

Teores de Carbono Orgânico de Seis Espécies Naturais do Ecossistema da Floresta Ombrófila Mista

Organic Carbon Contents in Six Native Species in the Araucaria Forest Ecosystem

Karla Simone Weber¹

Rafaelo Balbinot²

Luciano Farinha Watzlawick³

Carlos Roberto Sanquetta⁴

Resumo

Muitas vezes o estoque de carbono de uma floresta é estimado com a aplicação de equações matemáticas que utilizam os teores de carbono para um determinado grupo de espécies. No entanto, isto só é possível se não houver diferenças significativas entre os teores de carbono destas espécies. Neste contexto, o presente trabalho visa analisar estatisticamente os teores de carbono de seis espécies nativas da Floresta Ombrófila Mista, na região sul do estado do Paraná. Foram feitas análises de variância entre os teores de carbono das espécies *Myrsine ferruginea* (Ruiz & Pav.) Spreng. (capororoca), *Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso (imbuia), *Mimosa scabrella* Benth. (bracatinga), *Styrax leprosus* Hook & Arn. (carne-de-vaca), *Symplocos uniflora* (Pohl) Benth. (maria-mole) e *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate) para verificar se existe variação estatisticamente significativa entre espécies, entre as mesmas partes (casca, fuste, folhagem, galho vivo, galho morto e miscelânea) de diferentes espécies e entre diferentes partes da mesma espécie. Os resultados revelam que a folhagem de *Styrax leprosus* foi a única que se diferenciou das demais, pois possui um baixo teor de carbono. Em todas as outras partes não houve diferenças em função da espécie. A análise entre partes da mesma espécie, revelou que existem padrões diferentes

¹ Eng Florestal, Mestranda em Ciências Florestais, UFPR, karlasimone@gmail.com;

² Eng. Florestal, M. Sc. Doutorando em Ciências Florestais, UFPR, rbalbinot@yahoo.com.br;

³ Prof. Adjunto do Departamento de Agronomia da Unicentro, farinha@unicentro.br; lwatzlawick@yahoo.com.br; luciano.watzlawick@pq.cnpq.br;

⁴ Prof. Adjunto do Departamento de Ciências Florestais da UFPR, sanqueta@floresta.ufpr.br.

Recebido para publicação em 20/08/2005 e aceito em 10/09/2006

Ambiência	Guarapuava, PR	v.2 n.2	p. 167-177	jul/dez	2006	ISSN 1808 - 0251
-----------	----------------	---------	------------	---------	------	------------------

para cada espécie, mas que a porção folhagem sempre concentra os maiores teores de carbono. Desconsiderando a separação em diferentes partes, não houve diferença estatística entre os teores de carbono quando comparados os valores médios de cada espécie.

Palavras-chave: espécies nativas; fixação de carbono; análise de variância.

Abstract

The carbon stock of a forest is generally estimated by the application of mathematical equations that use carbon contents for a specific group of species. However, this is only possible if there are not significant differences among the carbon contents of these species. In view of this, the present work intends to evaluate statistically the carbon contents of the following six native species of Araucaria Forest, from Southern Paraná State, Brazil, *Myrsine ferruginea* (Ruiz & Pav.) Spreng., *Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso, *Mimosa scabrella* Benth., *Styrax leprosus* Hook & Arn, *Symplocos uniflora* (Pohl) Benth. and *Ilex paraguariensis* St. Hil. The objective is to verify if there is statistically significant variation among the species and among the same parts (bark, bole, foliage, live branch, dead branch and miscellany) of different species and among the different parts of the same species. The results reveal that the foliage of *Styrax Leprosus* is the only one that differentiates from the others, as it presents low carbon content. As for all the other parts, there are no differences in terms of species. The analysis among the parts of the same species revealed that there are different patterns for each species; however the portion foliage always concentrates the highest carbon content. Disregarding the division between parts, there was no statistical difference among the carbon contents when compared to the medium values of each species.

Key words: native species; carbon fixation; analysis of variance.

Introdução

A importância do conhecimento acerca do potencial armazenador de carbono através de sumidouros naturais é inegavelmente relevante, pois a partir destas informações serão elaborados novos projetos de florestamento ou reflorestamento, procedimentos visados para a mitigação das mudanças climáticas.

De acordo com o Protocolo de Quioto, para o primeiro período de compromisso 2008-2012, os países com compromisso de reduções de emissões de Gases de Efeito Estufa (União Européia, Austrália, Rússia, China, entre outras),

devem reduzir suas emissões em 5,2%, abaixo dos níveis observados em 1990 (Rocha, 2003). Isso significa uma considerável responsabilidade para com as florestas naturais, pois as mesmas são um depósito de carbono, e o conseqüente desmatamento através de incêndios florestais ou exploração irracional, causariam uma grande liberação do CO₂ para a atmosfera (ROCHADELLI, 2001). Isto poderia acarretar grandes prejuízos às partes em questão, uma vez que a liberação deste estoque pode resultar na necessidade de compra de Certificados de Emissões Reduzidas (CER's).

Conforme Graedel e Crutzen, citados por Rezende (2002), de todos os componentes do balanço de carbono global, os mais difíceis de serem quantificados são os componentes naturais, pois estes processos ocorrem sobre grandes áreas e são pouco acessíveis, além de apresentarem variações decorrentes de mudanças na temperatura e composição de espécies, entre muitas outras. As formações vegetais desempenham importante papel no ciclo global do carbono, pois armazenam em sua biomassa aérea e subterrânea mais carbono do que o existente na atmosfera.

No entanto, a floresta atua como um sumidouro de carbono somente quando é manejada sustentavelmente (MATTHEWS e ROBERTSON, 2002). Segundo Balbinot et al. (2001), o florestamento, reflorestamento e o manejo otimizado das florestas são excelentes métodos mediante os quais, o carbono atmosférico pode ser retirado da atmosfera.

Desde que a Convenção do Clima da ONU entrou em vigor em 1994, as partes componentes do quadro têm se reunido para discutir o assunto, e tentar encontrar soluções práticas para amenizar os efeitos das ações antrópicas sobre os fatores que causam as mudanças climáticas.

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve por objetivo:

Analisar por meio de análise de variância os teores de carbono entre as diferentes partes consideradas das árvores analisadas, quais sejam madeira, casca, folhas, galho vivo, galho morto e miscelânea, entre todos os indivíduos das espécies estudadas;

Avaliar as diferenças estatísticas nos teores de carbono existentes nas partes consideradas, dentro cada espécie analisada;

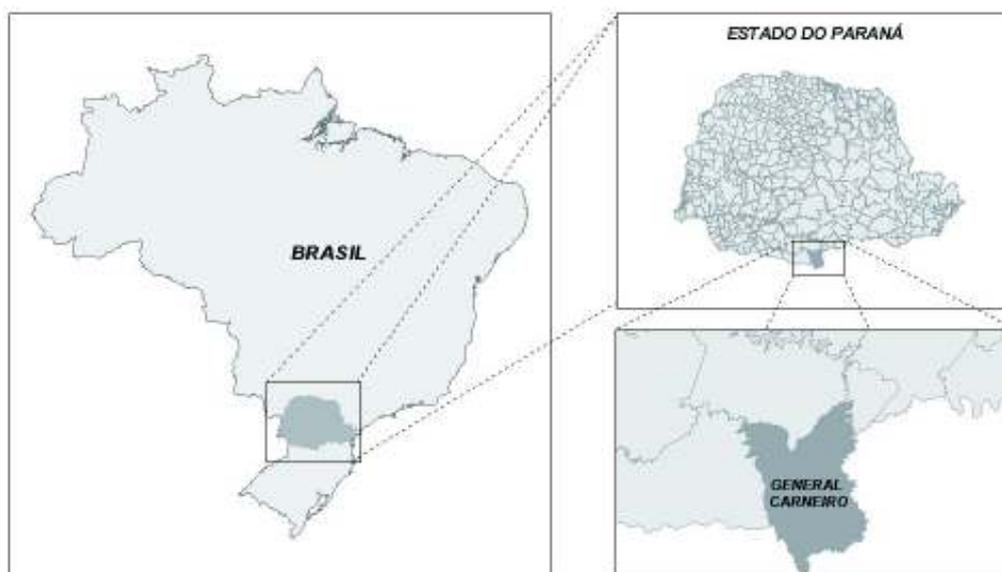
Fazer análise estatística comparativa dos teores médios de carbono entre as diferentes espécies.

Material e Métodos

Caracterização da Área

A área de estudo localiza-se entre as coordenadas geográficas 26° 20' 35" e 26° 26' 13" Lat. Sul, e 51° 19' 49" e 51° 25' 29" Long. Oeste, no município de General Carneiro, região sul do estado do Paraná, conforme a localização do município pode ser visualizada na figura 1. A propriedade pertence às Indústrias Pedro N. Pizzatto Ltda. E possui uma área total de 4.210,75 hectares.

Figura 1. Localização do município onde se encontra a área de estudo



O clima da região, conforme classificação de Köppen é caracterizado como Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb), tendo os verões frescos e os invernos com a ocorrência de severas geadas, não possui estações secas. As médias das temperaturas dos meses mais quentes é inferior a 22°C e a dos meses mais frios superior a 18°C (PARANÁ, 1987; IAPAR, 1994).

Conforme Boletim de Pesquisa (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. As características topográficas dividem-se em plano, ondulada e montanhosa, sendo a ultima de maior predominância (EMBRAPA, 1999).

A vegetação natural refere-se a Floresta Ombrófila Mista ou floresta com araucária (IBGE, 1992), domínio da Mata Atlântica, a qual cobria originalmente cerca de 200.000 km² em todo o Brasil, ocorrendo no Paraná (40% de sua superfície), Santa Catarina (31%) e Rio Grande do Sul (25%) e em manchas esparsas no sul do estado de São Paulo (3%), adentrando até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%) (CARVALHO, 1994).

Metodologia

O presente estudo foi desenvolvido com dados dos teores de carbono de seis espécies florestais naturais da Floresta Ombrófila Mista, com diferentes números de indivíduos, sendo: seis árvores de *Myrsine ferruginea* (Ruiz & Pav.) Spreng. (capororoca) da família Myrsinaceae, três de *Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso

(imbuia) da família Lauraceae, três de *Mimosa scabrella* Benth. (bracatinga) da família Fabaceae, quatro de *Styrax leprosus* Hook & Arn. (carne-de-vaca) da família Styracaceae, quatro de *Symplocos uniflora* (Pohl) Benth. (maria-mole) da família Symplocaceae e quatro árvores de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate) da família Aquifoliaceae. O número amostrado de árvores por espécie foi definido de acordo com a ocorrência das mesmas dentro dos limites da área de estudo, mas suficiente para realizar análises estatísticas.

A seleção das árvores amostradas em cada espécie foi realizada considerando árvores de diferentes diâmetros, conforme mostra a tabela 1. A idade não foi considerada no presente estudo.

Tabela 1. Amplitude e média dos diâmetros das árvores analisadas por espécie

Espécie	DAP mínimo(cm)	DAP médio(cm)	DAP máximo(cm)
Capororoca miúda	10,7	17,1	37,1
Erva-mate	5,4	12,5	23,7
Imbuia	11,8	50,3	85,9
Maria-mole	11,0	15,2	22,0
Bracatinga	22,7	29,2	35,5
Carne-de-vaca	9,7	16,4	26,6

Depois de cortar cada árvore, os componentes da biomassa foram separados em fuste, galhos vivos, galhos mortos, folhas e miscelânea (flores, frutos, sementes). Estes foram pesados separadamente utilizando-se balança com capacidade para 100 kg, obtendo-se o peso verde da biomassa para cada componente.

Para a amostragem do fuste (madeira e casca) de todas as espécies, procedeu-se a retirada de discos com aproximadamente 10 cm de altura em dois pontos, na base do fuste a 50 cm acima do nível do solo, e na ponta do fuste 50 cm abaixo do ponto de inversão morfológica. A casca amostrada foi retirada dos discos de onde se obtiveram as amostras de madeira.

Nas amostragens de galhos vivos e galhos mortos, foram retiradas 4 amostras de galhos vivos e 4 amostras de galhos mortos quando existentes em vários diâmetros e em várias alturas da copa. Para as folhas, foram retiradas 3 amostras com aproximadamente 200g na ponta, meio e base da copa. A miscelânea foi obtida a partir de todo material que não se enquadrava nas partes consideradas da árvore, obtendo-se também peso seco e úmido, bem como o teor de carbono.

Todas essas amostras foram pesadas no campo em balança mecânica com precisão de 1g para posterior determinação, em laboratório, do teor de umidade, o qual foi obtido pela secagem do material em estufa até atingir o peso constante e em seguida pesado. Por fim, obteve-se o teor de umidade pela diferença entre o peso verde e o peso seco.

As análises químicas para determinação de carbono orgânico foram realizadas pelo método de oxidação do carbono da amostra por dicromato em meio ácido, com titulação do Cr6+ em excesso, conforme descrito por Tedesco et al. (1995) e Miyazawa et al. (1999). Estas determinações foram realizadas pelo Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul.

Os dados dos teores de carbono (%) foram analisados com o software Estatística, por meio de análises de variância para os teores de carbono de três diferentes maneiras: análise dos teores de carbono entre partes de diferentes espécies. Exemplo: folhagem de *Myrsine ferruginea* x folhagem de *Ocotea porosa*; análise dos teores de carbono entre partes da mesma espécie. Exemplo: folhagem de *Myrsine ferruginea* x fuste de *Myrsine ferruginea*; análise dos teores médios de carbono entre espécies. Exemplo: teor médio de carbono de *Ilex paraguariensis* x teor médio de carbono de *Styrax leprosus*.

Para todos os tipos de análise utilizou-se também o teste de comparação de médias de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, quando o resultado da análise de variância revelou haver diferenças significativas entre as variáveis consideradas.

O critério de verificação de diferenças significativas para as análises de variância foi a comparação do valor de F observado, obtido pela divisão do quadrado médio do tratamento pelo quadrado médio do erro, com o valor de F calculado, obtido em uma tabela com entrada pelo número de graus de liberdade do tratamento e do erro, ao nível de probabilidade desejada. Se o valor de F observado for inferior ao valor do F calculado, não há diferença significativa, caso contrário, existem diferenças estatisticamente significativas.

Resultados e Discussão

Análise entre Partes das Diferentes Espécies

Na avaliação dos teores de carbono entre as respectivas partes das espécies, a análise de variância revelou que não existem diferenças significativas entre as mesmas partes de diferentes espécies, com exceção da folhagem, que apresentou diferença altamente significativa. A tabela 2 apresenta os resultados de F observados e tabelados, a 1% e 5% de probabilidade, para todas as análises efetuadas.

Tabela 2. Resultados do teste de “F” pela análise de variância dos teores de carbono (%) entre diferentes partes das diversas espécies

	Fuste	Casca	Folhagem	Galho Vivo	Galho Morto	Miscelânea
F observado	0,82	1,07	5,03	1,72	0,32	1,66
F tabelado (5%)	2,77	2,77	2,77	2,77	3,48	2,85
F tabelado (1%)	4,25	4,25	4,25	4,25	6,06	4,44

Utilizando o teste Tukey, foi verificado quais espécies apresentaram tal diferença, e constatou-se que a diferença ocorre no teor de carbono da folhagem da espécie *Styrax leprosus*, a qual se mostrou diferente de *Myrsine ferruginea* e *Ocotea porosa*. Conforme mostra a tabela 2, o teor médio de carbono na folhagem de *Styrax leprosus* é de 41,4%, ou seja, é a espécie que apresenta menor concentração deste elemento em sua folhagem.

Tabela 3. Média dos teores de carbono (%) nas folhas das espécies estudadas e comparadas entre elas por teste Tukey

Espécie	Médias ordenadas (%)	Comparações entre as médias	
<i>Myrsine ferruginea</i>	46,1	A	
<i>Ocotea porosa</i>	45,8	A	
<i>Mimosa scabrella</i>	44,9	A	B
<i>Ilex paraguariensis</i>	44,4	A	B
<i>Symplocos uniflora</i>	42,7	A	B
<i>Styrax leprosus</i>	41,4		B

Para a interpretação da tabela 3, vale lembrar que médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si. As demais espécies (*Ilex paraguariensis*, *Symplocos uniflora* e *Mimosa scabrella*) não apresentaram diferenças significativas quando comparadas com qualquer outra espécie. Também em relação às outras partes analisadas (fuste, casca, galho vivo, galho morto e miscelânea), o valor de “F” observado se manteve abaixo do valor tabelado, indicando igualdade estatística.

Análise entre Partes da Mesma Espécie

Quando efetuada a comparação dentro das espécies, ou seja, entre as diferentes partes de uma mesma espécie, observaram-se variações significativas em todas as análises, com exceção das análises efetuadas na espécie *Styrax leprosus*. A tabela 4 apresenta todos os resultados dos valores de F observados pelas análises de variância e também de F tabelados a 5% e a 1% de probabilidade, permitindo comparar o nível de significância de cada análise.

Para a *Ilex paraguariensis* a análise de variância apresentou significância ao nível de 5% de probabilidade. Ao aplicar o teste Tukey, constatou-se que a variação ocorre entre as partes miscelânea e folhagem, sendo que a primeira parte apresenta menor teor (38,4%) e a última apresenta maior teor (44,4%). O mesmo ocorre com a *Mimosa scabrella*, apresentando significância ao nível de 5% de probabilidade para a análise de variância, sendo as diferenças constatadas pelo teste Tukey entre as partes casca (37,2%) e folhagem (44,9%).

Para *Myrsine ferruginea*, os resultados revelaram grande heterogeneidade no teor de carbono entre partes, sendo que a análise de variância resultou no valor

de F observado de 15,61. A porção folhagem apresentou-se diferente de todas as demais partes comparadas (fuste, galho vivo, galho morto, casca e miscelânea) ao nível de probabilidade de 1%. Também entre as partes galho vivo e miscelânea houve diferença com 5% de probabilidade.

Tabela 4. Resultados do teste de F pela análise de variância dos teores de carbono (%) entre partes na mesma espécie

	F Observado	F Tabelado 5%	F Tabelado 1%
<i>Ilex paraguariensis</i>	3,63	3,11	5,06
<i>Mimosa scabrella</i>	3,21	3,11	5,06
<i>Myrsine ferruginea</i>	15,52	2,76	4,18
<i>Ocotea porosa</i>	3,05	3,48	5,99
<i>Styrax leprosus</i>	0,84	2,81	4,34
<i>Symplocos uniflora</i>	4,73	2,81	4,34

A espécie *Ocotea porosa* apresentou homogeneidade entre as partes quando aplicada a análise de variância, porém o teste Tukey indicou variação significativa entre as partes folhagem e galho vivo, com 5% de probabilidade. Por fim, a análise de variância realizada para *Symplocos uniflora* indicou diferença significativa entre as partes, sendo comprovada pelo teste Tukey que estas ocorrem entre as partes folhagem e miscelânea, e entre fuste e miscelânea.

Análise entre Espécies

Direcionando a análise para avaliação entre espécies, considerando o teor médio das diferentes partes da árvore, a análise de variância revelou-se não significativa, com o valor de F observado de 2,14 e o F tabelado de 2,29 para 5% de probabilidade, conforme mostra a tabela 5. Isto significa que, quando considerado o teor médio total de carbono para cada espécie, não existe diferença estatisticamente significativa entre estas.

Tabela 5. Resultados do teste de F pela análise de variância dos teores de carbono entre as espécies, considerando seu teor médio

	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F Observado	F Tabelado 5%
Tratamento	5	92,3415	18,4683	2,1423	2,29
Erro	127	1094,833	8,62073		

Considerando todas as espécies estudadas, foram cortadas 24 árvores, que originaram respectivos 133 valores de teor de carbono, correspondentes às determinações de carbono orgânico nas diferentes partes de cada árvore. A tabela 6 apresenta os teores médios de carbono de cada porção das espécies estudadas e

também sua média geral. Nas espécies *Ilex paraguariensis* e *Myrsine ferruginea* não há dados referente à porção galho morto, pois os indivíduos abatidos não apresentavam tal porção.

Pode se observar na tabela 6 que, entre todas as espécies, a porção das árvores que apresenta o maior teor de carbono é a folhagem (44,2%), e na porção miscelânea se encontrou a menor concentração (39,3%).

Tabela 6. Teores médios de carbono orgânico (%) nas diferentes partes das espécies estudadas

Espécie	Casca	Folhagem	Fuste	Galho morto	Galho vivo	Miscelânea	Média
<i>Ilex paraguariensis</i>	40,0	44,4	42,1	-	41,4	38,4	41,3
<i>Mimosa scabrella</i>	37,2	44,9	41,3	41,9	40,9	39,9	41,0
<i>Myrsine ferruginea</i>	42,1	46,1	41,2	-	42,2	39,6	42,2
<i>Ocotea porosa</i>	41,1	45,8	42,8	42,7	37,3	40,9	41,8
<i>Styrax leprosus</i>	37,7	41,4	40,7	41,8	39,2	38,9	39,9
<i>Symplocos uniflora</i>	38,7	42,7	42,2	42,3	40,2	38,0	40,7
Média (%)	39,5	44,2	41,7	42,2	40,2	39,3	41,2

Rochadelli (2001), ao estudar a estrutura de fixação de carbono em reflorestamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham), conclui que diferentes classes sociais apresentam diferentes concentrações dos constituintes fundamentais e acidentais da biomassa tanto da madeira quanto da casca na espécie estudada, sendo que a concentração de carbono pode variar em torno de 40 a 45 % da biomassa seca total. Considerando a média dos teores desta espécie no presente estudo, percebe-se que o valor está de acordo com o que o autor declarou. No entanto, ao analisar as diferentes partes de *Mimosa scabrella* percebe-se que existem partes das árvores com menos reconcentrações, como a casca que apresentou 37,2% de carbono.

Watzlawick et al. (2004) estudaram o teor carbono orgânico em diversas espécies da Floresta Ombrófila Mista Montana, inclusive das espécies analisadas neste trabalho. Os autores encontraram resultados bastante semelhantes nos teores de carbono destas espécies, com variações que chegaram a no máximo a 1% (em *Styrax leprosus*). No entanto, os mesmos autores concluem que os teores de carbono podem variar de acordo com a idade e o tamanho das árvores.

Weber et al. (2003) analisaram os teores de carbono orgânico em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., em diferentes idades, encontrando os seguintes teores médios: fuste (44,1%), folhagem (44,0%), galho morto (42,9%), galho vivo (41,7%), raiz (40,5%) e casca (40,1%). Comparando estes resultados com os valores médios para todas as espécies obtidos no presente trabalho, verificam-se percentuais médios de teores de carbono muito semelhantes, com exceção do fuste, onde ocorreu uma diferença de 2,4%.

Em relação à média por espécie, percebe-se que não há grandes variações entre os teores médios, com o valor mínimo encontrado em *Styrax leprosus* (39,9%) e o valor máximo em *Myrsine ferruginea* (42,2%), sendo estas diferenças não significativas estatisticamente.

Conclusões

A partir dos resultados deste trabalho conclui-se que:

A parte da folhagem de todas as espécies estudadas concentra o maior teor de carbono orgânico quando comparado às outras partes das árvores (casca, fuste, galhos vivo, galhos mortos e miscelânea);

A espécie que apresenta maior teor médio de carbono é *Myrsine ferruginea* (42,2%) e a que apresentou menor teor médio de carbono orgânico foi *Styrax leprosus* (39,9%);

A folhagem da espécie *Styrax leprosus* apresenta os menores teores de carbono, sendo considerado um valor baixo quando comparado aos teores das demais espécies;

As análises das espécies avaliadas, observou-se que somente a espécie *Styrax leprosus* não apresentou diferença significativa em nenhum dos testes aplicados entre suas partes;

A espécie que apresentou maior heterogeneidade no percentual médio de carbono entre suas partes foi *Myrsine ferruginea*, pois a folhagem se mostrou diferente de todas as demais partes, apresentando maior percentual médio (46,1%);

Na aplicação da análise de variância entre espécies, desconsiderando a separação entre partes, não ocorreu diferença significativa entre nenhuma das espécies analisadas.

Como neste estudo não foram consideradas as idades e tamanhos das árvores, recomenda-se que outros estudos sejam consultados para verificação da influência destes fatores na variação dos teores de carbono em espécies nativas.

A partir dos resultados obtidos neste trabalho conclui-se que, utilizando análises de variância para verificar variações estatisticamente significativas nos teores de carbono entre espécies e entre partes das árvores, é possível considerar um valor médio por espécie, por grupo de espécies, ou mesmo por partes de uma espécie.

Referências

BALBINOT, R.; SCHUMACHER, M. V.; IENSEN, E. A. M.; HERNANDES, J. I. Determinação da Quantidade de Carbono Orgânico na Biomassa Aérea e Subterrânea de um Povoamento de *Pinus taeda*, com 10 anos de Idade, na Região de Cambará do Sul, RS. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DE NOVA PRATA, 8., 2001, Nova Prata. Anais...Nova Prata, RS:[s.n.], 2001. p. 454-457.

BOLETIM DE PESQUISA, Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina: [s.n.], n. 27, t. 1 e 2, 1984.

CARVALHO, P.E.R. *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Brasília: EMBRAPA-CNPQ; EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.

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

IAPAR. *Cartas Climáticas básicas do Estado do Paraná*. Londrina:[s.n.] 1994. 49p. (Documentos;18)

IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro: [s.n.] 1992. 92p.

MATTHEWS, R; ROBERTSON, K. Wood energy, carbon sinks and global climate change. *UNASYLVA*, Roma, vol. 53, n. 211, p.22, 2002.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.; MURAOKA, T.; CARMO, C.A.F.S.; MELLO, W.J. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p.171-223, 370p.

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

REZENDE, A. V. *Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um Cerrado Sensus Stricto submetido a diferentes distúrbios por desmatamento*. Curitiba, 2002. 243 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná.

ROCHA, M. T. *Aquecimento Global e o Mercado de Carbono: uma aplicação do modelo CERT*. São Paulo, 2003. 196 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade de São Paulo.

ROCHADELLI, R. *A estrutura de fixação dos átomos de carbono em reflorestamentos: Estudo de caso: Mimoso scabrella Bentham, bracatinga*. Curitiba, 2001.86 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. *Análise de solos, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: UFRG, Departamento de Solos/ Faculdade de Agronomia, Boletim Técnico, 5. 1995. 174p.

WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; SANQUETTA, C. R.; CALDEIRA, M. V. W. 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.

WEBER, K.S.; SANQUETTA, C. R.; MELLO, A. A.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R. Variação nos teores de carbono orgânico em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *Brasil Florestal*, nº 76. IBAMA, Brasília, 2003. p. 23-28.