

QUANTIFICAÇÃO DO ESTOQUE DE CARBONO FIXADO EM REFLORESTAMENTOS DE *Pinus* NA ÁREA DE DOMÍNIO DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARANÁ

Ana Paula Dalla Corte¹, Carlos Roberto Sanquetta²

(recebido: 12 de abril de 2006; aceito: 27 de outubro de 2006)

RESUMO: O presente trabalho, desenvolvido na área de abrangência da Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná, visa detectar os principais focos de carbono fixado em reflorestamentos nos limites desta tipologia, bem como estimar a quantidade de carbono que estaria sendo fixada pelos mesmos. Para tanto foram utilizadas imagens dos satélites CBERS e LANDSAT 5 totalizando 22 cenas avaliadas. A maior parte destas cenas foram obtidas no ano de 2004. Foi realizada a interpretação visual dos reflorestamentos contidos dentro dos limites da Floresta Ombrófila Mista com base em alguns elementos de fotointerpretação. Posteriormente, foram realizadas simulações do crescimento de um reflorestamento do gênero *Pinus*, gênero este predominante na região em questão, através do software SISPINUS. Assim, foi possível relacionar dados de volume do povoamento em diferentes idades com a quantidade de biomassa e carbono fixado pelos mesmos. Posteriormente, para facilitar o entendimento espacial destas informações optou-se por trabalhá-las ao nível das mesoregiões adotadas pelo Governo do Estado do Paraná. As áreas de reflorestamentos interpretadas totalizaram 516.163,58 ha. O carbono total estimado para esta área foi de 26.726.950,2 t C e o dióxido de carbono foi de 97.999.708,2 t CO₂.

Palavras-chave: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo Florestal, reflorestamentos, quantificação de carbono.

QUANTIFICATION OF FIXED CARBON STORED IN *Pinus* PLANTATION IN THE DOMAIN OF THE MIXED OMBROFILA FOREST IN PARANA STATE

ABSTRACT: This paper, developed in the Mixed Araucaria Forest (F.O.M.), in Parana State, aimed at detecting the main carbon stock spots in forest plantations in the limits of the ecosystem, as well as estimating the amount of carbon being fixed by their biomass of these stands. A total of 22 CBERS and LANDSAT satellite imagery scenes were used for this purpose. Most of them came from 2004. The visual interpretation of the forest plantation stands inside the study area (F.O.M.) was carried out taking into account several criteria. Stand growth and yield simulation were carried out for pine plantations, the dominant genus in the study site, by using the SISPINUS software. Hence, it was possible to relate stand volume in different age classes to the biomass amount fixed by them. Subsequently, the spatial information was treated and summarized by meso-region adopted by the Paraná State Government, so that the comprehension of the carbon values became easier. The reforestation area interpreted summed 516,163.58 ha, and the total carbon stock was estimated at 26,726,950.2 t C or 97,999,708.2 t of CO₂ equivalent.

Key words: A/R CDM, carbon quantification, reforestation.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas constituem-se em uma ameaça em longo prazo para os ecossistemas e possivelmente para a população terrestre. Tais alterações se devem a maior concentração de certos gases na atmosfera, que tendem a provocar o aumento da temperatura média do planeta provocando o efeito estufa.

Este tema virou preocupação mundial, o que motivou a realização da primeira Conferência Mundial sobre o Clima em 1979. Posteriormente, foi estabelecido o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC) e em seguida, em 1992, foi estabelecida a Convenção do Clima

que objetiva a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera em um nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Esta conferência entrou em vigor no ano de 1994, tendo reuniões anuais na chamada COP (Conferências das Partes), e um dos produtos destas conferências foi o Protocolo de Quioto, que propõe a redução das emissões em 5,2% abaixo dos níveis de 31 de dezembro de 1989 (BRASIL, 1997). Com a ratificação deste protocolo pela Rússia no dia de 16/11/2004, o protocolo entrou em vigor em 16/02/2005. Uma das modalidades deste protocolo é o MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (Artigo 12 do Protocolo de Quioto) que contempla a modalidade (Uso da Terra e Mudanças no Uso da Terra ou em inglês *Land Use and Land use Change and Forestry*).

¹Doutoranda do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná/UFPR – Avenida Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico – 80.210-170 – Curitiba/PR – Bolsista do CNPq – anacorte@floresta.ufpr.br

²Professor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná/UFPR – Avenida Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico – 80.210-170 – Curitiba/PR – Bolsista do CNPq – sanqueta@floresta.ufpr.br

Assim, abrem-se boas perspectivas para o Brasil desenvolver projetos florestais baseados no Protocolo de Quioto. Porém, também se sabe que o Protocolo de Quioto é bastante rígido e outros mercados mais flexíveis estão surgindo, especialmente nos EUA. Os EUA não ratificaram o Protocolo de Quioto e, embora reconheçam a problemática do Efeito Estufa, o país busca outros mecanismos que considera mais efetivos no combate às mudanças climáticas. Esta busca foi a opção de empresas como: a Klabin, Cia. Suzano, VCP e Aracruz – que buscaram a comercialização dos créditos na Bolsa do Clima de Chicago (*Chicago Climate Exchange – CCX*). Estas negociações são as chamadas negociações bilaterais entre compradores e vendedores que estão ocorrendo em várias partes do mundo.

Para que projetos de carbono florestais possam ser propostos, é necessário analisar a viabilidade de tais empreendimentos, bem como identificar locais adequados ao seu estabelecimento. Nesse contexto, é importante identificar áreas onde já existem áreas reflorestadas, de forma a expandir a atividade através dos mecanismos de estímulo proporcionados pelo Protocolo de Quioto ou outros potenciais mercados, como a Bolsa do clima de Chicago. Alternativamente, é importante elucidar onde existem áreas degradadas, que requeiram recuperação, enquadrando-se nas restrições de elegibilidade impostas pelo Protocolo de Quioto.

Uma vez identificadas as áreas onde existe um potencial concreto para o desenvolvimento de projetos de carbono florestal, torna-se indispensável delinear a documentação que comprove a linha de base e descreva os procedimentos de monitoramento do projeto. Essas definições devem estar contidas em dois documentos: a proposição de nova metodologia de linha de base, monitoramento e o chamado PDD (*Project Design Document* ou em português Documento de Concepção do Projeto).

Objetivou-se com esta pesquisa quantificar e mapear as áreas florestais plantadas (reflorestamentos) dentro dos limites da Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná, bem como localizar e quantificar os principais focos de carbono fixado em reflorestamentos na região da Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A área de abrangência deste estudo foi o limite da Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná. A categorização de Floresta Ombrófila Mista ou Floresta de Araucária advém da classificação das regiões fitoecológicas efetuada pelo IBGE (1992), correspondendo ao sistema primário de hierarquia das formações. Sendo assim, a área da Floresta Ombrófila Mista, segundo mapa do IBGE, é de 99.415,5 km² (Vide Figura 1).

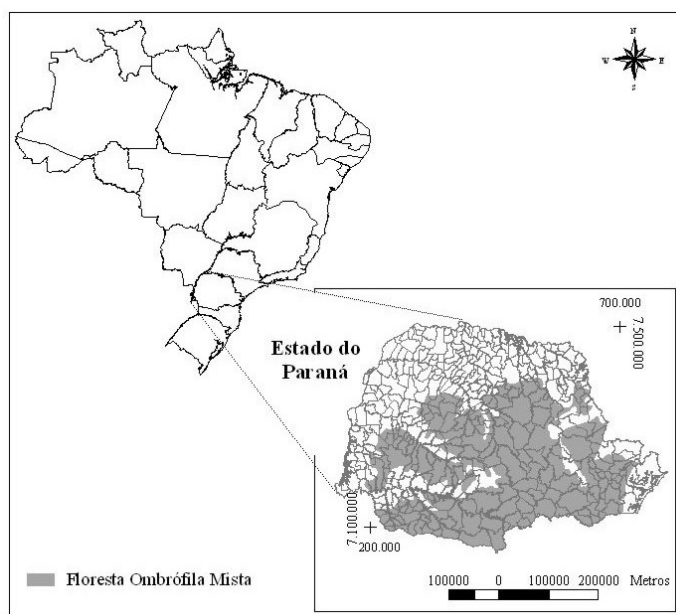


Figura 1 – Localização da área de estudo.

Figure 1 – Location of the study area.

2.2. Materiais

Foram utilizadas 19 imagens do satélite CBERS, que foram disponibilizadas gratuitamente pelo INPE. A listagem das órbitas pontos e das datas de aquisição encontram-se na Tabela 1.

Para as regiões onde não foi possível trabalhar com imagens CBERS devido à presença de nuvens em todas as cenas disponibilizadas pelo INPE, foram utilizadas 3 cenas do satélite LANDSAT, conforme Tabela 1. Foram utilizadas ainda algumas bases de referência como: Rede hidrográfica dos Estados do Paraná (FUPEF, 2002), Malha viária dos Estados do Paraná (FUPEF, 2002), Divisão Política dos Estados do Paraná (FUPEF, 2002), Mapa de Biomas do Brasil (IBGE, 1992). Para realizar todas estas análises foram utilizados os seguintes *softwares*: ENVI v.3.2.®, ArcView 3.1.®, Quadrant, Excel Office XP®, SISPINUS e SISARAUCARIA.

2.3. Métodos

2.3.1. Delimitação da Área de Estudo

A delimitação da área alvo de estudo foi baseada no mapa de vegetação confeccionado pelo IBGE (1992), no qual o limite da Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná está apresentado. Assim, os limites considerados para esta floresta originalmente foram passados para o formato digital através do processo de digitalização usando o *software* ArcView 3.1.

2.3.2. Mapeamento dos Reflorestamentos

Com relação ao mapeamento dos reflorestamentos foram utilizadas imagens cedidas pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, que prontamente disponibilizou as imagens do satélite CBERS-2, cabendo apenas a esta pesquisa, respeitar a licença de uso das mesmas que cita que o INPE é o detentor do direito autoral das imagens.

Diante da facilidade em se conseguir imagens atuais sem custo, e ainda por tratar-se de uma tecnologia Brasileira, optou-se por utilizar desta neste trabalho, onde o sensor do sistema de coleta CCD foi escolhido devido a sua melhor resolução espacial em comparado ao IR-MSS e WFI.

Segundo o Manual do Usuário cedido pelo INPE, as imagens fornecidas pela Internet apresentam calibração radiométrica e geométrica, aplicadas através das efemérides e dados de calibração do sistema, sendo chamado de Produto Padrão. As imagens foram fornecidas no formato GEOTIFF, com orientação para o norte geográfico e a quantificação dos *pixels* em 8 *bits*. O tamanho da imagem é de aproximadamente 5.812 *pixels* por 5.812 linhas. Foi realizada também a calibração radiométrica e geométrica. O Datum utilizado foi o WGS 84 e a reamostragem ocorreu através da convolução cúbica. Este Datum é um modelo matemático que substitui a forma da terra nas aplicações cartográficas.

Tabela 1 – Imagens de satélite utilizadas.

Table 1 – Used satellite images.

Órbita Ponto	Data de Passagem	Satélite	Órbita Ponto	Data de Passagem	Satélite
155-129	16/03/04	CBERS	158-130	28/04/04	CBERS
156-127	08/04/04	CBERS	159-127	30/03/04	CBERS
156-128	08/04/04	CBERS	159-128	30/03/04	CBERS
156-129	08/04/04	CBERS	159-129	30/03/04	CBERS
157-127	27/05/04	CBERS	159-130	30/03/04	CBERS
157-128	10/03/04	CBERS	160-127	22/04/04	CBERS
157-129	10/03/04	CBERS	160-128	27/03/04	CBERS
158-126	28/04/04	CBERS	160-129	13/06/04	CBERS
158-127	28/04/04	CBERS	220-077	02/09/02	LANDSAT
158-128	22/11/04	CBERS	220-078	02/09/02	LANDSAT
158-129	22/11/04	CBERS	223-078	01/08/02	LANDSAT

2.3.3. Interpretação das Imagens de Satélite

A obtenção das informações através das imagens ocorreu através do método da interpretação visual das imagens que, segundo Moreira (2004), consiste em extrair a informação de alvos da superfície terrestre, com base nas suas respostas espectrais, quando observados na imagem. Este método já foi utilizado por vários pesquisadores, entre eles Cruickshank et al. (2000) no projeto CORINE (*Co-ordination of Information on the Environment*), com a finalidade de manter um banco de dados atualizado sobre a quantidade de carbono armazenada pela vegetação na Irlanda. Ainda, conforme IPCC (2000), a interpretação visual de imagens é freqüentemente usada para identificação dos estratos nos inventários florestais, sendo que o método é simples e fidedigno.

O material de apoio (divisão política, regiões fitogeográficas, estradas e hidrografias) foi sobreposto às imagens de satélite com a finalidade de delimitar a área de estudo. Foi realizada então uma primeira observação dos comportamentos espectrais dos alvos e suas diferenciações. Para este estudo, utilizou-se do método seletivo dos objetos, visto que os alvos do estudo eram somente os reflorestamentos. Moreira (2003) descreve o método seletivo de interpretação como sendo um método no qual os alvos de ocupação do solo que não interessam para o fotointérprete não são individualizados na interpretação, isto é, todas as feições contidas na imagem que apresentam níveis de cinza ou cores diferentes da classe de interesse são agrupadas em uma única classe temática.

A composição que atenda melhor aos objetivos do trabalho é efetuada tendo como base o comportamento espectral dos alvos. Sendo assim, se o objetivo é a análise da vegetação é preferível que se escolham as bandas onde a vegetação pode ser distingüida dos outros alvos.

Assim, através de alguns elementos de fotointerpretação, fica fácil diferenciar as florestas nativas e as florestas plantadas.

2.3.4. Mapeamento e Quantificação dos Resultados

Na Tabela 2 estão apresentados os principais elementos utilizados na interpretação dos reflorestamentos em imagens de satélite desta natureza. Estes reflorestamentos não foram diferenciados com relação as espécies plantadas, visto que nesta região de abrangência o gênero predominante é o *Pinus*. Foram mapeados reflorestamentos com área superior a 1 hectare tendo em vista a resolução espacial das imagens que são: CBERS 19,5 x 19,5m e LANDSAT 5 30 x 30 m.

2.3.5. Localização por mesoregião

Para gerar uma estimativa dos estoques de carbono existente de forma mais específica para as áreas da Floresta Ombrófila Mista, optou-se por separá-la de acordo com as mesoregiões definidas pelo Governo do Estado do Paraná. Assim, além da estimativa total para o limite desta floresta, ter-se-ia estimativas mais detalhadas para as diferentes regiões. Sendo assim, as mesoregiões paranaenses que fizeram parte deste trabalho foram: Centro-Sul, Centro Ocidental, Centro Oriental, Região Metropolitana de Curitiba, Norte Central, Norte Pioneiro, Oeste, Sudeste e Sudoeste.

2.3.6. Estimativas do potencial de carbono estocado nos reflorestamentos

Para gerar o cenário para os reflorestamentos foi necessário usar-se da associação de parâmetros médios citados em literatura e, alguns outros desenvolvidos neste trabalho. Foi definido um espaçamento inicial para simular o plantio do gênero *Pinus* sendo ele de 3 x 2 m (1.667 indiv./ha). Partindo ainda de práticas adotadas na região, adotaram-se as seguintes intervenções: -1º Desbaste: aos 8 anos, de forma sistemática e seletiva, retirando a 6ª linha e devendo retirar 40% das árvores, 2º Desbaste: aos 12 anos, seletivo, retirando 25% das árvores, 3º Desbaste: aos 16 anos, seletivo, retirando 25% das árvores e ainda para 95% de sobrevivência inicial e povoamento de homogeneidade média.

Tabela 2 – Elementos da interpretação visual.

Table 2 – Elements of the visual interpretation.

Classe de Uso	Características no Campo	Características nas Imagens		
		Tonalidade	Textura	Outros Aspectos
Reflorestamento	Plantações com rotações longas	Média a Escura	Lisa	Local: Principais pólos Forma: Geométrica definida Tamanho: Variados

Foi utilizado o *software* SISPINUS®, desenvolvido pela EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária, para a estimativa da frequência de indivíduos por idade nas distribuições diamétricas e ainda a altura média para uma idade determinada.

As estimativas de biomassa seca foram realizadas, com uma equação (1) desenvolvida pelo Laboratório de Inventário Florestal (LIF) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), onde foram realizadas amostragens em boa parte do Estado do Paraná, para calibração dos resultados. A metodologia utilizada para esta quantificação é citada por Sanquetta (2002) e Sanquetta et al. (2004). Assim, as variáveis independentes utilizadas foram: o diâmetro do centro de classe diamétrica e a altura média do povoamento, resultantes das simulações. Como também não foram diferenciadas as idades dos povoamentos, adotou-se que a idade média dos mesmos é a metade da idade média da rotação mais utilizada nesta região que é de 20 anos. Assim, ficou adotada a idade de 10 anos para estas análises. O coeficiente de determinação foi igual a 0,98 e o erro padrão da estimativa de 18,48%.

Para a estimativa de carbono individual utilizaram-se dados também do LIF, sendo realizada uma média ponderada dos fatores para os diferentes compartimentos que compõem a árvore, sendo eles: raiz, fustes, casca, folha, galho vivo e morto. O valor utilizado para a conversão de biomassa total individual para carbono total individual foi utilizado o fator oriundo da média ponderada citada acima, que resultou em 0,41 conforme mostra a equação abaixo (2).

Em seguida, multiplicou-se o carbono total individual da árvore do centro de classe pelo número de árvores da classe diamétrica, gerando assim, a estimativa do carbono total por hectare nas diferentes idades. O carbono total resultante desta simulação para o hectare é de 51,78 t C/ha na idade referência de 10 anos, considerando apenas a biomassa viva e a biomassa morta. Para a conversão das estimativas de carbono para as estimativas de dióxido de carbono é só aplicar a equação (3), também citada pelo IPCC (2003).

$$PS_{Total} = 0,0001 - 0,0040 * D + 0,0193 * D^2 Ht + 0,5728 * Id \quad (1)$$

$$C_{Total} = PS_{Total} * t \quad (2)$$

$$CO_2 = C * f_c \quad (3)$$

Em que:

PS_{Total} = Peso Seco Total do indivíduo médio da classe (kg);

D = Diâmetro à altura do peito do centro de classe (cm);

Ht = Altura total média da classe (m);

Id = Idade (anos);

C_{Total} = Carbono Total do indivíduo médio da classe (kg);

t = teor médio de carbono para o gênero Pinus (41,0%);

CO₂ = Dióxido de carbono (t CO₂);

C = Carbono (t C);

f_c = fator de conversão de C para CO₂ (3,6667).

Assim, para a estimativa do carbono total das áreas avaliadas, realizou-se o seguinte cálculo para cada uma das mesoregiões avaliadas (5):

$$CO_{2\text{Mesoregião}} = C_{Total} * f_c * \text{Área da Mesoregião} \quad (5)$$

Em que:

C_{Total Mesoregião} = Total de carbono nos reflorestamentos da mesoregião;

C_{Total} = 51,78 t C/ha na idade de 10 anos;

CO_{2 Mesoregião} = Total de dióxido de carbono fixado nos reflorestamentos da mesoregião.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a fase de interpretação das imagens de satélite CBERS, foram sumarizadas as áreas interpretadas. Os resultados encontram-se na Tabela 3, na qual se observou uma área total interpretada de 433.454,04 ha com reflorestamentos. Na Figura 2 apresenta-se o resultado final do mapeamento dos reflorestamentos na Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná. Em determinadas áreas não foi possível realizar a interpretação com estas imagens devido à presença de grandes áreas de nuvens, e tem sido necessário a utilização de imagens do satélite LANDSAT.

Assim, as áreas interpretadas como reflorestamentos nas imagens LANDSAT, totalizaram 82.709,54 ha. Sendo assim, o total de áreas interpretadas como reflorestamento foi de 516.163,58 ha, ou 5,19% da área total original da Floresta Ombrófila Mista (F.O.M.) no Paraná.

Realizou-se também uma análise dos tamanhos dos polígonos encontrados. Estes resultados estão apresentados na Tabela 4. Polígonos menores que 10 hectares representam apenas 0,37%, representando 1.905,00 hectares mapeados. Os polígonos entre 10 e 100 hectares representaram 13,19% do total de reflorestamentos mapeados representando em hectares 68.086,15 hectares. Os polígonos de 100 a 250 hectares ficaram com 19,24% equivalendo a 99.319,61 hectares. No caso dos polígonos entre 250 e 500 hectares foram representantes de 17,79% das áreas mapeadas equivalendo a 91.828,80 hectares. As áreas entre 500 e 1.000 hectares foram representantes de 18,83% do total mapeado com 97.214,07 hectares. E, polígonos maiores que 1.000 hectares responderam por 30,57% das áreas mapeadas totalizando 157.809,96 hectares. Assim, o total mapeado chega a 516.163,58 hectares.

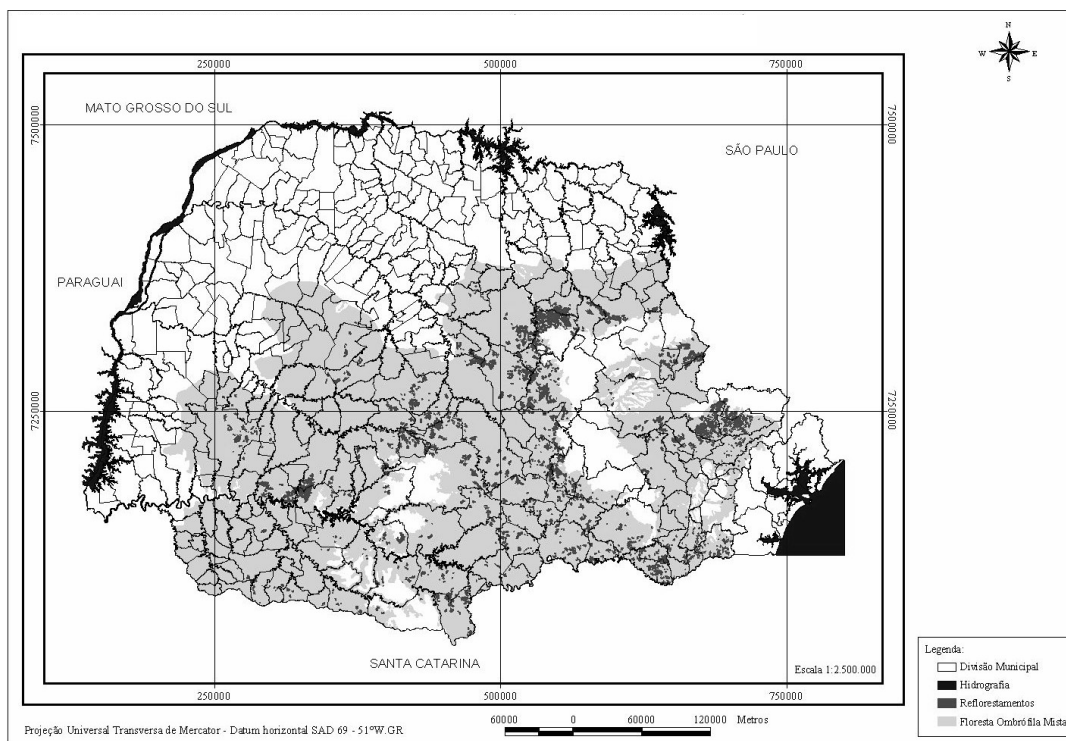


Figura 2 – Reflorestamentos interpretados na área de estudo.

Figure 2 – Reforestations interpreted in the study area.

Tabela 3 – Áreas interpretadas dos reflorestamentos.

Table 3 – Interpreted areas of the reforestation.

Satélite	Área (ha)
Reflorestamentos interpretados com cenas do CBERS	433.454,04
Reflorestamentos interpretados com cenas do LANDSAT	82.709,54
Total	516.163,58

Tabela 4 – Tamanho dos polígonos dos reflorestamentos.

Table 4 – Size of the reforestation polygons.

Tamanho dos Polígonos	Área Total (ha)	Área Total %
< 10 ha	1.905,00	0,37%
10 a 100 ha	68.086,15	13,19%
100 a 250 ha	99.319,61	19,24%
250 a 500 ha	91.828,80	17,79%
500 a 1.000 ha	97.214,07	18,83%
> 1.000 ha	157.809,96	30,57%
Total	516.163,58	100,00%

As maiores áreas de reflorestamentos estão concentradas no Centro Oriental Paranaense e no Centro-Sul Paranaense com respectivamente, 131.367,40 e 124.637,03 ha (Conforme Tabela 5). Cabe ressaltar ainda, que conforme os limites da F.O.M., algumas destas mesoregiões não foram consideradas por inteiro e sim, apenas na área de abrangência dentro da F.O.M.

Através destes cálculos, chegou-se a um valor de 26.726.950,2 t de carbono fixado pelos reflorestamentos nos limites da F.O.M. no Estado do Paraná. Ainda, quando se pensa em dióxido de carbono basta apenas multiplicar este valor de carbono por 3,6667 chegando assim a 97.999.708,2 t.

Do total de dióxido de carbono para os reflorestamentos mapeados, percebeu-se que 24.941.641,0 t estavam situados no Centro Oriental do Estado e 23.663.801,2 t no Centro-Sul Paranaense. Sendo assim, estas duas mesoregiões juntas perfazem cerca de 49,6% do dióxido de carbono fixado dentro da F.O.M. oriundo de reflorestamentos. Se fosse incluída a Região

Metropolitana de Curitiba nesta análise, esta porcentagem passaria para cerca de 70% do dióxido de carbono fixado pelos reflorestamentos nos limites da F.O.M. no Paraná.

A menor concentração de dióxido de carbono fixado pelos reflorestamentos está situada na mesoregião Sudoeste, Norte Pioneiro e Norte Central com 1.078.701,0 t de CO₂, 1.670.468,7 t de CO₂ e 1.943.940,6 t CO₂, respectivamente.

É importante salientar que além do mercado gerado pelo Protocolo de Quioto existem ainda os mercados paralelos.

Bernoux et al. (2002), citados por Rocha (2004), relatam que esta demanda estaria restrita a Áustria, Dinamarca, Holanda, Canadá e Japão, totalizando 109,5 Mt de CO₂ para o primeiro período de compromisso. Sendo assim, um projeto que envolvesse todas as áreas de reflorestamentos tratados neste trabalho, já representaria 89,5% da demanda mundial de créditos de CO₂.

Tabela 5 – Área dos reflorestamentos para as mesoregiões e carbono fixado (t).

Table 5 – *Reforestation area of meso-region and carbon stock (t).*

Mesoregiões Paranaenses	Área Reflorestada (ha)	C (t)	CO _{2e} (t)	%
Centro-Sul	124.637,03	6.453.705,3	23.663.801,2	24,1
Centro Ocidental	10.973,93	568.230,1	2.083.529,50	2,1
Centro Oriental	131.367,40	6.802.203,9	24.941.641,0	25,5
Metropolitana de Curitiba	105.103,93	5.442.281,3	19.955.212,9	20,4
Norte Central	10.238,72	530.160,8	1.943.940,6	2,0
Norte Pioneiro	8.798,34	455.578,2	1.670.468,7	1,7
Oeste	25.892,91	1.340.735,1	4.916.073,4	5,0
Sudeste	93.469,81	4.839.866,9	17.746.339,9	18,1
Sudoeste	5.681,51	294.188,5	1.078.701,0	1,1
Total	516.163,58	26.726.950,2	97.999.708,2	100,0

4 CONCLUSÕES

Conclui-se que as áreas de reflorestamentos dentro dos limites da Floresta Ombrófila Mista totalizaram 5,19%, ou seja, 516.163,28 ha. Para interpretar estas feições utilizou-se de imagens CBERS e LANDSAT, percebendo-se que as mesmas apresentaram um bom desempenho em quantificar estes reflorestamentos.

Os maiores focos de carbono oriundos de reflorestamentos dentro dos limites da Floresta Ombrófila

Mista estão ordenados segundo o tamanho dos reflorestamentos da seguinte maneira: Centro Oriental Paranaense, Centro-Sul Paranaense, Região Metropolitana de Curitiba, Sudeste Paranaense, Oeste Paranaense, Centro ocidental Paranaense, Norte Central Paranaense, Norte Pioneiro Paranaense e Sudoeste Paranaense.

Se um projeto fosse elaborado para as áreas de reflorestamentos dentro do limite da Floresta Ombrófila Mista, conforme o Protocolo de Quioto, ele já atenderia a 89,5% da demanda por projetos florestais de MDL.

Os reflorestamentos existentes teriam grandes dificuldades em justificar sua adicionalidade devido ao fato de não conseguirem comprovar que o projeto de MDL é que estaria proporcionando a que este projeto viabilizasse a captura do carbono da atmosfera.

Na região alvo do estudo de caso existe uma base florestal já instalada e possivelmente seria interesse de empresas realizarem uma ação conjunta com os pequenos e médios proprietários para a implantação de novos plantios florestais e assim, poderiam pensar em desenvolver também uma ação conjunta para estimular a captura do CO₂ da atmosfera visto o potencial destas florestas plantadas em fixar o carbono atmosférico.

A Floresta Ombrófila Mista apresenta potencial para projeto de MDL, em destaque a mesoregião de sudeste paranaense, com alternativa a práticas de baixo retorno econômico e melhoria da economia da região. Além de armazenar carbono na vegetação um projeto desta natureza proporcionaria uma maior retenção do carbono fixado no solo, mantendo a capacidade de produção do sítio, um dos problemas do êxodo rural.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio a este estudo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Ministério das Relações Exteriores. **Protocolo de Quioto**: convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. Brasília, DF, 1997. 29 p.

CRUICKSHANK, M. M.; TOMLINSON, R. W.; TREW, S. Application of CORINE land-cover mapping to estimate carbon

stored in the vegetation of Ireland. **Journal of Environmental Management**, Ireland, p. 269-287, 2000.

FUNDAÇÃO PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. **Relatório do projeto Zoneamento para fins de uso sustentável e conservação dos recursos da Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná**. Curitiba, 2002. 98 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92 p. (Série manuais técnicos em geociências, 1).

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Land use, land-use change, and forestry**: a special report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University, 2000. 377 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Good practice guidance for land use, land-use change and forestry**. Tóquio: [s.n.], 2003.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: INPE, 2004. 307 p.

ROCHA, M. T. Mudanças climáticas e mercado de carbono. In: _____. **Fixação de Carbono**: atualidades, projetos e pesquisas. Curitiba: UFPR, 2004. p. 39-53.

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

SANQUETTA, C. R.; DALLA-CORTE, A. P.; BALBINOT, R.; LEAL, M. C. B. S.; ZILLOTTO, M. A. Proposta metodológica para quantificação e monitoramento do carbono estocado em Florestas Plantadas. In: _____. **Carbono**: ciência e mercado global. Curitiba: UFPR, 2004. p. 240-265.