



## DINÂMICA DO ESTOQUE DE CARBONO EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA NO SUL DO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL

Rafaelo Balbinot<sup>1</sup>, Rafael Vendruscolo<sup>2</sup>, Charles Rodrigo Belmonte Maffra<sup>3</sup>, Luciano Farinha Watzlawick<sup>4</sup>, Fábio Marcelo Breunig<sup>5</sup>

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria – Campus de Frederico Westphalen, RS, Brasil (rafaelo.balbinot@gmail.com)
2. Engenheiro Florestal, Formado pela Universidade Federal de Santa Maria Campus CESNORS Frederico Westphalen - RS.
3. Engenheiro Florestal, Mestrando no PPGF da Universidade Federal de Santa Maria – RS.
4. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste – PR.
5. Geógrafo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria – RS.

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

### RESUMO

Para a montagem de projetos florestais no moldes do MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) que atendam às exigências do mercado, será necessária à realização de estudos preliminares, inclusive testando tecnologias e gerando informações que possibilitem uma análise estratégica das potencialidades de uma região para estas atividades de projeto. Assim, o objetivo deste estudo foi estimar e analisar a dinâmica do estoque de carbono existente nos remanescentes de Floresta Ombrófila Densa Montana nos municípios de General Carneiro e Bituruna, no sul do Estado do Paraná. Para isto, realizou-se um estudo do uso do solo com ênfase nos recursos florestais por meio de imagens de satélite, seguindo os critérios e indicadores do Protocolo de Quioto. Houve um aumento quantitativo da área com cobertura florestal natural em estágio inicial, porém, acompanhado de um decréscimo em sua qualidade, ou seja, redução da área em estágio médio. Observou-se também a ocorrência de certa estabilidade do estoque de carbono presente na floresta natural dos dois municípios no período considerado (1993 a 2000). Este último resultado não favorece o estabelecimento de projetos florestais de acordo com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fixação de carbono; florestas naturais; projetos florestais; MDL.

## **CARBON STOCKPILE IN ARAUCÁRIA FOREST INTO THE SOUTH OF PARANÁ STATE, BRAZIL**

### **ABSTRACT**

For the establishment of forest projects in the pattern of the CDM (Clean Development Mechanism), which answers to the requirements of the market, it will be necessary preliminary studies, including testing technologies and generating information that allow a strategic analysis of the potential of a region for these project activities. The present study has as main objective quantify and analyze the dynamic of the carbon storage on Ombrófila Densa Montana Forest remnants on the counties of General Carneiro and Bituruna in the south of Paraná State. For this, it was made a study of the use of the soil with emphasis on the forest resources, by using satellite images and following the criteria and indicators of the Kyoto Protocol. It was identified a quantitative increase of the area with natural forest covering at an initial level, but with a quality reduction, in other words, a reduction of area at the intermediate level. It was observed a certain stability of the carbon storage on the natural forest of the two counties, in the period of 1993-2000. This last result doesn't favor the establishment of the forest projects according to the Clean Development Mechanism in this region.

**KEYWORDS:** Carbon sequestration; native forests; forest projects; CDM.

### **INTRODUÇÃO**

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é um dos mecanismos de flexibilização do Protocolo de Quioto (PQ). O propósito do MDL é prestar assistência aos Países Não Anexo I da Convenção do Clima para que viabilizem o desenvolvimento sustentável por meio da implementação de projetos e contribuam para mitigação das Mudanças Climáticas (MC). Por outro lado, auxiliar assistência aos países desenvolvidos no cumprimento de seus compromissos de limitação e redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), criando assim um atrativo de mercado para a redução das emissões globais. O Brasil pode se beneficiar com o mercado de carbono sendo hospedeiro de projetos do MDL, principalmente pelas novas oportunidades de atração de investimentos estrangeiros.

Durante a 7ª Conferência da Partes (COP 7), foram definidas as regras operacionais para o tema Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas, para o MDL. No caso do setor de gestão de uso da terra, os projetos podem incluir somente as atividades de florestamento e reflorestamento<sup>1</sup>, ao menos durante o primeiro período de compromisso (FBMC, 2002).

Conservar os recursos naturais no ecossistema da Floresta Ombrófila Mista (FOM) é um grande desafio para o Paraná e todo o Centro-Sul do Brasil. A preservação integral dos fragmentos florestais por força da lei e da fiscalização não é, por si só,

---

#### **1**

□ De acordo com o Protocolo de Quioto o conceito de florestamento e reflorestamento diz respeito apenas transformação de uma área sem cobertura florestal em uma área florestada, considerando tanto plantações comerciais quanto plantios para regeneração da vegetação original.

capaz de manter em quantidade e qualidade o que resta. Desestruturação e perda da diversidade das florestas remanescentes são indicadores incontestáveis da ineficácia da política que hoje se impõe. A valoração da floresta por um benefício até então pouco difundido, mas que vem sendo reconhecido, que a remoção de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera, pode trazer uma nova variável a este quadro, especialmente no que tange a recuperação de áreas degradadas.

Não há dúvidas sobre a importância das florestas no equilíbrio do estoque de carbono global, pois armazenam em sua vegetação (650 Gt<sup>2</sup>) e no solo (1.720 Gt) mais carbono do que o existente atualmente na atmosfera (755 Gt) (LARCHER, 2000). Se elas forem cortadas a maior parte do carbono armazenado será liberada para a atmosfera rapidamente, por meio de queimadas ou, mais lentamente, via decomposição (HOUGHTON, 1994). De acordo com GARDNER & MANKIN (1981), os ecossistemas florestais contêm cerca de 90% da biomassa terrestre e cobrem aproximadamente 40% de sua superfície, apresentando elevada taxa de fixação de carbono, quando comparado com outras formações vegetais.

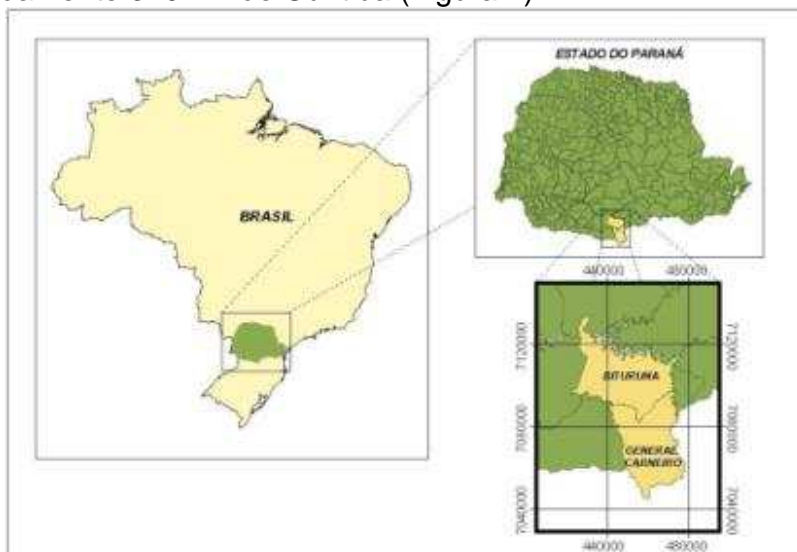
Recentes trabalhos trazem informações acerca do potencial de fixação de carbono das florestas, fundamentais para futuros projetos. BRUN (2004), encontrou em uma Floresta Estacional Decidual Secundária (FEDS), com cerca de 50 anos, em Santa Tereza, RS, uma biomassa acima do solo média de 157,6 Mg ha<sup>-1</sup> (incluindo extrato arbustivo, herbáceo e lianas), sendo sua maior parte formada pela madeira (52,41%) seguido pelos galhos (28,4%). VOGEL *et al.*, (2006) também estudaram uma FEDS com aproximadamente 70 anos no município de Itaara, RS, e a estimativa média da biomassa total acima do solo foi de 210,0 Mg ha<sup>-1</sup>. Já em uma FOM Montana no Paraná, WATZLAWICK *et al.*, (2004) estimaram a biomassa acima do solo para três estágios de sucessão secundária - inicial, média e avançado - em 69,4, 168,8 e 397,8 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Apesar destes esforços, permanecem incertezas sobre como diferentes usos da terra e atividades florestais afetam os estoques de carbono e as emissões de GEE. Com relação a remoção futura de carbono e da aplicação de diferentes cenários e estratégias de contabilidade do carbono, relacionados ao PQ, dentro do setor florestal e de uso da terra (IPCC, 2001). Portanto, para a montagem de projetos florestais no moldes do MDL, que sejam confiáveis e atendam às exigências do mercado, se torna necessária à realização de estudos preliminares. Inclusive testando tecnologias e gerando informações que possibilitem uma análise estratégica das potencialidades de uma região para estas atividades de projeto. Assim, o objetivo deste estudo foi quantificar e analisar a dinâmica do estoque de carbono existente nos remanescentes de Floresta Ombrófila Densa Montana, entre os anos de 1993 e 2000 nos municípios de General Carneiro e Bituruna, no sul do Estado do Paraná, Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O Município de General Carneiro encontra-se a 280 km da cidade de Curitiba, capital do Paraná, próximo à divisa com o Estado de Santa Catarina entre as coordenadas 26° 25' 39" de latitude sul e 51° 18' 56" de longitude oeste, e o Município de Bituruna, localizado entre 26° 07' 00" de latitude sul e 51° 31' 00" de longitude oeste, dista aproximadamente 320 km de Curitiba (Figura 1).



**FIGURA 1:** Localização da área de estudo.

O clima da região, conforme classificação de Köppen, é caracterizado como Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb), com verões frescos e os invernos com geadas severas, não apresenta estações secas. A média das temperaturas dos meses mais quentes é inferior a 22° C e a dos meses mais frios inferior a 18° C (PARANÁ, 1987).

Conforme EMBRAPA (1984), o substrato geológico da região é formado pelo derrame de Trapp da formação da Serra Geral. Os solos são orgânicos e hidromórficos, com o predomínio de Neossolos Litólicos, Cambissolos e Argissolos (EMBRAPA, 1999).

A vegetação natural é Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária (IBGE, 1992). Na realização do projeto de Conservação do Bioma Floresta com Araucária, FUPEF, (2001) descreveram a Floresta Ombrófila Mista Montana da região de General Carneiro e Bituruna em três estágios sucessionais (inicial, intermediário e avançado).

No estágio inicial, observaram as seguintes espécies: *Casearia obliqua*, *Cedrela fissilis*, *Mimosa scabrella*, *Piptocarpha angustifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Clethra scabra*, *Ocotea porosa*, *Prunus sellowii*, *Ilex paraguariensis*, *Myrsine coriacea*, *Sapium glandulosum* e *Piptocarpha axillaris* (FUPEF, 2001).

Na floresta no estágio médio, na maior parte dos fragmentos estudados, foi observada a ocorrência de *Araucaria angustifolia*, porém com baixa frequência, sendo as principais espécies observadas: *Casearia decandra*, *Cedrela fissilis*, *Clethra scabra*, *Ilex brevicuspis*, *Ilex theezans*, *Jacaranda puberula*, *Lithraea brasiliensis*, *Matayba*

*elaeagnoides*, *Mimosa scabrella*, *Ocotea porosa*, *Piptocarpha angustifolia*, *Piptocarpha axillaris*, *Prunus sellowii*, *Myrsine coriaceae*, *Myrsine umbellata*, *Sapium glandulosum*, *Sebastiania brasiliensis*, *Sloanea lasiocoma*, *Syagrus romanzoffiana*, *Symplocos celastrine*, *Tibouchina sellowiana*, *Vernonia discolor* e *Zanthoxylum rhoifolium* (FUPEF, 2001).

No estágio avançado da floresta encontraram a *Araucaria angustifolia* ocorrendo no estrato dominante juntamente com outras espécies. As principais espécies encontradas foram *Campomanesia xanthocarpa*, *Cupania vernalis*, *Ilex brevicuspis*, *Matayba elaeagnoides*, *Mimosa scabrella*, *Ocotea porosa*, *Ocotea pulchella*, *Podocarpus lambertii*, *Prunus sellowii*, *Myrsine* sp. e *Sloanea lasiocoma* (FUPEF, 2001).

### **Análise do uso do solo com ênfase nos recursos florestais**

Para a análise do uso do solo a escolha das datas das imagens usadas como base, levou em consideração o critério, estabelecido pelo PQ, que estabelece que as emissões devem ser reduzidas em 5,2% considerando os níveis observados em 1990. Logo, as considerações sobre um cenário de referência<sup>3</sup> de projetos de MDL deve promover adicionalidade<sup>4</sup> na fixação de carbono também com base nos valores observados em 1990, ou a data mais próxima que se tenha informações. A segunda data de referência do projeto foi determinada em função do disposto no Artigo 12.1<sup>5</sup> do PQ, que diz que os créditos de carbono podem ser contabilizados a partir do ano de 2000, para serem validados durante o primeiro período de compromisso de 2008 a 2012.

Para tanto, foram utilizadas imagens orbitais do satélite LANDSAT 5 do ano de 1993, especificamente do dia 02/11/1993, e do satélite LANDSAT 7 para o ano de 2000, do dia 24/07/2000. A órbita-ponto para localização destas cenas é 222/078. Para o processamento das imagens foi utilizado o software ARCVIEW 3.1 by ERSI.

O meio utilizado foi o de classificação de imagens de satélite que recobrissem a área de interesse, isto é, os municípios de General Carneiro e Bituruna. Neste contexto, os materiais que melhor esclareceram este caso foram as imagens do satélite LANDSAT 5 e LANDSAT 7. Porém, não foi possível obter imagens de satélite satisfatórias para o ano de 1990, tampouco para os anos 1991 e 1992. Isso ocorreu devido a defeitos nas imagens, que não tinham a qualidade requerida, sempre apresentando nuvens ou problemas radiométricos. Assim, a imagem com data mais próxima da necessária que apresentava qualidade aceitável, para a área de estudo, foi

---

3

Cenário que quantifica e qualifica as emissões de gases de efeito estufa na ausência da atividade de projeto do MDL.

4

Critério fundamental para que uma determinada atividade de projeto seja elegível ao MDL, consiste na redução de emissões de gases de efeito estufa ou no aumento das remoções de CO<sub>2</sub> de forma adicional ao que ocorreria na ausência de tal atividade.

5

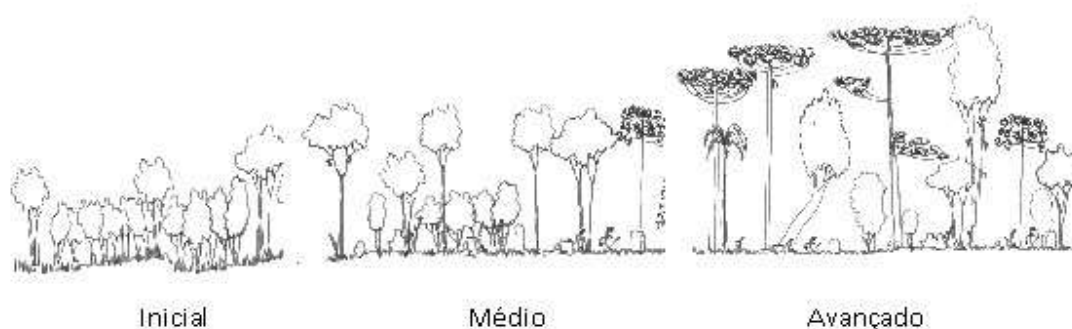
Artigo 12.1 do PQ: “Reduções certificadas de emissões obtidas durante o período do ano de 2000 até o início do primeiro período de compromisso podem ser utilizadas para auxiliar no cumprimento das responsabilidades relativas ao primeiro períodos de compromisso”.

do ano de 1993. Existe uma imagem da área de estudo do ano de 1991, no entanto possui erros na sobreposição das bandas, originada por falha no sensor do satélite, que impossibilita seu uso.

Para realização da classificação das imagens de satélite foi realizada coleta de pontos de controle, auxiliado por aparelho de posicionamento global (*Global Position System* - GPS). Para aquisição destes pontos foram selecionados pontos de fácil reconhecimento no campo e na imagem, que também abrangessem os estágios de desenvolvimento da floresta a serem classificados.

A digitalização da base cartográfica dos municípios, com caracterização da hidrografia, infra-estrutura e demais detalhes, foi realizada com base em Cartas Topográficas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em escala 1:50.000, sendo elas numeradas da seguinte forma: 2854, 2864, 2865 e 2877, que recobrem a área alvo do estudo.

Os estudos de uso do solo deram ênfase à cobertura vegetal, tipo florestal, de acordo com as diferentes tipologias para as florestas naturais, onde se seguiu a definição de suas fases sucessionais, como é apresentado na Figura 2.



**FIGURA 2:** Classes tipológicas para classificação das áreas com florestas naturais.

Fonte: BALBINOT (2004).

### **Estimativa dos estoques de carbono**

Para estimar o estoque de carbono na FOM Montana, nos três estágios de sucessão considerados (inicial, médio e avançado), foram utilizados os dados gerados por WATZLAWICK (2003), que coletou dados de biomassa no campo, utilizando o método destrutivo e, posteriormente, quantificou os estoques de carbono.

Os valores médios da biomassa e do carbono da parte aérea e subterrânea das árvores, de acordo com os diferentes estágios de regeneração da FOM Montana, no centro-sul do Estado do Paraná estão na Tabela 1.

**TABELA 1:** Quantidade média de carbono acima do solo e nas raízes das árvores, no sub-bosque e na serapilheira nos diferentes estágios sucessionais da FOM Montana ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

<b>Estágio da Floresta</b>	<b>Árvores (acima do solo)</b>	<b>Árvores (raízes)</b>	<b>Sub-bosque</b>	<b>Serapilheira</b>	<b>Total</b>
<b>Inicial</b>	28,84	14,84	9,60	2,99	56,27
<b>Médio</b>	70,23	15,76	8,46	3,30	97,75
<b>Avançado</b>	165,02	13,61	8,03	2,90	189,56

Fonte: WATZLAWICK (2003).

Para coleta dos dados de biomassa WATZLAWICK (2003) utilizou amostragem sistemática para instalação de unidades amostrais de 12 x 12 m, onde os indivíduos com Diâmetro a Altura do Peito (DAP)  $\geq 10$  cm eram amostrados. Foram implantadas sete unidades no estágio inicial, seis unidades no estágio médio e sete unidades no estágio avançado. Para a parte arbustiva (sub-bosque) foram realizadas três sub-unidades amostrais de 1 x 1 m, onde se coletava toda vegetação com DAP  $< 10$  cm. Para a coleta das raízes foram realizadas também três sub-unidades, que se constituíam de trincheiras de 1 x 1 m e 0,5 m de profundidade onde se coletava todas as raízes com diâmetro  $\geq$  de 1 cm.

A variável utilizada por WATZLAWICK (2003) para diferenciação dos estágios de regeneração foi área basal (G), diferenciando da seguinte maneira:  $G < 25 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  considerado estágio inicial, caso área basal fosse  $25 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \leq G \leq 50 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  corresponde ao estágio médio e quanto a  $G > 50 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  é considerado como estágio avançado de regeneração.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Uso do solo com ênfase nos recursos florestais

Observou-se um aumento de 43% nas áreas com cobertura vegetal caracterizada como estágio inicial, o que representa, em termos de área, mais de 7.000 ha, totalizando nos dois municípios aproximadamente 23.700 ha. Este fato advém, como diagnosticado durante os trabalhos de campo, de dois fatores: primeiro do abandono das áreas de agricultura, onde não é possível sua mecanização, e segundo pelo abandono em si das propriedades, devido ao êxodo rural.

Como resultado da classificação do uso do solo nas duas ocasiões, em 1993 e 2000, obteve-se a Tabela 2, que apresenta os dados referentes aos estágios sucessionais.

**TABELA 2:** Áreas determinadas segundo o uso do solo, com ênfase na cobertura florestal, para os municípios de Bituruna e General Carneiro, em 1993 e 2000 (áreas em ha).

<b>Estágio Sucessional</b>	<b>Ano de 1993</b>	<b>% do total</b>	<b>Ano de 2000</b>	<b>% do total</b>	<b>Diferença 1993-2000</b>	<b>% de mudança</b>
Inicial	16.558,83	13,40	23.699,00	18,76	7.140,17	43,12
Médio	92.393,04	74,76	88.179,00	69,80	-4.214,04	-4,56
Avançado	14.630,82	11,84	14.457,00	11,44	-173,82	-1,19
Sub-total	<b>123.582,69</b>	<b>100,00</b>	<b>126.335,00</b>	<b>100,00</b>	<b>2.752,31</b>	<b>2,23</b>
<b>Total</b>	<b>134.913,06</b>		<b>143.600,00</b>		<b>8.686,94</b>	<b>6,44</b>

As áreas com cobertura de floresta natural em estágio médio de sucessão são as que possuem a maior área de uso do solo, dentre todos os tipos florestais estudados, com mais de 88.000 ha (ano base 2000). Conseqüentemente, sendo o tipo de cobertura vegetal com maior decréscimo de área, no período 1993-2000, perdendo em torno de 4.200 ha. Isto é devido, principalmente, pela abertura de áreas para agricultura mecanizada em áreas mais planas, que substituem as antigas roças manuais, nas encostas, que vem sendo abandonadas.

No caso das florestas em estágio avançado, foi identificada uma redução de área pouco significativa passando de 14.630 ha em 1993 para 14.457 ha em 2000. Por representar pouco mais de 1%, esta diferença pode não representar alterações significativas nestas áreas. A justificativa para este fato é que estes remanescentes florestais se encontram em locais onde não é viável sequer a retirada da madeira, quanto mais a implantação de alguma atividade agropecuária.

Numa visão geral sobre as florestas naturais foi identificado um aumento de pouco mais de 2% nas áreas com este uso de solo, passando de 123.582 ha em 1993, para 126.335 ha em 2000.

### **Estimativa dos estoques de carbono**

Segundo MCT (2003), a dinâmica de uso e cobertura da terra é entendida como as mudanças, ao longo do tempo da vegetação em suas diferentes classes, sendo que cada uma possui estoques de carbono diferentes e a dinâmica do uso da cobertura implica na emissão ou seqüestro de carbono da atmosfera.

Seguindo a lógica do aumento da área com cobertura de floresta natural em estágio inicial, este estágio foi responsável por um aumento no estoque de carbono de mais de 264.000 Mg C. Porém, este efeito positivo para remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera foi anulado pelos saldos negativos apresentado pelos estágios médio e avançado. Estes foram responsáveis pela emissão de quase 300.000 Mg C. Apesar do aumento em termos de área ter sido maior no estágio inicial, os estágios médio e avançado possuem um estoque de carbono superior por hectare, contrabalançando o cálculo. A dinâmica do estoque de carbono das florestas naturais dos dois municípios é apresentada na Tabela 3.



**TABELA 3:** Estoque de carbono na floresta natural nos municípios de General Carneiro e Bituruna em 1993 e 2000.

Tipologia Florestal	Carbono (Mg.ha <sup>-1</sup> )					
	Ano de 1993	% do total	Ano de 2000	% do total	Diferença 1993-2000	% de mudança
Inicial	612.511	7,07	876.626	10,17	264.115	43,12
Médio	6.057.287	69,97	5.781.015	67,05	-276.272	-4,56
Avançado	1.987.743	22,96	1.964.128	22,78	-23.615	-1,19
<b>Total</b>	<b>8.657.541</b>	<b>100</b>	<b>8.621.769</b>	<b>100</b>	<b>-35.772</b>	<b>-0,41</b>

O estudo das florestas naturais apresentou um aumento na sua área de ocupação do solo, principalmente por formações em estágio inicial de regeneração, todavia este aumento não se refletiu no estoque de carbono. Isto foi devido à perda na qualidade destas florestas, acarretada pela redução das áreas de florestas em estágio avançado de desenvolvimento, que tem um estoque de carbono muito maior. Porém, mesmo com esta consideração a variação no estoque foi de menos de 1%, e o ponto principal reside no fato de que as áreas em estágio inicial “tendem” a continuar crescendo, aumentando seus estoques de carbono de forma independente à presença de projetos florestais do MDL.

Este fato é desfavorável ao intuito de implantar projetos de florestas fixadoras de carbono, pois a própria Decisão 19 da COP9 parágrafo 20 (c), indica que para o cálculo da linha de base<sup>6</sup> devem ser consideradas as políticas e circunstâncias nacionais e/ou setoriais relevantes, tais como uso da terra histórico e tendências econômicas (UNFCCC, 2004). Assim, comparativamente a uma região onde tenha ocorrido uma redução no estoque de carbono, a região dos municípios de Bituruna e General Carneiro, será menos atrativa para a implantação de projetos de florestamento e reflorestamento (incluindo recuperação de áreas naturais) que visem geração de créditos de carbono.

No debate relativo ao balanço global do carbono restam grandes incertezas associadas à estimativa da emissão de CO<sub>2</sub> decorrente de mudanças no uso da terra (principalmente o desflorestamento tropical). Segundo KRUG (2004) essas incertezas científicas podem ser agrupadas em três categorias principais: i) o verdadeiro nível de desflorestamento tropical; ii) a quantidade de biomassa para diferentes tipos de floresta; e iii) a distribuição espacial desses tipos de floresta. Nosso conhecimento sobre as taxas de mudança das florestas tropicais continua limitado. A incerteza dessas taxas tem implicações na estimativa das emissões globais de carbono decorrentes de mudanças no uso da terra. O IPCC (2001) indicou que “os intervalos de incertezas – no balanço médio anual de perturbações de CO<sub>2</sub> de 1980 para 1998 – resultam parcialmente da nossa limitada habilidade para determinar, com exatidão, as mudanças graduais no balanço de carbono resultante de emissões antrópicas”.

Portanto avaliações temporais, como a deste trabalho, devem ser replicadas para poder se entender como as florestas naturais estão estocando carbono ao longo

6

□ Linha de Base de um projeto de MDL é o cenário que representa, de forma razoável, as emissões antrópicas de GEE por fontes que ocorreriam na ausência da atividade de projeto.

de seu desenvolvimento. Isto permitirá a proposição de metodologias de quantificação e monitoramento do estoque de carbono, que, por sua vez, poderá viabilizar a implantação de projetos com este objetivo.

## CONCLUSÕES

Houve um aumento quantitativo da área com cobertura florestal natural, porém houve um decréscimo em sua qualidade. As áreas de florestas naturais em estágio médio e avançado de sucessão tiveram uma redução das suas áreas de cobertura.

Os estoques de carbono estão se mantendo relativamente estáveis nos municípios, e se for considerado que estas florestas iniciais irão alcançar os estágios seguintes de sucessão poderá haver remoções significativas de CO<sub>2</sub> da atmosfera. Desde que também sejam preservados os atuais estoques nos estágios médio e avançado.

Comparando a área de estudo a uma região onde tenha ocorrido uma redução nos estoques de carbono, esta pode ser considerada menos atrativa para a implantação de projetos de florestamento e reflorestamento que visem geração de créditos de carbono.

Apesar de não se ter por objetivo avaliar o uso de imagens de satélite, pode-se concluir que a tecnologia de classificação de imagens do satélite LANDSAT, utilizada para analisar a evolução do uso da terra e dos estoques de carbono da vegetação florestal, à luz dos conceitos do PQ, mostrou-se viável. Além de ter custo relativamente baixo, especialmente para estudos estratégicos como este, com grande área de cobertura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBINOT, R. **Implantação de florestas geradoras de créditos de Carbono: estudo de viabilidade no sul do estado do Paraná, Brasil**. 2004. 79f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

BRUN, E. J. **Biomassa e nutrientes na floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza, RS**. 2004. 136f. Dissertação (Mestrado em Silvicultura) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Londrina: Boletim de Pesquisa, v. 27, n. 1 e 2, 1984.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FBMC – Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sétima Conferência das Partes - Os Acordos de Marraqueche**. Brasília. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2002. 58 p.

FUPEF – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. 2001. **Conservação do Bioma Floresta com Araucária: relatório final**. Diagnóstico dos remanescentes florestais/PROBIO Araucária. 1/2 v. FUPEF, Curitiba, Brasil, 236 pp.

GARDNER, R. H.; MANKIN, J. B. Analysis of biomass allocation in forest ecosystems of the IBP. In: REICHLE, P. D. (Ed.). **Dynamic properties of forest ecosystems**. Cambridge: Cambridge University Press. 1981. p. 451-497.

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

IBGE, 1992. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**: Série Manuais Técnicos em Geociências 1, Rio de Janeiro, 92p.

IPCC – International Panel on Climate Change. **Climate Change 2001 – Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II** to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. McCarthy, J.J.; Canziani, O.F.; Leary, N.A.; Dokken, D.J.; White, K.S. (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York. 2001.

KRUG, T. O papel das atividades de projeto de florestamento e reflorestamento do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo na fixação de CO<sub>2</sub> atmosférico. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; e ZILLIOTTO, M.A. (Eds.). **Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. Curitiba: UFPR, 2004. p. 39-54.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária Ltda, 2000. 320p.

MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Seqüestro e emissões de carbono em função da mudança no uso e cobertura da Terra Amazônica**, São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003.

PARANÁ. Secretária de Estado de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Terras, Cartografia e Florestas. **Atlas do Estado do Paraná**. Curitiba: 1987. 73 p.

UNFCCC – Unated Nations Framework Convention on Climate Change. **Informe de la Conferencia de las Partes sobre su Noveno período de sesiones, celebrado en Milán del 1º al 12 de diciembre de 2003**. Milán. FCCC/CP/2003/6/Add.2, 2004. 52 p.

VOGEL, H.L.M.; SCHUMACHER, M.V. e TRÜBY, P. Quantificação da Biomassa em uma Floresta Estacional Decidual em Itaara, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 419-425, 2006.

WATZLAWICK L.F. **Estimativa de biomassa e carbono em Floresta Ombrófila Mista e plantações florestais a partir de dados de imagens de satélite Ikonos II**. 2003.

118 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F.; SANQUETTA, C.R.; SCHUMACHER, M.V. Fixação de carbono em floresta ombrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; e ZILLIOTTO, M.A. (Eds.). **Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. Curitiba: UFPR, 2004. p. 39-54.