos mais importantes biomas do mundo, assim como um dos mais ameaçados, considerado um *hotspot* para a conservação. É por isso que como estratégia de consenso para a proteção

da biodiversidade da Mata Atlântica tem sido gestionadas Unidades de Conservação adotada por governos e sociedade civil organizada. Essa estratégia pressupõe gestores articulados, fortalecidos, com capacidade e poder de atuar nessas áreas protegidas.

### **3.1.2 Marco Regulatório: APA da Serra De Baturité, Ceará.**

Referindo-se à biodiversidade brasileira, Ab'Saber (2006) cita a carência de planos e ações abrangentes, enfatizando que o mais preocupante no Brasil não é a devastação ocorrida ao longo dos seus quinhentos anos de povoamento, mas sim nas últimas quatro décadas. Referido autor expressa ainda que o ritmo de destruição da biodiversidade brasileira obteve um crescimento alarmante a partir da década de 1960 e que há uma necessidade cada vez maior de se conhecer não só o domínio básico da natureza e seus ecossistemas, como também o de se obter conhecimentos da tipologia dos espaços geográficos e sociais criados por processos antrópicos ao longo dos tempos.

Diante deste forte processo de degradação ambiental da mata atlântica, evidenciado por mudanças nas condições geoambientais, o Governo do Estado do Ceará fundamentado em dados técnicos que demonstraram a importância e vulnerabilidade do Maciço declara através do decreto estadual N. 20.956 de 18 de Setembro de 1990 a Serra de Baturité como Área de Proteção Ambiental - APA. No entanto a proteção da fauna na mata atlântica está prevista em nível federal na Constituição muito tempo antes, pela Lei 5.197/67 e também pela Lei de Crimes Ambientais (9.605/98). Iniciativas de caráter global como a Agenda 21 também são instrumentos de apoio para a proteção da biodiversidade e das florestas neste bioma.

Como integrante do Sistema Nacional de Conservação da Natureza – SNUC as APA's integram o grupo das unidades de Uso Sustentável. Elas se destinam, em essência, a promover e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais. Como tal, a APA é uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos bióticos e abióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade de uso dos recursos naturais (FUNCEME, 2006).

### 3.1.3 Estrutura Geoambiental da APA da Serra de Baturité.

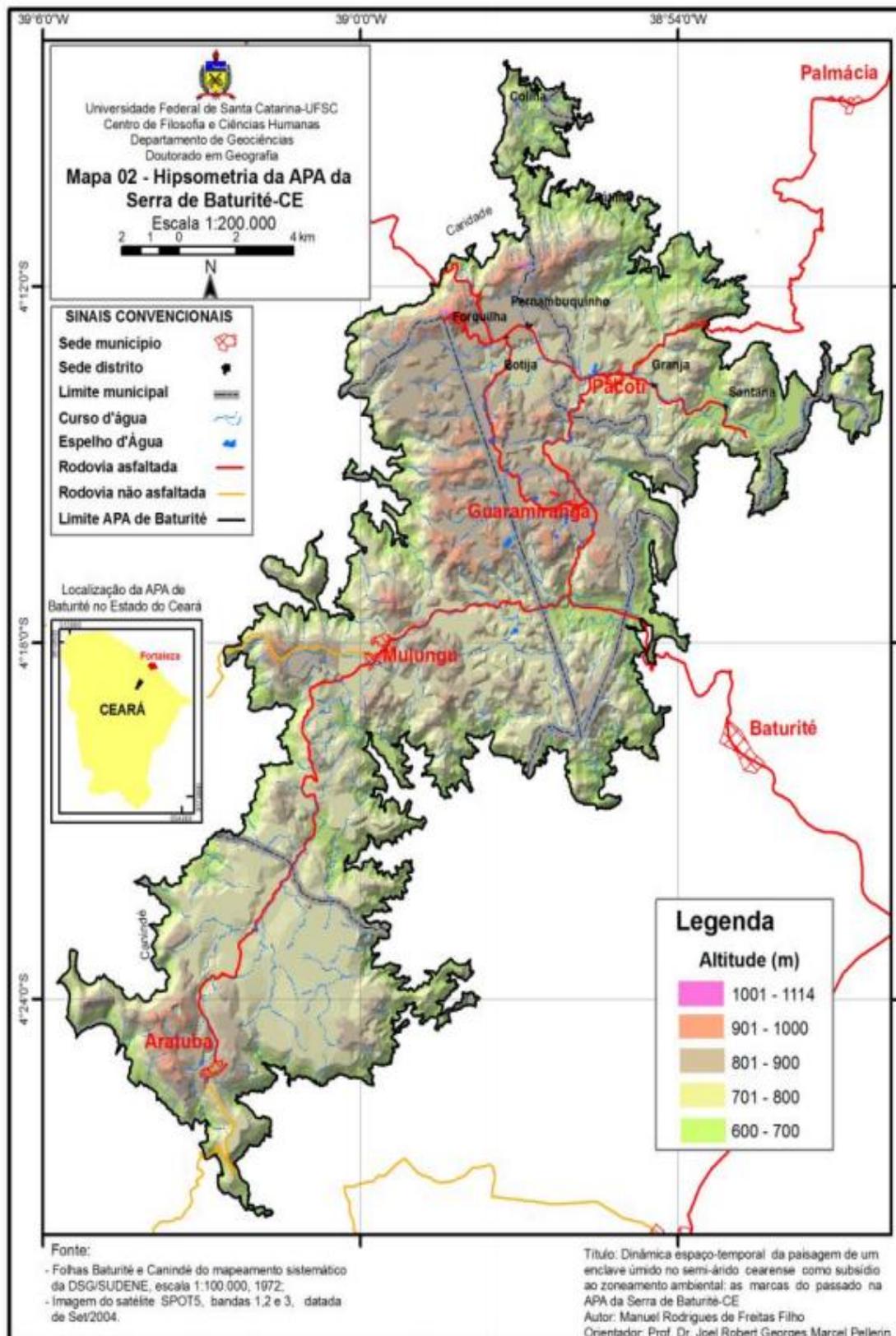
A estrutura geoambiental é descrita por meio da análise das condições litoestratigráficas e as feições morfogenéticas; as características climáticas e hidrológicas; a distribuição dos solos e suas principais propriedades e, finalmente, os padrões de cobertura vegetal (RODRIGUEZ, 2011).

A APA da Serra de Baturité foi delimitada a partir da curva de nível de 600 (seiscentos) metros (Mapa 1), ocupando um espaço territorial em torno dos 32.690ha, circunscrevendo no todo ou em parte os municípios de Aratuba, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção. O limite da referida APA corresponde ao setor do maciço de Baturité, onde predomina o ambiente da mata úmida. Este ambiente de exceção do semiárido nordestino possui fundamental importância ecológica por abrigar diversas fontes hídricas e por sua função como “habitat” para diferentes grupos de espécies da fauna local. Mesmo com a implantação da referida APA, no entanto, muitos problemas envolvendo a diversidade biológica e formas de uso da terra persistem até os dias atuais.

Tanto SOUZA (2000) como ANDRADE FILHO afirmam que na Serra de Baturité e nos sertões semiáridos circunvizinhos encontram-se presentes litotipos do embasamento cristalino pré-cambriano pertencentes ao complexo gnáissico-migmatítico, ocorrendo um predomínio dos migmatitos, gnaisses e quartzitos (SOUZA,2000). Os migmatitos representam os tipos litológicos de maior frequência na área de estudo, predominando sobre todas as demais rochas. Os quartzitos, por serem mais resistentes ao desgaste, surgem quase sempre constituindo os setores mais elevados. No que se refere as condições estratigráficas são consideradas as lombas que possuem topos convexizados alongando-se em sentido paralelo ao fundo dos vales. As colinas possuem topos convexos e vertentes curtas com declives predominantes entre 15 e 20%. Os interflúvios tabulares são superfícies ligeiramente planas, com dimensões que não ultrapassam os duzentos metros (RODRIGUES, 2011).

As variações altimétricas existentes no contexto da área de estudo são apresentadas no Mapa 01. Verifica-se que no platô do maciço de Baturité, principalmente na porção onde está situado o Município de Guaramiranga, ocorrem elevações com níveis situados acima dos 800m.

### MAPA 1- Hipsometria da APA da Serra de Baturité



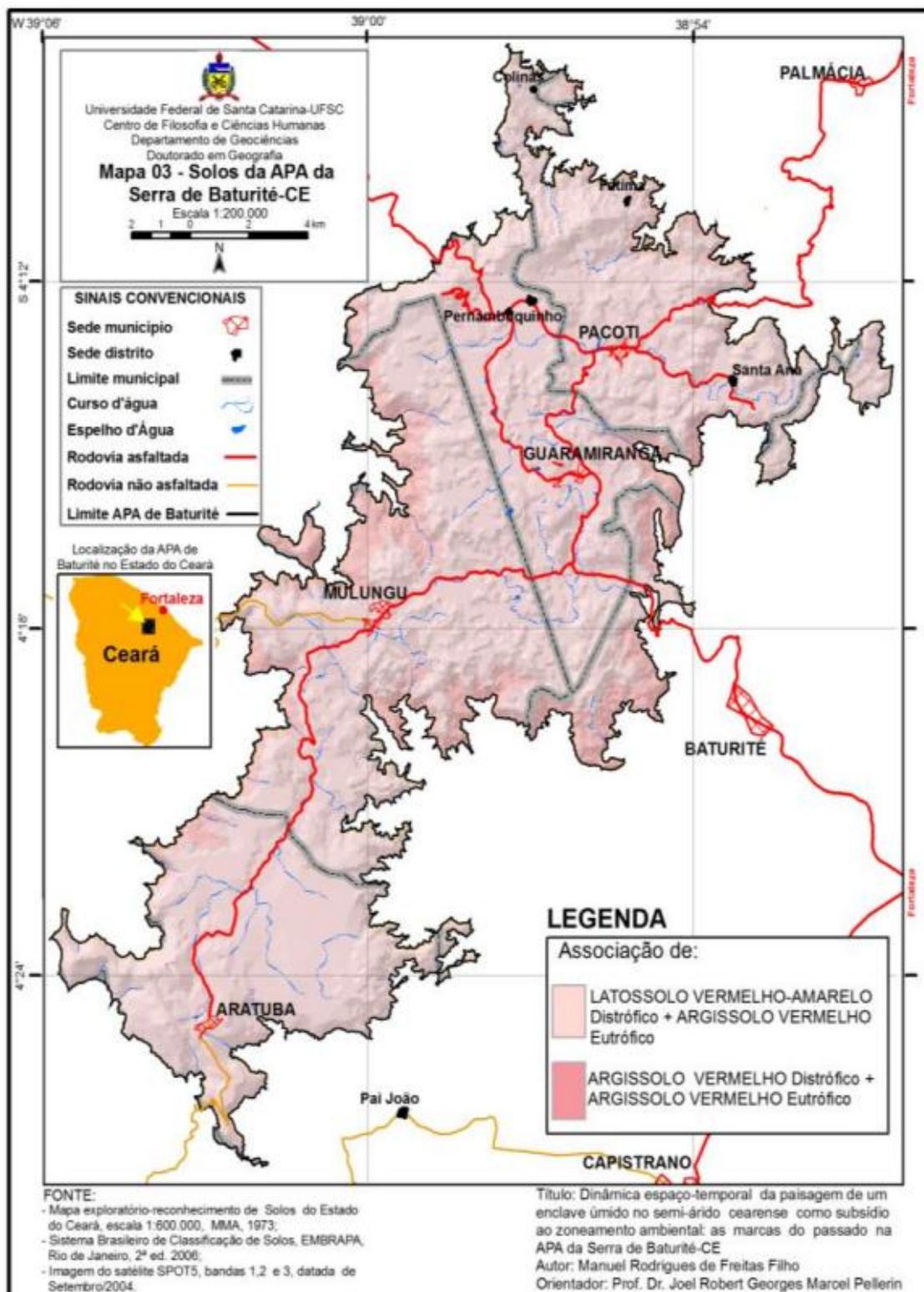
Fonte: Rodriguez (2011)

As classes de solos predominantes na APA da Serra de Baturité são Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo. A identificação e a delimitação das unidades de mapeamento apresentadas no Mapa 02, tiveram como principal fonte de dados o “Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará”, escala 1:600.000. De acordo com Pereira & Lima (1994), os Latos Solos Vermelho-Amarelo que ocorrem na serra de Baturité são solos normalmente profundos ou muito profundos (em média acima de 1,50m), variando em função do relevo. Oliveira (2008), expressa que estes solos são bastante produtivos quando bem manejados especialmente o Argissolo Vermelho já que possui alta potencialidade de fertilidade natural, tornando-se limitante ao uso em virtude de ocupar áreas de fortes declives. Na seguinte figura é apresentado mapa dos solos da APA da serra de Baturité.

No que se refere às condições climáticas Varejão Silva (1990), Servain (2006) e Marengo (2006), informaram que, na área estudada, se observa um clima chuvoso, cujas precipitações acumuladas anuais normalmente superam os 1.500mm. A principal estação de chuvas ocorre no decorrer do primeiro semestre do ano, mas precisamente entre os meses de março e maio. No período de agosto a dezembro, verifica-se o predomínio de uma estação com ausência de precipitação

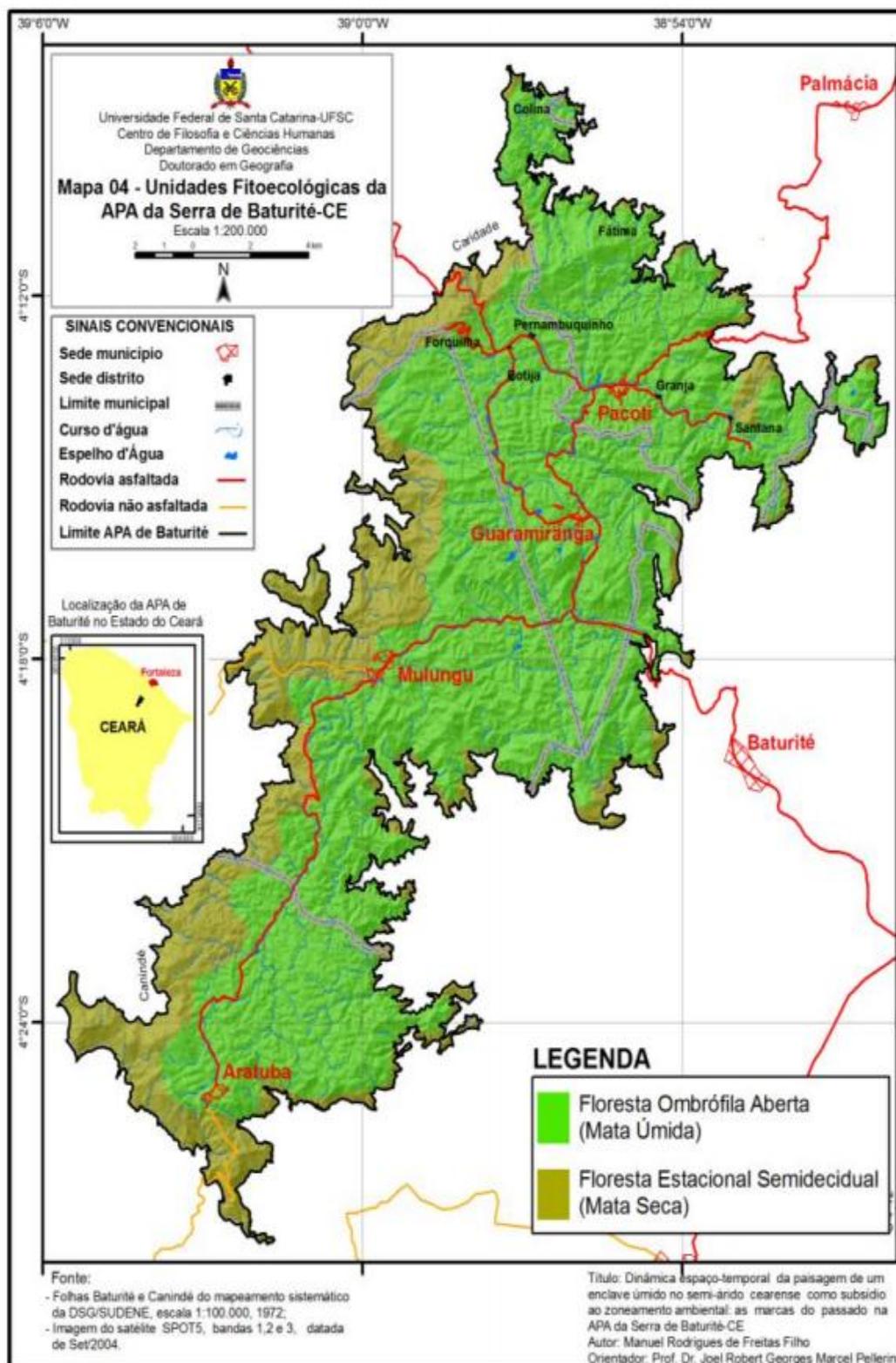
Tais características climáticas e geomorfológicas possibilitaram a evolução de uma complexa cobertura vegetal, com características gerais de floresta tropical úmida que se distribui duas grandes unidades de cobertura vegetal: a Floresta Ombrófila Aberta (mata úmida), que ocupa as altitudes mais altas, e a Floresta Estacional Semidecidual (mata seca), a qual predomina nos setores situados entre 400 e 600m de altitude (MAPA 3) (MMA, 1993). Devido ao isolamento físico provocado pelas características climáticas e geomorfológicas da região, a APA da Serra de Baturité apresenta um alto grau de endemismo de espécies (espécies que só ocorrem nesta região), representando um verdadeiro banco genético de nossa biodiversidade.

MAPA 2 - Solos da APA da Serra De Baturité



Fonte: Rodriguez (2011)

### MAPA 3 - Unidades Fitoecológicas da APA da Serra De Baturité



Fonte: Rodriguez (2011)

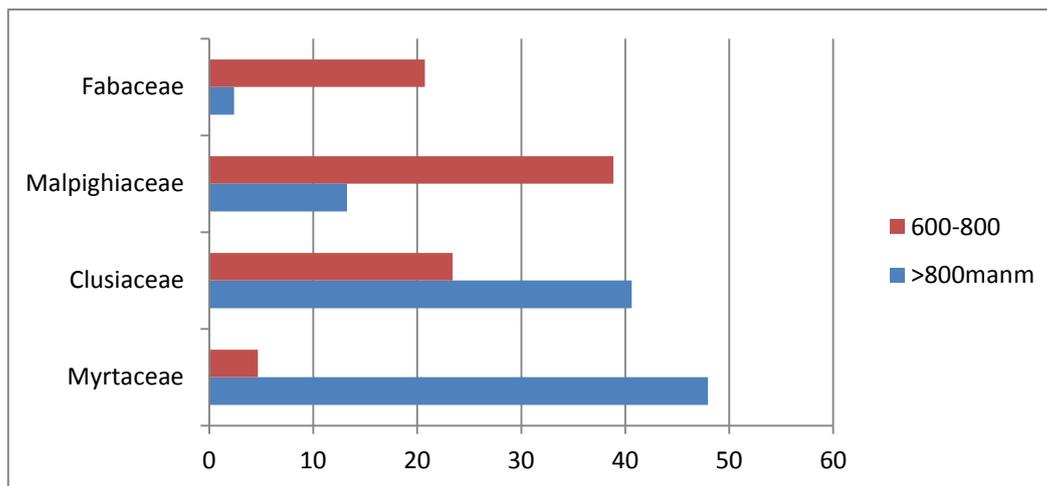
A vegetação que ocorre sobre a serra de Baturité pode ser classificada em floresta ombrófila submontana ou montana situada nas vertentes de barlovento e topos mais elevados, floresta estadual semidecidual montana (mata subumeda) e floresta estacional decidual montana as que ocorrem sobre as vertentes a sotavento. A Floresta Ombrófila Aberta (mata úmida) é a unidade de vegetação que ocupa as maiores cotas altimétricas da serra de Baturité (acima de 600m). Possui, predominantemente, um caráter perenifólio com espécies de porte arbóreo que chegam a atingir até vinte metros de altura (Figura 5). Devido a que a APA da Serra de Baturité esta localizada acima dos 600 metros, vai se tomar como referencia a floresta ombrófila Montana para a estimação do sequestro de carbono por hectare.

#### **3.1.4 Abundancia e Estrutura Florestal na APA da Serra de Baturité**

Na vertente barlovento e topo, na faixa atitudinal acima de 800 m.a.n.m, as espécies que mais se destacaram em valor de importância foram: *Myrcia Rostrata*, *Clusia Nemorosa*, *Byrsonima Sericea* e *Ilex Sapotifoium*. Estas formas as espécies que, em geral apresentaram as maiores densidades e as maiores dominâncias. Na faixa atitudinal de 600-800 m.a.n.m, *Byrsonima Sericea*, *Clusia Nemorosa*, *Stryphonodendron purpureum*, *Erytroxylum mucronatum*, *Amaioua Intermedia*, e *Parkia pendula* são as espécies que apresentaram maiores densidades (Figura 4) (RODRIGUEZ, 2011)

Cabe destacar que *Myrtaceae* a *Clusiaceae* e a *Malpighiaceae* são famílias botânicas comuns em estádios sucessionais avançados, o que condiz com o fato de estarem presentes na floresta primária (ARAÚJO et al, 2005). A figura 5 apresenta visão panorâmica da vegetação arbórea na APA da Serra de Baturité, a uma altitude superior a 800m.

**Figura 4. Valor de importância das principais famílias de espécies segundo altimetria da APA da Serra de Baturité**



Fonte: Figura elaborada pela autora com base a Rodriguez, 2011.

**Figura 5 Fotografia panorâmica da vegetação arborea na APA da Serra de Baturité.**



Fonte: Autora

### 3.2 Estimação da Biomassa

Sobre biomassa florestal e sequestro de carbono, foram revisadas varias metodologia citada na literatura e relacionados alguns dos modelos mais utilizados. Lembrando, a quantificação de biomassa florestal, conforme Salati (1994), divide-se em métodos diretos e indiretos.

Resumindo, o método direto, consistem em mensurações baseadas em arvores cortados e seus componentes que são separados e pesados. No estudo não foi considerado este método, devido a que o fato de cortar arvores expulsa CO<sub>2</sub> na atmosfera, e contraria os objetivos da pesquisa.

Dois métodos indiretos foram estudados. O primeiro é baseado em estimativas por médio de parâmetros provenientes de inventários florestais (exemplo o diâmetro altura do peito (DAP), a altura e ou o volume); e o segundo é baseado em dados de sensoriamento remoto (imagens de satélite) e utilizando-se uma base de dados em um sistema de informação geográfica (GIS).

As técnicas de sensoriamento remoto têm sido amplamente utilizadas em estudos na área florestal, uma vez que é possível estimar parâmetros biofísicos, como biomassa, carbono e volume de madeira, com base nas propriedades espectrais dos componentes da vegetação (troncos, galhos, folhas, etc.) (SOUZA e PONZONI, 1998). No entanto para o estudo não foi utilizado devido a que a floresta ombrofila é de grande diversidade florística, fisionômica e fenológica tornando complexa a determinação da biomassa.

Desta maneira, o método que mais se adapto as condições florísticas da APA da Serra de Baturité, foi o método indireto baseado em estimações de parâmetros provenientes de inventários florestais. Para este objetivo foram usados os parâmetros fornecidos por Araujo *et al*, (2005), que fez inventario florestal para a APA da Serra de Baturité, variáveis que foram usadas para a estimação da biomassa florestal.

A metodologia usada para a estimativa da biomassa na área florestal baseia-se principalmente, em dados de inventário florestal, empregando-se fatores e equações de biomassa, que transformam dados de diâmetro, altura ou volume em tais estimativas.

Logo após a determinação dos parâmetros, foi usada a equação de Brown *et al*. (1989) por ser a mais robusta (R<sup>2</sup>=0,97). Essa equação, também utilizada por

Watzlawick (2003) para floresta ombrófila de Mata Atlântica e por Fernandes et al. (2008), é descrita como:

$$Y = \exp[-3,1141 + 0,9719 * \ln(dap^2 * htot)] \quad (4)$$

onde:

Y: Biomassa

DAP = diâmetro à altura do peito;

HTOT= altura total.

Os estoques de carbono foram calculados considerando-se que representam 50% da biomassa seca. Para Fernandes *et al.* (2008), a estimativa dos estoques de carbono significa, de um modo geral, a quantidade que foi retirada da atmosfera e que se encontra aprisionada na biomassa aérea, na forma de carbono orgânico. Para se encontrar o volume de estoque de CO<sub>2</sub>, considera-se que 1 Megagrama (Mg) de carbono corresponde a 3,67 Mg de CO<sub>2</sub>. Conseqüentemente, multiplica-se o valor total de carbono em Megagramas por 3,67 e obtém-se o valor de CO<sub>2</sub> retirado da superfície terrestre (FERNANDES *et al.*, 2008).

### 3.3 Alternativas de Projetos Florestais

Segundo Kulshreshtha et al (2000), existem três alternativas de projetos florestais na mitigação das mudanças climáticas. As abordagens são: i) por reflorestamento, ii) por desmatamento reduzido, e iii) por manejo florestal sustentável.

O manejo florestal é uma forma de atividade florestal valoriza a floresta em pé, já que sua existência é o que garante a sobrevivência econômica da atividade florestal. Também possibilita que as populações da floresta vivam dos recursos proporcionados por ela, evitando sua derrubada para dar lugar a outras atividades produtivas. Com isso, contribui para que a floresta seja preservada, ao mesmo tempo que lhe confere um valor econômico.

O Manejo Florestal Sustentável é a atividade florestal que mais se adequa as condições da APA da Serra de Baturité. Isto é, a APA possui florestas primárias que poderiam ser exploradas sustentavelmente para o sequestro de carbono. No que se refere ao valor do sequestro de carbono, serão usado o método de base de mercado. Esta proposta consiste em que cada tonelada de CO<sub>2</sub> deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento poderá ser negociada no dentro de do mercado de carbono através da compra de Certificados de Emissões Reduzidas (CER) (ROCHA, 2003)

### **3.4 Formulação do projeto Sequestro de Carbono na APA da Serra de Baturité**

Com o intuito de testar a viabilidade econômica, vão se considerar os seguintes fatores:

#### **3.4.1 Horizonte De Planejamento**

Para que uma proposta de projeto de Manejo Sustentável de Florestas seja valida no âmbito do MDL. O horizonte de planejamento da proposta deve conter:

- (a) Um máximo de 20 anos que pode ser renovado no máximo duas vezes, desde que, por cada renovação, uma Entidade Operacional Designada determine e informe o Conselho Executivo que a linha de base original do projeto ainda é válida ou foi atualizada levando em conta novos dados, ou
- (b) Um máximo de 30 anos (sem precisar linha de base). Neste estudo será considerado o HP de 30 anos.

#### **3.4.2 Fluxo de caixa**

O fluxo de caixa simboliza as estimativas de custos e receitas de recursos monetários em certo projeto produtivo ao longo do tempo. A diferença entre os custos e as receitas representa o resultado líquido do fluxo de caixa (Santos et al., 2002). Nesse estudo foi apresentado um fluxo de caixa resumido contendo os principais custos e receitas dos tres cenários avaliados:

4. Venda de créditos de carbono no Mercado Regulado de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)
5. Venda de créditos de carbono no mercado regulado de emissões da Nova Zelândia (NZ ETS, de acordo com sua sigla em inglês).
6. Venda de créditos de carbono no Mercado (voluntário) do Balcão (OTC, de acordo com sua sigla em inglês).

### 3.4.3 Custos

Inicialmente, para fins de simplificação, pressupõe-se que todos os fatores de produção (terra, trabalho, capital) são de propriedade dos indivíduos. Adicionalmente, pressupõe-se que os indivíduos podem receber renda dos fatores de produção que possuem. Assim na análise financeira ou gerenciamento da atividade são considerados os custos totais de produção conforme apresentado no Apêndice. Isto é, todos os custos; operacionais variáveis (efetivos, depreciações, juros bancários, salários, despesas com insumos e materiais) (GRAÇA et al, 2000).

É importante destacar que, principalmente, em função do quadro técnico mais especializado, maior nível tecnológico de produção (uso de insumos, nível de mecanização, tratamentos e combate de pragas e doenças, operações do cultivo, etc.), o custo de produção das grandes empresas de reflorestamento geralmente, é maior que o respectivo custo dos pequenos produtores. Os custos totais serão apresentados por hectare. Por outro lado, a produtividade obtida nessas empresas também, via de regra, supera a produtividade dos pequenos produtores (GRAÇA et al, 2000)

Os custos avaliados na análise econômica estão relacionados às fases de implantação e manutenção de 1 hectare de floresta nativa. Conforme CI FLORESTAS (2009), uma hectarea em manejo florestal sustentável precisa no seu primeiro ano: Cercamento, roçada, coveamento, plantio, Roçada pós-plantio, combate a formigas, Adubação, custo de oportunidade da terra. Por outro lado depois do segundo ano e dependendo da muda, é necessária uma manutenção da floresta em pé que requer os seguintes custos: Limpeza de aceiros, combate a formigas e insumos.

### **3.4.3.1 Custos de transação**

Além dos custos citados, existem os custos associados com o desenvolvimento de um projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). No presente trabalho avaliaram-se os custos com a elaboração do documento de concepção do projeto e a contratação de uma Entidade Operacional Designada (EOD), que é responsável pela validação, verificação e certificação da atividade de projeto.

Segundo DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY - DTI (2005), os custos de elaboração do documento de concepção do projeto, da validação e do monitoramento/verificação variam entre £ 15,000 - £ 54,000, £ 4,000 - £ 18,000 e £ 3,000 - £ 10,000, respectivamente. Tomando-se valores médios, é possível inferir que os custos seriam de R\$ 138.000, R\$ 44.000 e R\$ 26.000, o que totaliza R\$ 208.000,00 (considerando £ 1.00 igual a R\$ 4,00).

### **3.4.3.2 Custos de Oportunidade**

Estudos anteriores de custos de implantação das florestas adotaram a metodologia para o cálculo do custo de oportunidade do sequestro de carbono com base no preço de aluguel da terra da região para outras alternativas. Cerruto (2007) identificou o custo de oportunidade da terra em Viçosa junto às corretoras de imóveis de Viçosa, para propriedades maiores de 100 ha e com pastagens degradadas, que teriam potencial de implementação de projetos de carbono. Assim, o custo de oportunidade foi calculado multiplicando-se o valor da terra pela taxa de desconto. Da mesma maneira será identificado o custo de oportunidade do sequestro de carbono na APA da Serra de Baturité.

### **3.4.4 Taxa de desconto**

Segundo Lima Júnior et al. (1997), as taxas de desconto tradicionalmente usadas em projetos florestais costumam variar entre 6 a 12% ao ano. Portanto, decidiu-se adotar uma taxa de desconto de 10% ao ano, conforme as recomendações do Centro de Estudos Integrados sobre o Meio Ambiente e Mudanças Climáticas do Ministério do Meio Ambiente no documento publicado em MMA (2002), que trata da Proposta

Revisada de Critérios e Indicadores de Elegibilidade para a Avaliação de Projetos Candidatos ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil.

### **3.5 Análise econômica de viabilidade dos projetos.**

A análise econômica tem como finalidade avaliar a viabilidade econômica dos cenários propostos considerando a venda de créditos de carbono em diferentes cenários projetados. Os critérios de avaliação econômica de projetos adotados nesse estudo foram os seguintes: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Taxa Interna de Retorno (TIR) (conforme Rezende & Oliveira (2001)).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conhecer os atributos, composição, estrutura e funcionamento da vegetação é imprescindível para mensurar o estoque de carbono de qualquer comunidade ecológica terrestre. O estudo mais significativo e atual sobre a atributos florísticos da APA da Serra de Baturité foi o realizado por Araujo et al 2005. Mencionados autores fizeram um análise da variação espacial dos atributos da vegetação, composição e diversidade em quatro fragmentos de vegetação da floresta ombrófila, considerados entre os mais conservados, distribuídos em diferentes altitudes e vertentes opostas.

Para este estudo foram selecionados dois fragmentos na vertente a barlavento, um no topo de barlavento e outro no topo de sota-vento, localizados nos municípios de Baturité e Guaramiranga, sobre solos das ordens Argissolos, Neossolos e Cambissolo nas faixas atitudinais maiores a 600 m.a.n.m. Foi escolhida esta faixa altitudinal em razão de que a Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité só cobre as zonas situadas em alturas de 600 m.s.n.m ou mais. A tabela 2 mostra os fragmentos amostrados da floresta ombrófila.

**Tabela 2 - Fragmentos amostrados da floresta ombrófila**

<b>Município</b>	<b>Sítio</b>	<b>Altitude</b>	<b>Coordenada Geográfica</b>	<b>Solo</b>
<b>Guaramiranga</b>	Sítio Arvoredo (TB)	935m	4°13 5''S-38° 55' 54,5W	Argissolo Amarelo distrófico típico
<b>Guaramiranga</b>	Sítio Lagoa (TS)	940 m	4°12'21,7''S-38° 58' 16,2''W	Neossolo Quartzarênico órtico Húmico
<b>Guaramiranga</b>	Sítio Sinimbu (B)	695 m	4°17'49,8''S-38° 55' 59''W	Argissolo Amarelo Distrofíco Latossolico
<b>Baturité</b>	Sítio Taveiras (B)	600 m	4°17'54,3''S-38°55 10,4''W	Cambissolo Háplico distrófico típico

Fonte: Elaborado pela autora com base em Araújo *et al.* (2005)

Para o levantamento fitossociológico das amostras foram estimadas a altura vertical do sistema aéreo e medido o perímetro do caule na altura do peito. Assim mesmo foram calculados os parâmetros densidade e área basal por hectare.

Em termos de organização da floresta foi calculada a estrutura ou arquitetura da vegetação. Estrutura ou arquitetura são termos semelhantes que se referem à maneira como os elementos se arranjam se ordena e se relacionam. Desta forma foi calculado o número ou a cobertura total das plantas por cada hectare. Na seguinte tabela são apresentadas as estimativas dos descritores fisionômicos (densidade, área basal, Diâmetro Altura do Peito – DAP - e Altura) dos quatro fragmentos amostrados nas vertentes à barlavento, topo barlavento e topo sotavento.

**Tabela 3. Descritores Fisionômicos da Floresta Ombrofila Montana**

<b>Sítios amostrados</b>	<b>Altitude Vertente</b>	<b>Area Amostrada há</b>	<b>Densidade (Ind/ha)</b>	<b>Area basal/ha</b>	<b>DAP</b>	<b>Altura Média (m)</b>
<b>Arvoredo</b>	935 tb	0,66	1215	14,1	10,5	9
<b>Lagoa</b>	940 ts	0,46	1741	31,2	12,9	8,3
<b>Sinimbu</b>	695 b	0,5	1597	25,5	11,8	9
<b>Taveiras</b>	600 b	1,08	735	15,5	13,4	8

Fonte: Tabela elaborada em base a Araújo et al 2005

A floresta do sítio Taveiras foi a que apresentou menos densidade (732ind/ha) e maior diâmetro altura do peito (13,4 cm) de todos os quatro levantamentos realizados na Serra de Baturité. Portanto de todas as áreas amostradas, esta vegetação parece ser a que apresenta as plantas mais grossas por ser a de maior área basal total, e fisionomia mais aberta, por ter a menor densidade. A mata úmida do sítio Arvoredo (1215ind/ha), situada nas altitudes mais elevadas da Serra (935 m.a.n.m), embora tenha quase o dobro da densidade encontrada no sítio Taveiras (732ind/ha), por apresentar as plantas mais finas, resulto no menor diâmetro altura do peito (DAP) (10,5 cm) Araújo *et al* (2005).

As densidades encontradas a barlavento e topo da serra de Baturite foram similares às encontradas nas Florestas Ombrofilas Montanas estudadas por Ferraz

(2002). Igualmente o diâmetro altura do peito das amostras coincide com levantamentos realizados por Cavalcante et al (2000) na mata atlântica do sur-este.

#### 4.1 Cálculo da Biomassa na Floresta Ombrófila

Após determinar a altura e o diâmetro de todas as árvores das quatro parcelas, foi realizado o cálculo para encontrar a quantidade de biomassa e carbono nas árvores. Como não existem equações específicas para a área estudada, as estimativas foram obtidas a partir da equação de Brown *et al.* (1989) por ser a mais robusta ( $R^2=0,97$ ). Essa equação, também utilizada por Watzlawick (2003) para floresta ombrófila de Mata Atlântica e por Fernandes et al. (2008), é descrita como:

$$Y = \exp[-3,1141 + 0,9719 * \ln(dap^2 * htot)] \quad (5)$$

onde:

Y: Biomassa

DAP = diâmetro à altura do peito;

HTOT= altura total.

Os estoques de carbono foram calculados considerando-se que representam 50% da biomassa seca. Para Fernandes *et al.* (2008), a estimativa dos estoques de carbono significa, de um modo geral, a quantidade que foi retirada da atmosfera e que se encontra aprisionada na biomassa aérea, na forma de carbono orgânico. Para se encontrar o volume de estoque de CO<sub>2</sub>, considera-se que 1 Megagrama (Mg) de carbono corresponde a 3,67 Mg de CO<sub>2</sub>. Conseqüentemente, multiplica-se o valor total de carbono em Megagramas por 3,67 e obtém-se o valor de CO<sub>2</sub> retirado da superfície terrestre (FERNANDES *et al.*, 2008).

A estimativa final de biomassa e do estoque de carbono para a floresta Ombrófila Aberta primária, estão apresentados na tabela 4. Observa-se que se obteve uma biomassa média igual a 45,99 Mg.h<sup>-1</sup> ou t.ha<sup>-1</sup>. O estoque de carbono médio obtido, considerando-se que a biomassa seca contém aproximadamente 50% de carbono, teve uma média de 23 t.ha<sup>-1</sup>. Conseqüentemente o valor médio do CO<sub>2</sub>

retirado da atmosfera foi 84,63 t.ha<sup>-1</sup>. A continuação se apresentam os valores de carbono e biomassa aérea e CO<sub>2</sub> equivalente para as quatro zonas amostradas. (Tabela 4)

**Tabela 4 - Valores médios de biomassa, estoque de Carbono e CO<sub>2</sub> aéreos em Mg\*. h<sup>-1</sup> nos 4 fragmentos da floresta ombrófila primaria na APA da Serra de Baturité.**

<b>Localização</b>	<b>Biomassa</b>	<b>Estoque de C</b>	<b>Estoque de CO<sub>2</sub></b>
<b>Arvoredo</b>	36,31	18,15	66,62
<b>Lagoa</b>	50,07	25,04	91,88
<b>Sinimbu</b>	45,56	22,78	83,58
<b>Taveiras</b>	52,02	26,01	96,45
<b>Média</b>	45,99	23,00	84,63

Fonte: Cálculos feitos pelo autor.

Considerando-se estudos nos quais foram obtidas estimativas de biomassa do fuste na Mata Atlântica, observa-se que os resultados são maiores quando comparados com os estoques de dióxido de carbono acumulado no bioma Cerrado 36,33 tCO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup> (BATISTA, 2010). Por outro lado Saldarriaga et al. (1988), em um estudo sobre o desenvolvimento sucessional na região Amazônica, encontrou que biomassa do fuste em quatro povoamentos de florestas maduras era de 286 tCO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>.

#### **4.1.1 Condições geológicas para o sequestro de carbono.**

A floresta do sítio Taveiras, situada cerca aos 600 m.a.n.m foi a que apresentou a maior quantidade de toneladas de CO<sub>2</sub> acumuladas, com um total de 96,45 tCO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>. Este resultado fortemente influenciado pelo fato do que o sitio Taveiras apresenta as plantas mais grossas (13,4cm de DAP) (15,5cm de area basal), determinando assim volumens de biomassa maiores.

A mata úmida do sítio Arvoredo situada nas altitudes mais elevadas da Serra (935 m.a.n.m), embora tenha quase o dobro da densidade encontrada no sítio Taveiras (732ind/ha), por apresentar plantas mais finas, resultou em menor diâmetro á altura do

peito (10,5 cm), assim como representou o menor volume de estoque de CO<sub>2</sub> dos sítio amostrado (66,62 tCO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>).

Observa-se também uma relação entre os tipos de solo e o volume de CO<sub>2</sub> armazenado nos sítios amostrados. Os solos Neossolo Quartzarênico e Cambissolo Háplico localizados no sítio Lagoa e Taveiras respectivamente sequestram maior volume de CO<sub>2</sub>. Por outro lado, foi observado que os solos Argissolos com impedimento de drenagem ou em encostas de montanhas tiveram volumes menores de sequestro de carbono, assim como menor diâmetro à altura do peito.

Conhecer e relacionar os atributos dos solos, assim como a variabilidade genética das florestas, a nutrição, a altitude, a umidade, entre outros, é de grande relevância para projetos de florestamento e manejo sustentável de florestas já que ao se identificar os fatores que afetam a biomassa e o sequestro de carbono torna mais fácil determinar em que zonas é mais rentável a consecução de projetos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

## 4.2 ANÁLISE ECONOMICA.

Verificou-se que a floresta ombrófila aberta cobre o 59,42% (equivalente a 19.425,92 ha) da área total na APA da Serra de Baturité (RODRIGUEZ, 2011). Se toda a área fosse usada para o projeto, 1.644.015 tCO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup> seriam sequestradas<sup>4</sup>. Porém é muito complicado e custoso executar e monitorar um projeto em tão ampla área.

No que se refere à área necessária de plantio, ela foi estimada considerando-se a fixação de 150.000 tCO<sub>2</sub>.ano<sup>-1</sup>, que corresponde ao tamanho médio de projetos existentes no âmbito do MDL segundo Haites (2004). Assim, com base nessa fixação e na capacidade de geração de créditos de carbono de cada cenário, estimou-se a área necessária em hectares:

$$Area = \frac{150.000 \text{ tCO}_2 \cdot \text{ano} - 1}{84,63 \text{ tCO}_2 \text{ h}^{-1}} = 1.772,42 \text{ ha}$$

---

<sup>4</sup> Os resultados obtidos indicam que o estoque de CO<sub>2</sub> na floresta ombrófila da APA apresenta uma média de 84,63 tCO<sub>2</sub> há. Isto é 84,63 tCO<sub>2</sub> \* 19.425,92 há = 1.644.015 tCO<sub>2</sub> há.

Assim a área média destinada para que o projeto sequestre 150.000 tCO<sub>2</sub>.ano-1 deve ser de 1.773 hectares. Por outro lado, os projetos que tem se desenvolvido no Brasil cobrem áreas maiores<sup>5</sup>.

#### 4.2.1 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa considera estimativas de custos e receitas financeiras para o horizonte de 30 anos do projeto<sup>6</sup>. As receitas dos projetos foram estimadas avaliando três mercados alternativos de venda de créditos de carbono a seguir: o mercado de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) fechando ao ano 2010 ao preço de US\$ 4,5 (R\$ 9, para US\$ 1,00 igual a R\$ 2,00), o mercado de emissões da Nova Zelândia (NZ ETS), sendo o preço mais alto do mercado no ano 2010 em US \$13 (R\$ 26), e o Mercado do Balcão (OTC), o maior mercado em relação ao volume de Milhões de toneladas de Dioxido de Carbono equivalente - MtCO<sub>2</sub>e com um preço de US \$ 5,6 (R\$ 11,2). O fluxo de caixa simplificado das atividades relacionadas ao cenário MDL está apresentado no tabela 5 sendo que o fluxo de caixa completo pode ser visualizado no Apêndice.

Foram levados em consideração os custos de implantação e manutenção de manejo florestal sustentável na Mata Atlântica, segundo as estimações de CIF Florestas - Instituto de estudos mercadológicos sobre o setor florestal no Brasil. Desta maneira foram considerados dentro dos custos de implantação os referentes à: cercamento, roçada, coveamento, combate a formigas e adubação; de igual forma também foram ponderados o custo de oportunidade da terra e o custo de transação (equivalente ao custo de elaboração do projeto). O custo de transação por hectare foi obtido dividindo-se o custo total associado com o desenvolvimento do projeto no âmbito MDL pela área a ser conservada.

---

<sup>5</sup> Lembrando o item “**Os projetos piloto de sequestro florestal de carbono no Brasil**”, observa-se que: i) o Projeto Ação Contra o Aquecimento Global em Guaraqueçaba, desenvolvido na Reserva Natural Serra do Itaqui, município de Guaraqueçaba no litoral paranaense. Tem como meta a recuperação de 7 mil hectares de área degradada; ii) O projeto Plantar é financiado a través do fundo Prototipo do Carbono (Prototype Carbon Fund – PCF) e consiste no reflorestamento de 23.000 ha de eucaliptos em terras próprias e adquiridas pela empresa e iii) o Projeto PSCIB, talvez o maior projeto de sequestro de carbono no Brasil localizado na Ilha do Bananal, em Tocantis, em aproximadamente 270.000 ha.

<sup>6</sup> Foi determinado o horizonte de planejamento do projeto de 30 anos, porque representa o tempo mínimo para que a proposta de Manejo Sustentável de Florestas seja valida no âmbito do MDL.

A grande maioria dos custos concentraram-se no ano 1, havendo apenas os custos relacionados com a limpeza de aceiros, combate a formigas e custo de oportunidade da terra nos anos subsequentes. O valor da terra na região de Baturité, estipulado pelo INCRA para o ano 2010 foi de R\$ 268,96 por hectare (COSTA, 2010) e levando em consideração a taxa de desconto de 10% ao ano<sup>7</sup>; o custo de oportunidade da terra seria representado por aproximadamente R\$ 296. O fluxo de caixa simplificado das atividades relacionadas aos três cenários é apresentado na tabela 5, 6 e 7. O fluxo de caixa completo pode ser visualizado no Apêndice.

**Tabela 5. Fluxo de caixa no projeto MDL, considerando-se o estoque de 150.000 tCO<sub>2</sub>(eq).ha-1 e receitas de R\$ 9,00 por tCO<sub>2</sub> equivalente.**

Ano	Custos	Receitas		Resultado líquido
		R\$	R\$	
	Fonte	R\$	Fonte	
1	Custo de oportunidade da terra	296	MDL	-919,88
	Cercamento	520		
	Elaboração do projeto	117		
	Roçada	209,94		
	Coveamento	444,32		
	Combate a formigas	37,49		
	Adubação	55,48		
2	Manutenção	358		403,67
-				
-				
30	Manutenção	358		403,67

Fonte: Tabela elaborada pelo autor com base em CI FLORESTAS (2009)

<sup>7</sup> Conforme as recomendações do Centro de Estudos Integrados sobre o Meio Ambiente e Mudanças Climáticas do Ministério do Meio Ambiente no documento publicado em MMA (2002)

**Tabela 6. Fluxo de caixa no projeto NZ ETS, considerando-se o estoque de 150.000 tCO<sub>2</sub>(eq).ha-1 e receitas de R\$ 13,00 por tCO<sub>2</sub> equivalente.**

Ano	Custos	Receitas		Resultado líquido
		Fonte	R\$	
1	Custo de oportunidade da terra		296	-581,36
	Cercamento		520	
	Elaboração do projeto		117	
	Roçada		209,94	
	Coveamento		444,32	
	Combate a formigas		37,49	
	Adubação		55,48	
2	Manutenção		358	403,67
-				
-				
30	Manutenção		358	403,67

Fonte: Tabela elaborada pelo autor com base em CI FLORESTAS, 2009

Os três cenários apresentam uma diferença fundamental na fonte de receitas e seu respectivo preço. A tabela 7, referente ao mercado de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) representa receitas de R\$ 771 por hectare, derivado do produto do preço pela quantidade de carbono acumulado na floresta ombrófila (R\$ 9 \* 84,63 tCO<sub>2</sub>e). Já no mercado de emissões da Nova Zelândia (NZ ETS), a receita foi de R\$ 1.100,19, o maior valor dentre dos cenários avaliado, isto porque o preço deste é o maior verificado entre os mercados, sendo US \$13 (R\$ 26). Finalmente, o Mercado do Balcão (OTC) o maior mercado em termos do volume obteve receitas de R\$ 991,1 colocando-se em uma posição intermediária em relação aos outros dois cenários avaliados.

**Tabela 7 Fluxo de caixa no projeto OTC, considerando-se o estoque de 150.000 tCO<sub>2</sub>(eq).ha-1 e receitas de R\$ 9,00 por tCO<sub>2</sub> equivalente.**

Ano	Custos	Receitas		Resultado líquido
		R\$	Fonte	
	Fonte	R\$	Fonte	
1	Custo de oportunidade da terra	296	OTC	-722,49
	Cercamento	520		
	Elaboração do projeto	117		
	Roçada	209,94		
	Coveamento	444,32		
	Combate a formigas	37,49		
	Adubação	55,48		
2	Manutenção	358		403,67
-				
-				
30	Manutenção	358		403,67

Fonte: Tabela elaborada pelo autor com base em CI FLORESTAS, 2009

#### 4.2.2 Critérios de Viabilidade

Os critérios de avaliação de projetos (VPL, TIR e VAE) usados na análise econômica dos três cenários, sob uma taxa de desconto de 10% a.a. e um período de 30 anos, demonstraram que os cenários MDL, NZ ETS e OTC são economicamente viáveis, embora cada projeto tenham apresentado VPL, TIR e VAE diferentes. Os resultados da análise econômica, pelos critérios de avaliação utilizados para o três cenários, estão apresentados na tabela 8.

Segundo os critérios do VPL e VAE, o projeto foi considerado economicamente viável, pois o VPL e VAE foram maiores do que zero. A TIR apresentou um valor maior do que a taxa mínima de atratividade, que no caso do presente trabalho foi de 10% a.a., o que torna o projeto viável. Comparando-se estes resultados com os resultados de outros projetos florestais, o projeto MDL, NZ ETS e OTC para floresta ombrófila representa um retorno líquido maior do que outros projetos florestais.

**Tabela 8 – Análise econômica dos cenários MDL, NZ ETS e OTC, utilizando-se VPL, TIR e VAE.**

Cenário	VPL (R\$.ha-1)	TIR (%a.a.)	VAE (R\$.ha-1.ano-1)
<b>MDL</b>	R\$ 2.602,14	44	R\$ 276,03
<b>NZ ETS</b>	R\$ 5.793,33	128	R\$ 614,55
<b>OTC</b>	R\$ 4.462,88	83	R\$ 473,42

Fonte: Cálculos feitos pelo autor

**Tabela 9. Análise econômica de rentabilidade em cinco cenários florestais da Mata Atlântica**

Cenário	VPL (R\$.ha-1)	TIR(%a.a.)	VAE (R\$.ha-1.ano-1)
<b>Bracatinga</b>	R\$ 207,76	53,38	R\$ 33,46
<b>Eucalipto</b>	R\$ 2.569,77	105,63	R\$ 218,44
<b>Pinus</b>	R\$ 2442,57	16,50	R\$ 207,63
<b>Erva Mate</b>	R\$ 1918,02	33,4	R\$ 359,97
<b>Acácia Negra</b>	R\$ 1409,82	63,27	R\$ 264,26

Fonte: Tabela elaborada pelo autor com base em CI FLORESTAS, 2009

A situação presente no cenário NZ ETS é a de maior rentabilidade segundo os critérios do VPL, TIR e VAE, no entanto é a de maior risco devido a que as negociações do mercado de NZ ETS geralmente são feitas em Nova Zelandia e podem não ser concluídas por conta das incertezas dos termos de referencia neste mercado. Por outro lado, o mercado regulado (MDL) foi o que apresento uma rentabilidade menor se comparado com os dois cenários.

O cenário OTC apresenta nível médio de rentabilidade comparado com os outros dois cenários, no entanto o mercado de balcão é um mercado seguro e é o maior mercado neste momento com relação ao volume de transações de emissões. O mercado de balcão (OTC) apresentou um crescimento altíssimo no ano 2011. O crescimento do mercado voluntario (OTC) é atribuído à explosão de 500% na fatia de mercado de projetos de REDD devido ao seu reconhecimento formal no âmbito internacional e

aprovação de metodologias com poucos requerimentos para os projetos (Instituto Carbono, 2012).

## CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A Serra de Baturité destaca-se das demais por ser a mais extensa, uma das mais altas e úmidas do Ceará. Conseqüentemente, é uma das áreas com maior riqueza biológica no estado, e que devido ao histórico de uso e ocupação humana (OLIVEIRA et al, 2005) e ao isolamento geográfico, apresenta uma biota extremadamente vulnerável à extinção. Porém, mesmo diante de toda essa vulnerabilidade pouco se conhece sobre os atributos de forma (fisionomia), de estrutura e de funcionamento da vegetação.

Diante esta falta de conhecimentos ambientais que a Serra oferece, este trabalho pretendeu identificar a localização da vegetação arbórea e seu estoque de dióxido de carbono com a finalidade da formulação de um projeto de sequestro de carbono. Os resultados obtidos da estimativa da biomassa indicam que o estoque de dióxido de carbono, na floresta ombrófila aberta da APA da Serra de Baturité, apresenta uma média de 84,63 tCO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>. Verificou-se que a floresta ombrófila aberta cobre o 59,42% (equivalente a 19.425,92ha) (Rodriguez, 2011) da área total na APA da Serra de Baturité.

Desde o ponto de vista estritamente econômico, este estudo encontrou que a APA da Serra de Baturité representa um grande potencial como sumidouro de carbono. As possibilidades para contribuir à mitigação do cambio climático mediante projetos florestais são rentáveis. De acordo com os preços e custos do mercado para o 2011, os projetos florestais para sequestro de carbono gera lucro bruto de R\$ 276,03 (se vendido no MDL), R\$ 614,55 (se vendido no NZ ETS) e R\$ 473,42 (se vendido no OTC) por hectare (com uma taxa de desconto de 10%).

Um aspecto importante é a viabilidade de projetos florestais de sequestro de carbono, frente a outros projetos florestais. No estudo são mencionadas varias mudas florestais, destacando a TIR em projetos florestais de Eucalipto (105,63), valor muito alem das TIRs calculadas para o sequestro de carbono. Embora o Eucalipto seja muito rentável, o manejo de florestas sustentáveis deve priorizar aqueles projetos que representem outros ganhos relativos a conservação da biodiversidade e preservação de bacias hidrográficas.

Um ponto que não pode deixar de ser mencionado é a questão do tamanho da propriedade. Segundo os cálculos do presente trabalho, é necessária uma propriedade de

1.773 ha para se garantir a fixação de 150.000 tCO<sub>2</sub>.ano-1, que é o tamanho médio de projetos para que se tenha potencial de implementação de projetos de carbono. Entretanto, o tamanho dessa propriedade é acima de 4 módulos fiscais (132 ha) (Araujo Júnior et al., 2006), que é o tamanho máximo de uma pequena propriedade, segundo a lei 8.629/93 (Brasil, 1993).

Esse fato inviabiliza a participação individual de pequenos produtores em projetos que visem a geração de créditos de carbono com características semelhantes aos cenários apresentados no presente trabalho. Em função disso, uma possível alternativa seria a formação de cooperativas ou associações de pequenos agricultores a fim de que se elaborasse um projeto considerando a área do grupo e não apenas as áreas individuais. Além disso, essa alternativa permitiria que os custos de elaboração do projeto fossem divididos por todo o grupo o que facilitaria ainda mais a inclusão de pequenos produtores nesse mercado.

O Ceará ainda não utiliza o potencial de suas florestas como forma de geração de créditos de carbono. Os resultados apresentados no presente trabalho podem balizar aspectos econômicos e dar subsídios para a elaboração mais segura de projetos que venham a pleitear sua aprovação no âmbito do MDL ou de mercados voluntários às regras oficiais de Quioto, como o Mercado do Balcão (OTC).

## REFERÊNCIAS

- ALFARO, L.G.J. **Localização econômica dos reflorestamentos com eucalipto, para produção de carvão vegetal, no estado de Minas Gerais.** Viçosa: UFV. (Tese M.S). 147 p., 1985
- ANGELSEN, A. **“Forest Cover Change in Space and Time: Combining von Thünen and the Forest Transition.”** Policy Research Working Paper 4117. Washington D.C.: World Bank. 2007
- \_\_\_\_\_. **“Moving Ahead with REDD: Issues, Options and Implications.”** Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR). ed. 2008a
- \_\_\_\_\_. **“How Do We Set the Reference Levels for REDD Payments?”** In A. Angelsen, ed., *Moving Ahead with REDD: Issues, Options and Implications.* Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR). 2008b
- ARAÚJO, F.S. et al., **Histórico dos impactos antrópicos e aspectos geoambientales.** In: Diversidade e Conservação da Biota na Serra de Baturité, Ceara. p 75-136, 2005.
- AZQUETA D. **Valoración Económica De La Calidad Ambiental.** 1996
- AZQUETA, D. **Valoración económica de las funciones del bosque tropical Primario en la Reserva Faunística de Cuyabeno.** Documento Metodológico. Ministerio de Ambiente, Quito, Ecuador. 2000.
- AB’ SABER, Aziz. N., **Plataforma de florestas sociais para o Brasil.** In: Cadernos Geográficos.
- BATISTA, R; BUENO T. **Sequestro de carbono em diferentes fitofisionomias do cerrado** SynThesis Revista Digital FAPAM, Pará de Minas, v.2, n.2, 127-143, nov. 2010
- BARRANTES, G e CASTRO, E. **Curso de Economía Ecológica. Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS),** Costa Rica. 1999.
- BISHOP, J. (ED.). **Valuing Forests: A Review of Methods and Applications in Developing Countries.** International Institute for Environment and Development, London. 1999.
- BRASIL. **Projeto de Lei nº 3.552, de 2004.** Dispõe sobre a organização e regulação do mercado de carbono na Bolsa de Valores do Rio de Janeiro através da geração de Redução Certificada de Emissão - REC em projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL. 2004a. Disponível em: <[http://www.camara.gov.br/sileg/Prop\\_Detalhe.asp?id=253394](http://www.camara.gov.br/sileg/Prop_Detalhe.asp?id=253394)>. Acesso em: 23 abr. 2010. [ Links ]

BRASIL. **Projeto de Lei nº 4.425, de 2004**. Dispõe sobre os incentivos fiscais a serem concedidos às pessoas físicas e jurídicas que invistam em projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL que gerem Reduções Certificadas de Emissões - RCEs, autoriza a constituição de Fundos de Investimento em Projetos de MDL e dá outras providências. 2004b. Disponível em: <[http://www.camara.gov.br/internet/sileg/Prop\\_Detalhe.asp?id=269661](http://www.camara.gov.br/internet/sileg/Prop_Detalhe.asp?id=269661)>. Acesso em: 23 abr. 2011.

BRASIL. **Substitutivo ao Projeto de Lei nº. 3.552, de 01 de março de 2005b**. Dispõe sobre a Redução Certificada de Emissão e prevê sua negociação na Bolsa de Valores do Rio de Janeiro e em outros mercados de bolsa ou de balcão organizado. 2005. Disponível em: <[http://www.camara.gov.br/sileg/Prop\\_Detalhe.asp?id=276207](http://www.camara.gov.br/sileg/Prop_Detalhe.asp?id=276207)>. Acesso em: 23 abr. 2011

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. **Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data**. Forest Science, Lawrence, v. 35, p. 881-902, 1989.

BURNEO, D. **Alternativas de Financiamiento para el Desarrollo Sustentable**. Apunte de Economía. Julio, Banco Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 1999

CASTILHO, C.V. et al. **Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian Forest: Effects of soil and topography**. Forest ecology and management, v. 234, n. 1-3, p. 85-96, out. 2006.

CACHO, O. J; MARSHALL, G.R; MILNE, M. **Smallholder agroforestry projects: potential for carbon sequestration and poverty alleviation**. Bogor, Indonesia: CIFOR- University of New England, 2002.

CAVALCANTE, A.M.B., SOARES, J.J. & FIGUEIREDO, M.A., **Comparative phytosociology of tree sinusiae between contíguos forest in diferent stages of succession**. Revista Brasileira de Biologia, 60:55-62 2000.

CEARÁ, Superintendência Estadual do Meio Ambiente, **Unidades de Conservação do Estado do Ceará, SEMACE, Fortaleza**. Disponível em: <<http://www.semace.ce.br>. Federal de Santa Catarina-CFH. nº 10. Florianópolis. Imprensa Deptº de Geociências. p. 13-58; 2006.

CERRUTO, R.S., **Quantificação do estoque de biomassa e análise Econômica da implementação de projetos visando a Geração de créditos de carbono em pastagem, capoeira e Floresta primária** Dissertação apresentada à universidade Federal de viçosa, como parte das Exigências do programa de pós-graduação Em ciência florestal, para obtenção do Título de *magister scientiae*. 2007.

CI FLORESTAS. **Sistemas Agroflorestais**. xls em <http://www.ciflorestas.com.br/documentos.php?t=C>. Acesso em: 10 de novembro de 2011.

CHANG MAN YU, **Seqüestro florestal de carbono no Brasil: dimensões políticas, socioeconômicas e ecológica.** 2004

CMNUCC, **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 3<sup>rd</sup> Session of the Conference of the Parties**, 1-10 December 1997, Documento FCCC/CP/1997/L.7/Add.1, (1997)

\_\_\_\_\_. **Decision 11/CP.7**, Documento FCCC/CP/2001/13/Add.1, Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001, Addendum, Action taken by the Conference of the Parties, Vol, I, 21 January 2002 (2002a)

CMNUCC (2002b) : **Decision -/CMP.1 (Land Use, land-use change and forestry)**, Documento FCCC/CP/2001/13/Add.1, Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held at Captura de Carbono y Desarrollo Forestal Sustentable en la Patagonia Argentina CENIT-CEPAL-UDESA. Marrakesh from 29 October to 10 November 2001, Addendum, Action taken by the Conference of the Parties, Vol, I, 21 January 2002

CMNUCC (2002c) : **Decision 17/CP.7**, Documento FCCC/CP/2001/13/Add.2, Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001, Addendum, Action taken by the Conference of the Parties, Vol, II, 21 January 2002

CMNUCC (2002d) : **Decision -/CMP.1 (Article 12)**, Documento FCCC/CP/2001/13/Add.2, Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001, Addendum, Action taken by the Conference of the Parties, Vol, II, 21 January 2002

COSTA, N., **Análise de Rentabilidade do Café Ecológico Coffea Arabica da APA De Baturité, Ceará.** UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, FORTALEZA - CE - BRASIL. Revista Sober Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre, 25 a 28 de julho de 2010.

CROW, T. R.; SCHLAEGEL, B. E. A guide to using regression equations for estimating tree biomass. **Northern Journal of Applied Forestry**, United States, v. 5, n. 1, Mar., 1988

C&T BRASIL. **Entendendo a Mudança do Clima: Uma guia para iniciantes da Convenção-Quadro das Nações Unidas e seu Protocolo de Kyoto.** 2006

DIAZ D, HAMILTON K, JOHNSON E. *State of the Forest Carbon Markets, 2011*

DTI - DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY. **Carbon Transaction costs and carbon project viability:** a climate change projects office guide. Disponível em: <<http://www.ecdti.co.uk>>. Acesso em: 3 maio. 2011

FANG, J.; WANG, G. G.; LIU, G.; XU, S. Forest biomass of Masson pine in Huitong, Human Province. **Forest Resources**. V. 1, p. 117–134. 1998.

FAO. **State of the World's Forests**. FAO, Rome 1997.

FAO. **The major significance of “minor” forest products. The local use and value of forest in the West African humid forest zone**. Community Forestry Note 6. Roma, 1999.

FARO, C. **Critérios Quantitativos para avaliação e seleção de projetos de investimentos**. Rio de Janeiro: IPEA-INPES, 1971.

FERNANDES, A.B. MAROZZI; et al. **Estoques de carbono do estrato arbóreo de Cerrados no pantanal da Nhecolândia**. Comunicado técnico 68. Dezembro, : Corumbá, MS, 2008.

FERRAZ, E.M.N. **Estudo Florístico e fitossociológico de um remanescente de floresta ombrófila montana em Pernambuco**, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 139p. 2002

FUNCEME. **Mapeamento Da Cobertura Vegetal E Do Uso/Ocupação Do Solo Da Apa Da Serra De Baturité**. Fortaleza. Fundação Cearense De Meteorologia E Recursos Hídricos. 2006

FUNCEME. **Mapeamento Da Cobertura Vegetal E Do Uso/Ocupação Do Solo Da Apa Da Serra De Baturire –Ce**, Funceme, Semace Fortaleza 2006 82p: 18 Mapas Escala: 1:50.000. 2007

GRAÇA, L.R.; RODIGHERI, H.R.; CONTO, A.J. de. **Custos florestais de produção: conceituação e aplicação**. Colombo: 32p. (Embrapa Florestas. Documentos, 50). ISSN 1517-536X, 2000.

GUIMARÃES, R.P. **Brazil and Global Environment Politics: Same wine in new Bottles?** In: International Conference Globalization, state power and international institutions: Brazil in a New Age of Dependency ? organizado pelo Centre of Brazilian Studies of the University of Oxfords. 15-17 March 1999.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. **Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia**. In: SEMINÁRIO EMISSÃO x SEQUESTRO DE CO<sub>2</sub> – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, p. 125-145, 1994.

HOUGHTON, R. A. **As florestas e o ciclo de carbono global: armazenamento e emissões atuais**. In: SEMINÁRIO EMISSÃO x SEQUESTRO DE CO<sub>2</sub> – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGOCIOS PARA O BRASIL, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CURD, p. 38-76, 1994.

IBGE, **Mapa De Vegetação Do Brasil**, 2004

IBAMA. **Desmatamento no Brasil, Informe técnico**. 2003.

IPCC. **Climate Change and Water**. 210 pp. June 2008

IZKO X. e BURNEO D. **Ferramentas Para A Valoração E Manejo Florestal Sustentável Dos Bosques Sul-Americanos**. Uicn-Sur. 2003.

KOEHLER, H. S.; WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F. Fontes e níveis de erros nas estimativas do potencial de fixação de carbono. In: SANQUETA, C. R. *et al.* (Eds.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: [S.l.: s.n.], p. 251-264. 2002.

KULSHRESHTHA et al. **Carbon Sequestration In Protected Areas Of Canada: An Economic Valuation**. Em Canadian Parks Council. 2000

LIMA JÚNIOR, V. B.; REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. Determinação da taxa de desconto a ser usada na análise econômica de projetos florestais. **Revista Cerne**, v. 3, n. 1, p. 45-66, 1997.

LINDNER, M.; KARJALAINEN, T. Carbon inventory methods and carbon mitigation potentials of forests in Europe: a short review of recent progress. **Europe Journal Forest Research**. [S.l.], v. 126, p. 149-156, 2007.

MAYRAND K. E PAQUIN M. **Pago Por Servicios Ambientales: Estudio Y Evaluación De Esquemas Vigentes**. Unisféra International Centre. 2004

MIGUEZ, J.D.G. **O acordo de Marrakesh e a regulamentação do mecanismo de desenvolvimento limpo**. Forum Brasileiro de Mudança Climática. 2002.

MMA, **Workshop Mata Atlântica do Nordeste**, – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1993

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução número 1**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/sga/clima/doc/res1.pdf>> Acesso em 18 dez. 2010. 2004.

NASCIMENTO, F.R. et al. **Diagnóstico Socioeconômico Da Área De Proteção Ambiental**. Em R. Raí Ga, Curitiba, N. 20, P. 19-33, 2010.

OLIVEIRA ET AL. **Historico dos impactos antrópicos e aspectos geoambientales**. In: Diversidade e Conservação da Biota na Serra de Baturité, Ceara. 2005

PAECE ET AL., **Saberes E Fazeres Da Mata Atlântica do Nordeste**. Recife. 2010

PAGIOLA S ET AL. **Review Of The valuation Of Environmental Costs And Benefits** In world Bank Projects. 2003

PAGIOLA S., BOSQUET E. **Estimating The Costs Of Redd At The Country Level**. Em Fcpa Banco Mundial. 2009.

PEARCE, D. **Can non-market values save the world's forests** Paper presented at the International Symposium on the Non-market Benefits of Forestry, organized by the Forestry Commission, Edinburgh. 1996

POINT CARBON. **Carbon Market Forecasting**. CDM Monitor, July 2, 2003. Disponível em <http://www.pointcarbon.com/> acesso 3 de setembro 2011.

P. LACLAU. **La forestación en la Patagonia y el cambio climático**, INTA, EEA Bariloche, GTZ. 2003.

RAMÍREZ, G. M. A. **Determinación Del Carbono Secuestrado En Plantaciones De Pinus Caribaea Y Pinus Tropicalis En La Efi De Viñales**. Trabajo De Diploma, P. 2007.

REZENDE J.L.P, **Análise Econômica e social de projetos florestais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2001.

R. SEDJO & B. SOHNGEN: "**Forestry Sequestration of CO<sub>2</sub> and markets for timber**", RFF, Discussion paper 00-35, Washington D.C. 2000.

ROCHA, M. T. **Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT**. Piracicaba, 196 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 2003.

RODRIGUEZ M. **Dinâmica Espaço-Temporal Da Paisagem De Um Enclave Úmido No Semiárido Cearense Como Subsídio Ao Zoneamento Ambiental: As Marcas Do Passado Na Apa Da Serra De Baturité-Ce**. 185p. Tese doutorado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina. 2010.

ROVERE, E. et al. **Proposta revisada de criterios e indicadores de elegibilidade para avaliação de projetos candidatos ao mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL)**. Brasília: Ministerio do Meio Ambiente, 2002.

SALGADO, L. **El mecanismo de desarrollo limpio en actividades de uso de la tierra, cambio de uso y forestería (LULUCF) y su potencial en la región latinoamericana**. 2004

SALATI, E. **Emissão x seqüestro de CO<sub>2</sub> – uma nova oportunidade de negócios para o Brasil**. In: seminário emissão x seqüestro de co<sub>2</sub> – uma nova oportunidade de negócios para o brasil, rio de janeiro. **anais...** rio de janeiro: CVRD, p. 15-37, 1994.

SANQUETTA, C. R. **Métodos de determinação de biomassa florestal**. In: As florestas e o carbono. Curitiba: [s.n.], p. 119-140, 2002.

SMITH, J. E.; HEATH, L. H.; WOODBURY, P. B. **How to estimate forest carbon for large areas from inventory data**. Journal of Forestry. Washington, DC, p. 25-31, Jul./Aug., 2004.

SOUZA, C. L.; PONZONI, F. J. **Avaliação de índices de vegetação e de bandas TM/LANDSAT para estimativa de volume de madeira em floresta implantada de Pinus spp**. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., Santos. **Anais...** Santos: INPE, 1998

SOUZA, C. S.; MILLER, D. S. **O Protocolo de Quioto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), sua natureza jurídica e a regulação do mercado de valores mobiliários, no contexto estatal pós-moderno.** 2003. Disponível em: <<http://www.cvm.gov.br/port/Public/publ/CVM-ambiental-Danoiel-Clóvis.doc>> Acesso em 12/12/2011.

TOTTEN, Michael. **Getting it right - emerging markets for storing carbon in forests.** Washington, DC: Forest Trends and World Resources Institute, 2000

VIOLA, E. **A Participação do Brasil no protocolo de Kyoto.** Carta Internacional USP. Universidade de São Paulo, n.107-108, Ano 10, p.16-18, 2002a.

VIOLA, E. O regime internacional de mudança climática e o Brasil. Revista Brasileira de Ciências Sociais, v.17, n.50, p.25-46, outubro 2002b.

VERÍSSIMO A ET AL. **Payment For Environmental Services, Brazil.** 2002

WANG, X.; FENG, Z.; OUY ANG, Z. The impact of human disturbance on vegetative carbon storage in forest ecosystems in China. **Forest Ecology and Management.** V. 148, p. 117–123. 2001.

WATZLAWICK, L. F. **Estimativa de biomassa e carbono em Floresta Ombrófila Mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite IKONOS II.** 120 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003.

## APÊNDICES

Quadro A – Fluxo de caixa completo para o cenário MDL

Ano	Custos		Receitas		Resultado líquido
	Fonte	R\$	Fonte	R\$	
1	Custo oportunidade da terra	296	MDL	771,67	-919,88
	Cercamento	520			
	Elaboração do projeto	117			
	Roçada	209,94			
	Coveamento	444,32			
	Combate a formigas	37,49			
	Adubação	55,48			
2	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
3	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
4	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
5	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
6	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
7	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
8	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
9	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
10	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
11	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
12	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67

	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>13</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>14</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>15</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>16</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>17</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>18</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>19</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>20</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>21</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>22</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>23</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>24</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>25</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>26</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>27</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67

	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>28</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>29</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>30</b>	Limpeza de aceiros	40	MDL	771	403,67
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			

**Quadro B - Fluxo de caixa completo para o cenário NZ ETS**

Ano	Custos		Receitas		Resultado líquido
	Fonte	R\$	Fonte	R\$	
<b>1</b>	Custo oportunidade da terra	296	NZ ETS	1100,19	-581,36
	Cercamento	520			
	Elaboração do projeto	117			
	Roçada	209,94			
	Coveamento	444,32			
	Combate a formigas	37,49			
	Adubação	55,48			
<b>2</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>3</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>4</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>5</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>6</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>7</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>8</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>9</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>10</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>11</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>12</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19

	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>13</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>14</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>15</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>16</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>17</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>18</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>19</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>20</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>21</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>22</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>23</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>24</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>25</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>26</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>27</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19

	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>28</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>29</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>30</b>	Limpeza de aceiros	40	NZ ETS	1100,19	742,19
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			

**Quadro C - Fluxo de Caixa completo para o cenário OTC**

Ano	Custos		Receitas		Resultado líquido
	Fonte	R\$	Fonte	R\$	
1	Custo oportunidade da terra	296	OTC	959,056	-722,494
	Cercamento	520			
	Elaboração do projeto	117			
	Roçada	209,94			
	Coveamento	444,32			
	Combate a formigas	37,49			
	Adubação	55,48			
2	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
3	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
4	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
5	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
6	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
7	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
8	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
9	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
10	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
11	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
12	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056

	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>13</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>14</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>15</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>16</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>17</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>18</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>19</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>20</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>21</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>22</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>23</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>24</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>25</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>26</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>27</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056

	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>28</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>29</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			
<b>30</b>	Limpeza de aceiros	40	OTC	959,056	601,056
	Combate a formigas	22			
	Custo oportunidade da terra	296			