

# VARIAÇÃO VOLUMÉTRICA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ESTOQUE DE CARBONO EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

## *Volumetric Variation and Spatial Distribution of Carbon Stock in Araucaria Forest*

Karla Simone Weber<sup>1</sup>  
Carlos Roberto Sanquetta<sup>2</sup>  
Rozane de Loyola Eisfeld<sup>3</sup>

### **Resumo**

O presente estudo visa a apresentar os resultados obtidos pela estimativa volumétrica de biomassa e carbono de uma parcela permanente instalada em um fragmento da Floresta Ombrófila Mista, integrante do “Programa Ecológico de Longa Duração” (PELD), localizada na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná em São João do Triunfo, estado do Paraná. A parcela compreende 1 hectare, de forma quadrada (100 x 100 metros) e seu interior subdividido em subparcelas de 10 x 10 metros. Os dados de CAP foram coletados por meio de medições anuais, durante o período de 1997 a 2005, e analisados em períodos de dois anos. A partir destes dados foram estimadas as seguintes variáveis: área basal (m<sup>2</sup>), peso verde (kg), peso seco (kg), estoque de carbono (kg) e IPA volumétrico. De acordo com a localização de cada árvore medida dentro da parcela foram gerados mapas temáticos da distribuição espacial e do estoque de carbono total e por subparcela com a utilização do *software* de geoprocessamento ArcView 3.1. Os resultados mostraram que o volume total inicial estimado da parcela foi de 524 m<sup>3</sup>, aumentando em 36,4 m<sup>3</sup> durante oito anos e apresentando um IPA médio de 4,5 m<sup>3</sup>/ha.ano<sup>-1</sup>. Diferenças entre os valores de IPA decorreram das taxas de mortalidade e recrutamento constatados em cada período analisado. A análise do estoque de carbono revela que a parcela incorpora cerca de 1,5 tonelada de carbono anualmente e imobiliza atualmente cerca de 104 toneladas de carbono. Os mapas de carbono ilustraram uma distribuição heterogênea, concentrando altos valores em indivíduos de grande porte, mas pouco frequentes.

**Palavras-chave:** Incremento periódico anual (IPA); Biomassa; Mapas de carbono.

### **Abstract**

This study presents the results of volumetric estimate, biomass and carbon of a permanent sample plot placed in an Araucaria Forest fragment, constituent of “Long Term Ecological Program” (PELD), located in the Federal University of Paraná Experimental Station, in São João do Triunfo, Parana State, Brazil. The sample plot had 100 x 100 meters and inside it was subdivided in smaller samples plots of 10 x 10 meters. CBH data was collected by annual measurements, between 1995 and 2005, and data was analyzed in two years periods. From that data it was estimated basal area (square meters), volume (cubic meters), biomass (kilogram), carbon weight (kilogram) and periodic annual increment (PAI). By means of individual tree location in the sample plot, it was possible to make thematic maps about spatial distribution and the total carbon by each smaller sample (10 x 10 m) using the geoprocessing software ArcView 3.1. Results showed that the initial volume estimated was 524 m<sup>3</sup>, increasing 36,4 m<sup>3</sup> during 8 years with 4,5 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> of PAI (periodic annual increment). Differences among PAI values occurred because of mortality and recruitment taxes. Carbon stocks analysis shows that the plot incorporates about 1.5 tons yearly and fix at present about 104 tons of organic carbon. The carbon maps show a dissimilar distribution, concentrating high values in bulky trees.

**Keywords:** Periodic annual increment (PAI); Biomass; Carbon maps.

<sup>1</sup> Eng.<sup>a</sup> Florestal, Mestranda em Ciências Florestais, UFPR, karlasimone@gmail.com

<sup>2</sup> Eng. Florestal, M.Sc., Ph.D., Professor do Departamento de Ciência Florestais, UFPR, sanqueta@floresta.ufpr.br

<sup>3</sup> Eng.<sup>a</sup> Florestal, M.Sc., Engenheira da International Paper, rozaneloyolaaisfeld@hotmail.com

## Introdução

A cobertura vegetal original do Estado do Paraná, segundo suas regiões fitoecológicas, pode ser classificada em quatro biomas principais: Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa e Savana (IBGE, 1990).

A região fitoecológica da Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária caracteriza-se pela presença da espécie *Araucaria angustifolia* em associações diversificadas, as quais compreendem grupamentos de espécies com características próprias, formando estágios sucessionais distintos.

Em sua superfície original no Brasil, a Floresta Ombrófila Mista cobria cerca de 200.000 km<sup>2</sup>, ocorrendo principalmente nos Estados do Paraná (40% de sua área total), Santa Catarina (31%) e Rio Grande do Sul (25%) e como manchas dispersas no sul de São Paulo (3%) até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro, em áreas de altitudes elevadas (1%) (CARVALHO, 1994).

Ao longo do processo histórico de ocupação e formação do Estado do Paraná, que ocorreu de forma diferenciada no tempo e no espaço, assistiu-se a uma rápida eliminação de sua cobertura florestal, produto dos ciclos econômicos a que o Estado foi submetido, particularmente o da exploração da madeira, o do café e da soja. Após a Segunda Guerra Mundial houve o grande impulso da colonização e da atividade madeireira no Paraná, intensificando-se devido às exportações de pinho e do consumo local. A expansão agrícola, pecuária e a necessidade de madeira para a construção civil e lenha tiveram como base exatamente a existência de amplas reservas de *Araucaria angustifolia*, distribuídas nas regiões central, sul e oeste do Estado.

Ao final da década de 70, apenas 3.166 km<sup>2</sup> dos pinhais nativos haviam restado, ou seja, cerca de 4,3% da área originalmente coberta pela Floresta Ombrófila Mista no Paraná. Atualmente estima-se que os remanescentes florestais desta tipologia não ultrapassem os 2% da cobertura original.

Diante das consideráveis intervenções e dos contínuos desmatamentos que sofreu a Floresta com Araucária, e que contribuíram para a formação histórica e econômica na Região Sul do Brasil, sérias transformações ocorreram no estado original destas formações florestais. O caráter seletivo da exploração destas reservas reflete-se hoje

na perda do material genético para a reprodução, assim como perda de informações importantes sobre o comportamento ecológico da maioria das espécies da Floresta Ombrófila Mista.

A dinâmica de crescimento neste ecossistema ainda necessita ser explorado a fim de que informações atualmente muito demandadas sobre biomassa e seqüestro de carbono sejam disponibilizadas para conhecimento geral. Poucos são os estudos realizados em florestas naturais a respeito da contribuição de cada indivíduo ou população em relação à captura e fixação de carbono e como se dá a variação de biomassa nestes ecossistemas, principalmente quando se trata de um ecossistema que já sofreu ação antrópica, devido à dificuldade de se obter dados de biomassa e de conteúdo de carbono por métodos destrutivos. Segundo Sanquetta; Balbinot (2004), as estimativas de carbono devem ser baseadas em determinações e informações de outros estudos realizados geralmente de forma integrada aos estudos de biomassa, como o mapeamento e o inventário florestal.

Disto decorre a importância de desenvolver um estudo sobre o crescimento desta tipologia florestal. Por meio de uma avaliação intensiva e sistemática é possível obter conhecimentos detalhados em relação às florestas naturais, sejam elas primárias ou secundárias.

Assim, o presente estudo visa a efetuar uma análise do crescimento volumétrico de uma floresta natural, bem como conhecer o estoque total de biomassa e sua capacidade fixadora de carbono, disponibilizando mapas temáticos com a distribuição espacial desta variável dentro da área de estudo utilizando ferramentas de geoprocessamento.

## Materiais e métodos

### Descrição da área de estudo

Os dados utilizados para o desenvolvimento do presente estudo são provenientes de uma das quatro parcelas permanentes de inventário florestal integrantes do “Programa Ecológico de Longa Duração” (PELD), localizadas na estação experimental de São João do Triunfo - PR, da Universidade Federal do Paraná, na região centro-sul do Estado do Paraná, a 780 m de altitude, 25°34'18” de latitude S e 50°05'56” de longitude W. O presente trabalho apresenta as informações geradas

de uma das parcelas, a fim de detalhar as informações obtidas pela total aplicação da metodologia descrita.

O clima da região, segundo a Classificação Climática de Köppen, é caracterizado como tipo Cfb, clima sempre úmido com temperatura média inferior a 22°C durante o mês mais quente, sem estação seca, com verões frescos e mais de cinco geadas por ano. Este tipo climático é característico de áreas planas e superfície dos planaltos (MAACK, 1968).

A vegetação da região é denominada Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária. A composição florística deste tipo de vegetação é caracterizada pela associação da araucária com grupos diferenciados de espécies. Na região, apesar das ações antrópicas, a associação mais característica é a da araucária e imbuia (*Ocotea porosa*), que constitui o estágio mais avançado da Floresta Ombrófila Mista. Nesta, o pinheiro emerge no dossel superior acompanhado de algumas imbuias de grande porte, cujo segundo estrato é formado por um conjunto variado de espécies.

#### Descrição da vegetação da parcela

Esta parcela possui grande ocorrência de exemplares de grande porte da espécie *Ocotea porosa*, também conhecida como “Imbuia”. Esta parcela encontra-se em fase avançada no processo de reconstituição da floresta natural, apresentando grande semelhança com a floresta primária, principalmente, no que diz respeito à sua estrutura dimensional. Apresenta também diversos indivíduos da espécie *Araucaria angustifolia* e inúmeras outras espécies de folhosas, compondo uma formação florestal bastante diversificada.

#### Amostragem

A parcela permanente deste estudo compreende 1 hectare, de forma quadrada (100 x 100 metros), sendo seus limites demarcados com teodolito, piqueteada em seu interior e esquadrada com cordas de náilon em subparcelas de 10 x 10 metros. A identificação das espécies foi efetuada concomitantemente à primeira medição realizada (1995) e também nos anos posteriores foram identificadas as árvores ingressas em seu primeiro ano de medição.

Os dados foram coletados anualmente na parcela, onde todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10 cm foram medidas com fita métrica ou trena, cada árvore recebeu um número único incrementado de 1.000 unidades em relação ao ano anterior para diferenciar o ano de medição. As medições utilizadas neste estudo são às referentes aos anos de 1997, 1999, 2001, 2003 e 2005.

Desde o início das medições foi elaborado um croqui da disposição espacial de todas as árvores medidas na parcela, atualizado anualmente, sendo este posteriormente incorporado em um *software* de geoprocessamento (*ArcView* 3.1), no qual foram ilustradas as distribuições espaciais das árvores dentro da parcela.

#### Estimativas de volume

A partir dos dados de CAP, foram obtidos os valores de diâmetro (DAP) e área transversal de cada árvore medida. Com o uso de uma equação hipsométrica ajustada por Pizatto (1999) a partir de dados reais também tomados a campo, estimou-se a altura de todas as árvores das parcelas, cujo modelo utilizado foi:  $h = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{DAP}$ , sendo que os coeficientes  $\beta_0$  e  $\beta_1$  foram distintos para *Araucaria angustifolia* ( $\beta_0 = -2,231$  e  $\beta_1 = 4,75$ ) e para as demais espécies folhosas ( $\beta_0 = -21,284$  e  $\beta_1 = 10,951$ ). Este modelo estima altura em metros a partir da variável DAP dada em cm.

De posse das informações das alturas estimadas, também foi feita a estimativa do volume total com casca por meio da integração de um polinômio de 5.º grau, conforme o seguinte modelo utilizado por Pizatto (1999):

$$d_i = d \left[ \beta_0 + \beta_1 \frac{h_i}{h} + \beta_2 \left( \frac{h_i}{h} \right)^2 + \beta_3 \left( \frac{h_i}{h} \right)^3 + \beta_4 \left( \frac{h_i}{h} \right)^4 + \beta_5 \left( \frac{h_i}{h} \right)^5 \right]$$

Onde:

d=diâmetro (DAP) da árvore (cm);

h = altura total da árvore (m)

h<sub>i</sub> = comprimento de tora da árvore no diâmetro d<sub>i</sub>;

d<sub>i</sub> = diâmetro do fuste na altura h<sub>i</sub>.

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  e  $\beta_5$  = coeficientes ajustados.

Os coeficientes utilizados também são diferenciados para *Araucaria angustifolia* (1,21176; -3,8008; 17,367; -44,688; 54,559; -24,7) e para demais folhosas (1,2; -1,5098; 3,1739; 0,5433; -8,902; 4,8832).

### **Estimativas do peso verde e do peso seco**

O peso verde foi estimado pelo modelo matemático (Wendling, 1998), ajustado com dados provenientes da mesma região. O modelo utilizado, também utilizado em trabalhos anteriores na mesma área de estudo, foi selecionado entre outros, por apresentar as melhores estatísticas, possibilitando um ajuste satisfatório.

$$PV = \beta_0 + \beta_1 * dap^2 + \beta_2 * dap^2 h$$

Onde:

PV: peso verde (kg)  
dap: diâmetro a 1,30 m  
h: altura total

Com o peso verde estimado e o valor do teor de umidade médio, proveniente de dados obtidos em trabalhos anteriores, realizaram-se os cálculos peso seco utilizando a seguinte formulação descrita por Watzlawick (2003):

$$PS = PV (1 - Um)$$

Onde:

PS: Peso seco (kg);  
PV: Peso verde (kg);  
Um: teor de umidade (%).

Os teores de umidade utilizados foram diferenciados para *Araucaria angustifolia* (56,1%), canelas e imbuías (54,2%), e demais folhosas (55,2%).

### **Estimativas do estoque de carbono**

A partir de dados obtidos pelo método destrutivo, em trabalho anterior, e enviados para laboratório, obteve-se um teor médio de carbono para cada árvore, originando uma média por espécie.

Com o peso seco, obtido pela diferença entre peso verde e teor de umidade, e com

o teor médio de carbono, foi possível determinar a quantidade de carbono existente em cada árvore pela multiplicação destas duas variáveis. Desta forma estimou-se também o estoque de carbono para cada parcela, obtendo-se a quantidade de carbono por unidade de área (kg/ha).

Os teores de carbono utilizados foram diferenciados para *Araucaria angustifolia*, canelas e imbuías (41,38%) e demais folhosas (41,22%), pois segundo Watzlawick (2004), diferentes espécies apresentam diferentes teores de carbono. Como florestas naturais apresentam uma alta diversidade de espécies e a obtenção dos dados de teores de carbono é extremamente trabalhosa, adotou-se um valor médio para estas espécies por apresentarem médias aproximadas.

### **Mapas da distribuição espacial do peso de carbono por árvore e do estoque de carbono por subparcela**

Com base nos croquis de localização das árvores medidas anualmente foram gerados mapas temáticos da distribuição espacial do conteúdo de carbono dentro da parcela, utilizando o método de interpolação disponível no *software* de geoprocessamento *ArcView* 3.1, que possibilita vincular as informações espaciais das árvores (coordenadas) com os dados estimados, os quais referem-se ao ano de 2005, e efetuar a distribuição espacial da abrangência do conteúdo de carbono de cada árvore de acordo com a sua classe.

O mapa de conteúdo total de carbono por subparcela foi obtido pelo somatório dos valores em kg contidos dentro de cada subparcela (10 x 10 metros) e então separados por classes, as quais são representadas por tonalidades diferentes no mapa temático.

### **Resultados e discussão**

A partir das planilhas contendo as estimativas individuais de volume, peso verde (biomassa com umidade), peso seco (biomassa sem umidade) e carbono em cada ano analisado, foi gerado um quadro resumido contendo o somatório total do estoque destas variáveis na parcela, conforme mostra a Tabela 1.

**TABELA 1 – Resumo dos dados estimados de peso verde, peso seco, carbono, volume (por ano avaliado) e IPA em volume (período de 2 anos).**

Table 1 - Summary data of estimated green weight, dry weight, carbon, volume (per evaluated year) and volume of IPA (period of 2 years).

Ano	G/ha (m <sup>2</sup> )	Peso Verde (kg)	Peso Seco (kg)	Carbono (kg)	Volume (m <sup>3</sup> )	IPA (m <sup>3</sup> /ha.ano <sup>-1</sup> )
1997	44,99	525.805	236.238	97.648	524,57	
1999	45,69	535.316	240.484	99.403	534,30	4,87
2001	46,11	542.057	243.471	100.638	541,26	3,48
2003	47,33	554.040	248.754	102.817	552,07	5,40
2005	47,95	562.151	252.379	104.315	560,99	4,46

Como os valores de peso verde, peso seco e carbono são intimamente relacionados com o volume estimado, percebe-se a mesma variação entre os períodos analisados para todas as variáveis descritas. Os resultados do primeiro ano avaliado, ou seja, em 1997, mostraram um volume inicial de 524 m<sup>3</sup>, em seguida apresentando um incremento periódico anual de 4,87 m<sup>3</sup>/ha.ano<sup>-1</sup>, considerando o período de 2 anos. No último ano avaliado (2005),

percebeu-se que o volume total da parcela foi de 560,99 m<sup>3</sup>, totalizando uma incremento de 36,42 m<sup>3</sup> durante um período de 8 anos. Calculando-se a média de todos os IPAs constantes na Tabela 1, chegou-se a um valor de 4,55 m<sup>3</sup>/ha.ano<sup>-1</sup>, variando de um mínimo de 3,48 m<sup>3</sup>/ha.ano<sup>-1</sup> a 5,40 m<sup>3</sup>/ha.ano<sup>-1</sup>. A Figura 1 mostra graficamente a evolução do crescimento volumétrico da floresta a cada dois anos, durante oito anos de desenvolvimento.

**FIGURA 1 – Volume total (m<sup>3</sup>/ha) da parcela em cada ano de medição.**

Figure 1 - Plot total volume (m<sup>3</sup>/ha) in each year of measurement.



Conforme os valores apresentados na Tabela 2, entre os anos de 1997 e 1999, a diferença entre o número de árvores mortas e ingressas foi de apenas duas árvores. Já no período seguinte, que compreende os anos de 1999 e 2001, a mortalidade de árvores foi maior que o recrutamento. Levando em conta que a maioria das árvores que morrem possui diâmetros bem superiores

aos das árvores que ingressam, houve uma grande redução do estoque volumétrico durante este período, que foi em parte compensada pelo incremento anual das árvores remanescentes. Em consequência disso percebe-se que o valor do IPA para este período é o menor constatado entre os demais. O mesmo raciocínio pode ser utilizado para analisar o IPA do ano 2003, que foi o maior

de todos os períodos, com 5,40 m<sup>3</sup>/ha.ano<sup>-1</sup>. Neste período atingiu-se a maior taxa de recrutamento (6,73%) e a menor taxa de mortalidade (1,35%). Diante destes números, verifica-se que somente no período de 1999 a 2001 não houve um maior número de árvores ingressas do que de mortas. Os resultados apresentados na Tabela 2 são semelhantes, porém um pouco superiores aos reportados por Barth Filho (2002) que estudou o crescimento e a produção em Floresta Ombrófila Mista no município de General Carneiro – PR. Para um período de dois anos o autor encontrou uma taxa de mortalidade de 1,84 % e 5,03% para a taxa de recrutamento. No entanto, na sua área de estudo, o número de árvores inicial por hectare foi bem

inferior (403 árv./ha) ao do presente estudo (598 árv./ha).

A área basal da parcela, no primeiro ano analisado, apresentou um valor de 44,99 m<sup>2</sup>/ha, sendo considerado bastante elevado em uma floresta que já passou por processos exploratórios no passado. Barth Filho (2002) constatou uma área basal 25,71 m<sup>2</sup>/ha em um remanescente florestal que também já havia sofrido exploração. No entanto, o estudo desenvolvido por Sanquetta et al. (2003) comparando crescimento, mortalidade e recrutamento entre duas florestas de Araucária concluiu que diferentes áreas podem apresentar comportamentos diferentes e o possível determinante para isto é o histórico de uso das florestas no passado, além de fatores ambientais.

**TABELA 2 – Número de árvores, recrutamento e mortalidade da parcela.**

*Table 2 – Number, recruitment and mortality of trees of a plot.*

Período	N. árv. Vivas Início do período	N. árv. Vivas Final do período	Mortalidade		Recrutamento	
			Absoluta	Relativa (%)	Absoluto	Relativo (%)
1997-1999	598	600	12	2,01	14	2,34
1999-2001	600	594	24	4,00	18	3,00
2001-2003	594	626	8	1,35	40	6,73
2003-2005	626	633	15	2,40	22	3,51

Ainda analisando as variáveis da Tabela 1, a quantidade de carbono encontrada na parcela no último ano analisado foi de 104.315 kg. Isto significa que esta floresta no seu estado atual está imobilizando cerca de 104 toneladas de carbono em sua biomassa. Considerando os valores obtidos desde o período inicial da avaliação, percebe-se que a floresta está em estágio de desenvolvimento, portanto ainda é capaz de incorporar em sua biomassa mais de 1,5 tonelada de carbono anualmente.

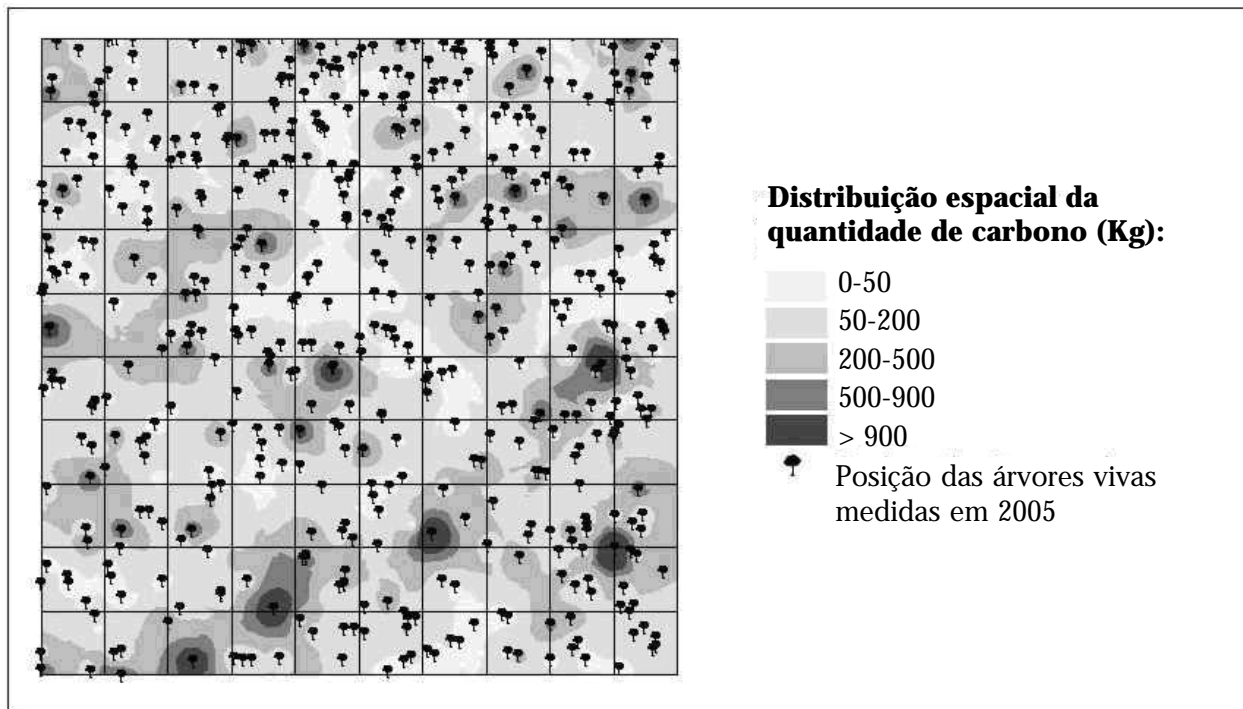
As variáveis peso verde, peso seco e a quantidade de carbono na biomassa florestal são totalmente proporcionais e dependentes entre si. Percebe-se que dos valores obtidos de peso verde, cerca de 45% refere-se ao peso seco (sem umidade) e 18,5% refere-se ao peso de carbono. No entanto, analisando o peso seco, pode-se dizer que cerca de 41% deste é o conteúdo de carbono.

Este estoque de carbono não se distribui homogeneamente em toda a área da parcela, pois os indivíduos de grande porte concentram os maiores estoques. A distribuição espacial do

estoque de carbono na parcela, no ano de 2005, é demonstrada pela Figura 2, onde se tem uma visão geral de como estas árvores estão distribuídas e de como a área da parcela é representada por elas, as quais foram classificadas de acordo com o seu conteúdo de carbono. Nota-se que o percentual da área total da parcela dominada por indivíduos incluídos na classe acima de 900 kg de carbono é pouco representativa, pois são poucas as árvores de contêm uma quantidade tão alta de carbono. As árvores das classes que variam entre 50 e 200 kg ou abaixo de 50 kg de carbono representam a maior extensão da área da parcela. Isto é normal em uma floresta natural, pois a distribuição diamétrica do tipo “J” invertido, característica de florestas naturais, indica que o número de árvores com pequenos diâmetros é sempre bastante elevado em relação ao número de árvores com grandes diâmetros. Sendo assim, como o estoque de carbono está relacionado com o volume individual, a distribuição espacial da área da parcela em relação ao conteúdo de carbono de cada árvore mostra-se coerente com a sua distribuição diamétrica.

**FIGURA 2 – Mapa da distribuição espacial do conteúdo de carbono das árvores medidas dentro da parcela.**

*Figure 2 - Map of the carbon content spatial distribution of the measured trees inside of the plot.*

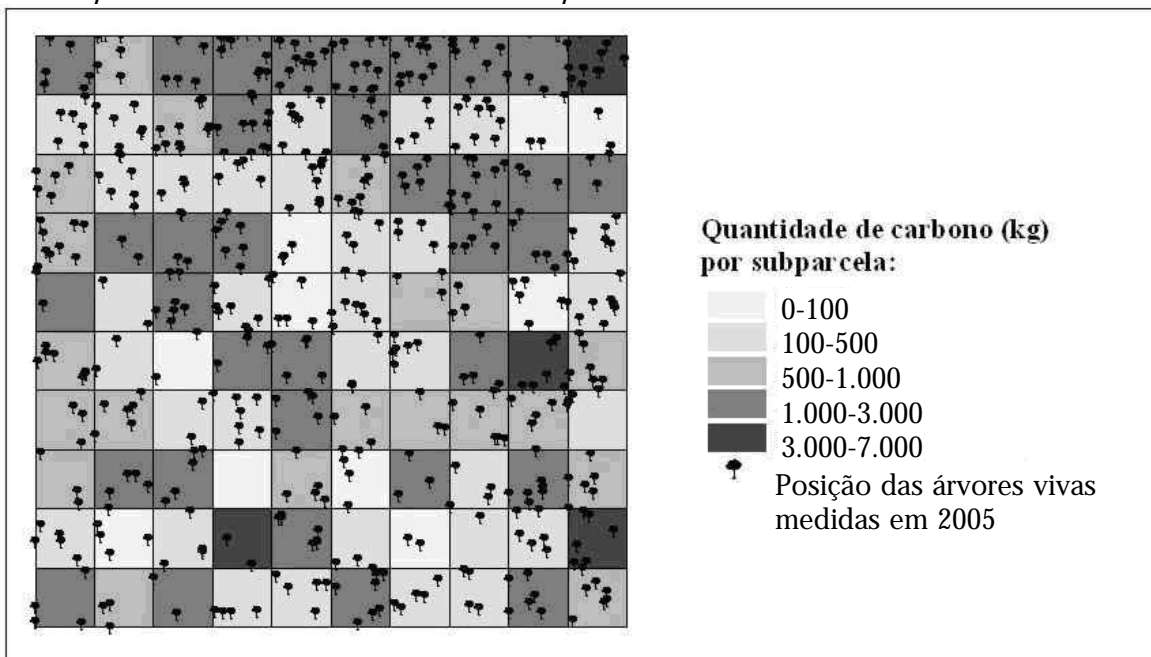


O mapa de conteúdo de carbono total por subparcela é representado pela Figura 3, onde se percebe que a quantidade de carbono é bem variável dentro da parcela. Cada subparcela equi-

vale a 0,01 hectare, ou seja, 100 m<sup>2</sup> e elas foram classificadas de acordo com o somatório do peso de carbono de todas as árvores pertencentes à respectiva subparcela.

**FIGURA 3 – Mapa do conteúdo total de carbono por subparcela.**

*Figure 3 - Map of the total carbon content for subplotl.*



Onde há maiores concentrações de árvores, como na porção superior, o estoque de carbono chega a ser superior a 1.500 kg por subparcela, e em áreas onde não existem grandes concentrações o alto estoque de carbono explica-se pela presença de indivíduos de grande diâmetro. Visualiza-se uma distribuição heterogênea, com predomínio de áreas com baixa concentração de carbono (classes 0 a 100 e 100 a 500 kg). Sendo que a parcela é dividida em 100 subparcelas, o resultado do mapeamento demonstra que 10% destas estão na primeira classe, 32% estão na segunda classe, 20% na terceira classe, 34% na quarta classe e 4% na quinta classe.

No estudo realizado por Watzlawick (2003), utilizando técnicas de sensoriamento remoto para mapeamento do carbono orgânico, foram encontrados resultados semelhantes em termos percentuais, fazendo a equivalência dos valores das classes entre os dois trabalhos. Apenas na terceira classe aqui apresentada (1.000 a 3.000 kg) os valores não são similares, pois observamos que esta apresentou uma frequência relativamente alta (34%). Porém o próprio autor afirma que os resultados podem variar de acordo com as condições de cada floresta e com a metodologia utilizada.

## Conclusões

A partir dos resultados deste trabalho, conclui-se que:

- A parcela estudada, caracterizada em estágio de sucessão avançado, mas que sofreu exploração seletiva no passado, apresenta um volume atual bastante elevado em relação a outros estudos realizados em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, devido principalmente à ocorrência de árvores de grande diâmetro;

- O incremento em volume manteve-se crescente durante todos os períodos analisados, entre os anos de 1997 e 2005, porém o incremento periódico anual teve variações que decorreram das taxas de recrutamento e mortalidade observadas durante os períodos analisados;

- A parcela atualmente mantém imobilizada grande quantidade de carbono em sua biomassa e continua incorporando cerca de 1,5 tonelada de carbono anualmente;

- A distribuição espacial do estoque de carbono dentro da parcela se dá de modo hetero-

gêneo, concentrando altos valores em indivíduos de grande porte ou em agrupamentos de várias árvores;

- O maior percentual da área da parcela é ocupado por classes de estoque de carbono com baixos valores, indicando que predominam árvores de menor diâmetro dentro da parcela, caracterizando, assim, a distribuição diamétrica do tipo "J" invertido;

- O mapeamento do estoque de carbono mostra-se uma ferramenta útil para saber como se dá a distribuição espacial dentro da parcela, podendo esta metodologia ser utilizada quando se tem a localização de cada árvore dentro de um limite fixo, como no caso dos censos florestais;

- Os resultados aqui apresentados podem variar para outras florestas de acordo com as condições de cada área de estudo, dependendo de seu estágio de sucessão, do histórico exploratório do local, qualidade do sítio, condições climáticas e metodologias de análise.

## Referências

BARTH FILHO, N. **Monitoramento do Crescimento e da Produção em Floresta Ombrófila Mista com Uso de Parcelas Permanentes**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, 2002.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e usos da madeira**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de pesquisas Florestais. Colombo: EMBRAPA – CNPF. Brasília: EMBRAPA – SPI. 1994. p. 640.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vegetação e geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1990. v. 2, p. 419.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: CODEPAR. 1968. p. 350.

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR: 1995 a 1998**. 170f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1999.



SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: \_\_\_\_\_. SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R.; ZILIO, M. A. B. **Fixação de carbono:** atualidades, projetos e pesquisas. Curitiba, PR: AM Impressos, 2004. p. 95 – 109.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; EISFELD, R. L. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze) no estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 5, n. 1, p. 101-112, 2003.

WATZLAWICK, L. F. **Estimativa de biomassa e carbono em Floresta Ombrófila Mista e plantações florestais a partir de dados de imagem do satélite IKONOS II.** 119f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003.

WATZLAWICK, L. F. et al. Teores de carbono em espécies da Floresta Ombrófila Mista. In: \_\_\_\_\_. SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R.; ZILIO, M. A. B. **Fixação de carbono:** atualidades, projetos e pesquisas. Curitiba: AM Impressos, 2004. p. 95 – 109.

WENDLING, J. L. G. **Modelos matemáticos de crescimento e de produção em biomassa para árvores de Euterpe edulis Mart. plantadas a céu aberto.** 171f. Dissertação (Mestrado) -Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 1998.

Recebido: 02/08/2004

Aprovado: 31/01/2005