

RELAÇÕES INDIVIDUAIS DE BIOMASSA E CONTEÚDO DE CARBONO EM PLANTAÇÕES DE *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* E *PINUS TAEDA* NO SUL DO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL

Individual biomass and carbon content in Araucaria angustifolia and Pinus taeda plantations in southern Parana state, Brazil

Carlos Roberto Sanquetta*
Luciano Farinha Watzlawick**
Mauro Valdir Schumacher***
Anabel Aparecida de Mello****

Resumo

O papel das florestas na fixação de carbono atmosférico tem se constituído em uma questão ambiental muito debatida nos últimos anos. Entretanto, ainda são poucos os estudos realizados com a finalidade de quantificar a participação das florestas neste importante processo ecológico. Possivelmente, as razões para isto estão atreladas à grande dificuldade intrínseca de se quantificar a biomassa das florestas, à complexidade dos fenômenos correlacionados com a fixação de carbono e ao fato deste tema ser ainda pouco estudado pela ciência. O presente artigo tem o propósito de apresentar resultados de um estudo sobre as relações individuais de biomassa e conteúdo de carbono em árvores de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* plantadas em General Carneiro, sul do Estado do Paraná, Brasil. As relações foram estudadas considerando, em separado, diversas partes componentes da parte aérea e radicular de árvores de várias idades. Em geral, o ajuste de equações de biomassa foi muito satisfatório para a variável Peso do Fuste, enquanto que para as demais variáveis os resultados de ajuste foram apenas razoáveis. No presente estudo, foi encontrado um modelo mais adequado para cada relação dimensional, contudo pode-se dizer que em geral o modelo 7 (Tabela 1) foi o melhor para *Pinus taeda*, enquanto o 4 foi mais satisfatório no caso de *Araucaria angustifolia*. Os estudos de carbono evidenciaram a existência de relações lineares (sem intercepto), consistentes entre o peso verde da biomassa e o peso do carbono contido nas diversas partes das árvores, indicando a inexistência de variação no percentual de carbono com o tamanho da árvore e com a sua idade.

Palavras-chave: Araucária, Biomassa, Carbono, Pinus.

* Professor Adjunto, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná.
E-mail: sanqueta@floresta.ufpr.br

** Professor Substituto, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná.
E-mail: luciano_farinha@uol.com.br

*** Professor Adjunto, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria.
E-mail: schuma@ccr.ufsm.br

**** Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
E-mail: anabel@floresta.ufpr.br

Abstract

The role of forests in carbon sink to the atmosphere is becoming an important environmental issue in the last years. However, few studies have been carried out to quantify the participation of forests in this ecological process. Perhaps, the reasons are the great difficulties in assessing forest biomass, the complexity of such phenomena and the only recent advances in this important research field. This paper deals with biomass variables and their relationship with carbon content through correlation and mathematical model fitting to estimate fresh weight of trunk, foliage, living and dead branches, and root of pine and araucaria trees growing in plantation conditions. Data for this study came from forest plantations in southern Parana State, southern Brazil. Correlation were evaluated and seven biomass models were tested, relating fresh weight to tree dbh and height. In general, fitting was very satisfactory for trunk weight as the dependent variable, whereas for the others the results for goodness of fit were only reasonable. In this study, it was found a best fitting model for each dependent variable considered, but it can be said than in general model 7 (Table 1) was the most satisfactory for pine and model 4 was the best for araucaria. The carbon content studies revealed the existence of a consistent linear relation (without intercept) between fresh weight of biomass and carbon weight for the trees analyzed. This indicated that carbon amount in percentage may not vary with tree size and age.

Keywords: Araucaria, Biomass, Carbon, Pine.

Introdução

O papel das florestas na captura de gás carbônico tem recebido muita ênfase nos últimos anos. Entretanto, estudos científicos sobre o estoque e a dinâmica de carbono em florestas ainda são escassos. Poucos trabalhos foram realizados para espécies florestais brasileiras e espécies exóticas plantadas no Brasil.

A inexistência de trabalhos sobre este assunto se deve, em grande parte, ao imenso trabalho que demandam os estudos de biomassa florestal e ao fato deste tema ser ainda recente.

Este trabalho teve como objetivo apresentar resultados de uma pesquisa sobre biomassa e conteúdo de carbono em diferentes partes com-

ponentes de árvores das espécies *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* plantadas em condições de povoamento, ou seja, em plantios puros. O presente documento enfoca o ajuste de equações por regressão para estimar variáveis de biomassa em função de variáveis ordinárias de inventário florestal e conteúdo de carbono a partir da biomassa verde.

Revisão de literatura

A emissão contínua de gases de efeito estufa pela sociedade industrializada, pelas atividades rurais e por ações naturais tem gerado preocupação muito grande à comunidade científica, à mídia e à população de forma geral. A grande preocupação concentra-se na hipótese de que estas emissões causarão grandes cataclismas em função do aquecimento global e das mudanças climáticas decorrentes do processo.

Segundo Lima et al. (1999), os gases estufa mais importantes incluem vapor d'água, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, óxidos de nitrogênio, ozônio troposférico, monóxido de carbono e clorofluorcarbonetos. Segundo os autores, entre os processos envolvidos em atividades agropecuárias que contribuem para o aumento de gases de efeito estufa estão o desflorestamento, a queima de biomassa, o cultivo de arroz inundado, o uso de fertilizantes e a pecuária. O desflorestamento e a queima de biomassa provocam aumento do monóxido de carbono e do dióxido de carbono na atmosfera. Exatamente por isso é que muita atenção tem sido dada ao papel das florestas e das árvores como retentores de carbono, sejam como fixadores ou sumidouros destes compostos carbônicos. Por esta razão, cresce o interesse em reflorestar e/ou manter áreas florestais intactas para amenizar o problema do aquecimento global e os demais problemas inerentes ao efeito estufa.

Muito tem sido especulado, mas ainda pouco tem sido efetivamente comprovado sobre a real capacidade de acúmulo de carbono pelas árvores. Por exemplo, é comum a generalização de que o teor de carbono representa 50% da biomassa seca Foster Brown et al. (1992). Entretanto, autores como Higuchi e Carvalho Jr. (1994) têm mostrado que embora os valores possam ser próximos desta magnitude, existem diferenças interespecíficas e até mesmo dentro da árvore. Estudos de biomassa e de teor de carbono precisam ser aprofundados para clarificar esta variabilidade, sobre-

tudo entre as diversas partes componentes da biomassa aérea e subterrânea.

Autores como Higuchi e Carvalho Jr. (1994) trabalhando com a Floresta Amazônica, Balbinot *et al.* (2000) trabalhando com *Pinus taeda*, e Rochadelli (2001) estudando *Mimosa scabrella*, têm apresentado importantes contribuições ao tema. Entretanto, ainda são escassos os trabalhos a respeito das relações dimensionais entre as diversas partes componentes da biomassa e os teores de carbono, sobretudo para as espécies florestais mais importantes do sul do Brasil, ou seja, *Araucaria angustifolia* e espécies temperadas do gênero *Pinus*. Estudos com essa característica precisam ser desenvolvidos para que se possa efetivamente subsidiar os tomadores de decisão sobre qual a melhor estratégia empregar para minimizar os efeitos nefastos do efeito estufa por meio do plantio de árvores e/ou da condução de regeneração espontânea das florestas naturais.

Materiais e método

Os dados para desenvolver esta pesquisa são provenientes de plantios de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* de diversas idades (29 a 33 anos para araucária e 14 a 32 anos para pinus) localizados no município de General Carneiro, sul do Estado do Paraná. A coleta de dados foi efetuada em 02/2001, tomando-se nas 35 árvores avaliadas as seguintes variáveis: CAP (circunferência à altura do peito), HT (altura total), HC (altura comercial), Volume do Fuste (VF), Peso Verde do Fuste (PVF), Peso Verde da Folhagem Viva (PVFv), Peso Verde dos Frutos (PVFr), Peso Verde de Galhos Vivos (PVGv), Peso Verde de Galhos Mortos (PVGm) e Peso Verde de Raízes (PVR).

Após a organização dos dados, todas as relações dimensionais foram analisadas via matriz de correlação. Adicionalmente, sete modelos de regressão, sugeridos por Higuchi e Carvalho Jr. (1994), que expressam peso verde de variáveis em função de DAP e altura, foram testados para as variáveis de peso verde da parte aérea e subterrânea adotadas nesta pesquisa (Tabela 1). As equações foram ajustadas e analisadas quanto à qualidade do ajuste com base no coeficiente de determinação (R^2), erro padrão da estimativa em percentagem (Syx%), distribuição gráfica de resíduos e ANOVA da regressão.

TABELA 1 - Modelos de biomassa individual testados para *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* no sul do Estado do Paraná, Brasil

*Table 1 - Models of individual biomass tested for *Araucaria angustifolia* and *Pinus taeda* in the south of the State of the Parana, Brazil*

Modelo N.º	Formulação Matemática
1	$PV = aD^b$
2	$PV = a + bD + cD^2$
3	$PV = a + bD + c(D^2H)$
4	$PV = a + bD + cD^2 + d(D^2H)$
5	$PV = a + bD^2 + c(D^2H)$
6	$PV = a + bD + cH$
7	$PV = a + D^b + H^c$

Notas:

PV: Peso verde (kg);

D: DAP (cm);

H: altura total (m);

a, b, c, d: coeficientes de regressão linear.

Após toda a avaliação de biomassa, foram tomadas amostras de todas as partes da árvore (discos do fuste e porções de galhos, folhagem e raízes). O material foi então seco à temperatura constante e transformado por meio de moagem, para se obter amostras apropriadas para a análise laboratorial. As análises de carbono foram realizadas no Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, utilizando-se o método de ataque com ácidos por via úmida e oxidação da matéria orgânica, oxidando a matéria orgânica e posterior determinações por indicadores.

Resultados

As determinações de biomassa para ambas as espécies mostraram que a porção fuste corresponde a 59,00% do peso total verde de pinus e 54,22% da biomassa aérea verde de araucária. Para a folhagem, os percentuais foram de 4,27% e 8,76%, respectivamente. No caso de galhos vivos e galhos mortos, estes valores foram 13,62% e 17,66% e 1,89% e 1,62%. A casca apresentou-se bastante diversa entre as espécies, com 9,75% para pinus e 17,74% para araucária, considerando a relação com a biomassa total para a primeira espécie e biomassa aérea para a segunda. A biomassa da raiz corresponde a 11,48% da biomassa total de pinus (Figuras 1 e 2).

FIGURA 1 - Participação percentual das partes componentes da biomassa de *Pinus taeda* em relação à sua biomassa verde total em General Carneiro, Paraná, Brasil

Figure 1 - Percentile participation of the component parties of the biomass of *Pinus taeda* in relation to its total green biomass in General Carneiro, Parana, Brazil

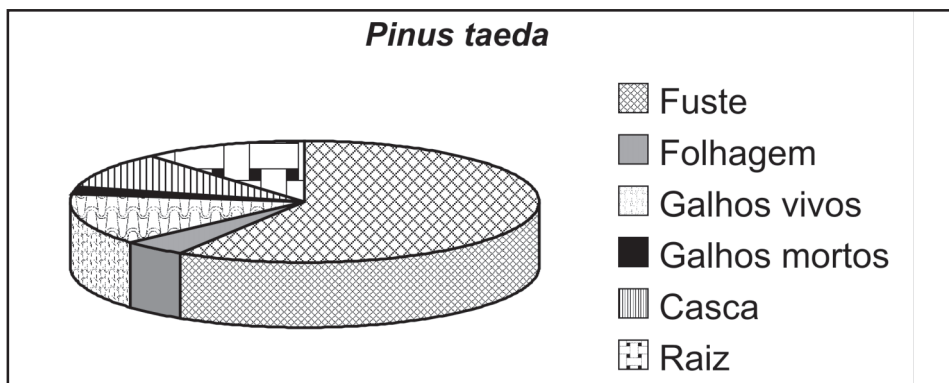
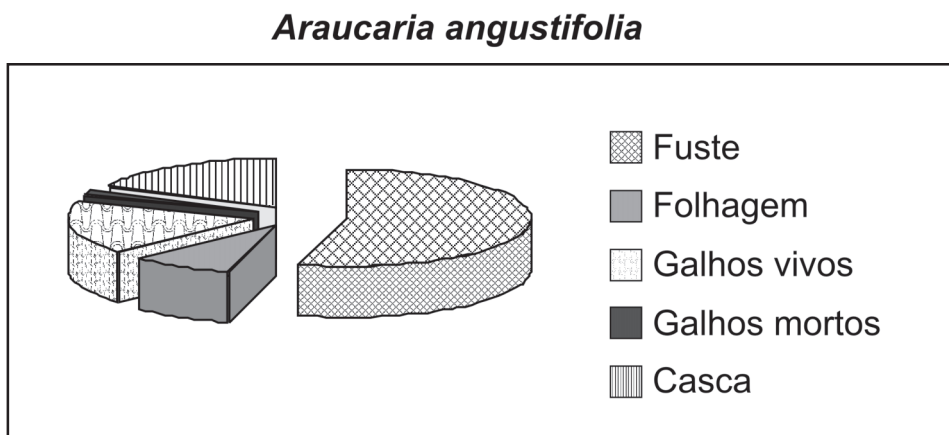


Figura 2 - Participação percentual das partes componentes da biomassa de *Araucaria angustifolia* em relação à sua biomassa verde total em General Carneiro, Paraná, Brasil

Figure 2 - Percentile participation of the component parties of the biomass of *Araucaria angustifolia* in relation to its total green biomass in General Carneiro, Parana, Brazil



Os estudos de correlação entre as componentes da biomassa florestal para a araucária evidenciaram correlações bastante fortes para a maioria das associações entre variáveis. Apenas a variável HC não se relacionou bem com as demais. A maior correlação encontrada foi de 99,79% entre as variáveis PVFl e PVGv, enquanto a menor correlação foi de 45,58%, a qual foi encontrada entre HC e PVGv. Padrão semelhante foi encontrado para o caso do pinus, contudo as correlações neste caso foram inferiores. A maior correlação encontrada foi de 95,88% para as variáveis CAP e PVF, enquanto uma correlação praticamente zero foi encontrada entre HC e PVFl.

A apreciação da qualidade de ajuste dos modelos para araucária revelou os indicadores estatísticos apresentados na Tabela 2. Diante dos resultados revelados, evidencia-se que quase todos modelos ajustaram-se bem aos dados no caso de PVF, exceto o modelo 6. Os indicadores de ajuste mostraram também que para PVFl, os modelos 3 e 4 foram superiores aos demais; particularmente os modelos 1, 6 e 7 foram muito ruins em termos de ajuste.

Comportamento semelhante foi visto no que diz respeito à variável PVGv. Porém, neste caso, evidenciou-se uma condição mais favorável para o modelo 4. Já para PVGm, percebe-se uma generalizada má qualidade de ajuste para

todos os modelos. Isto se deve mais à grande variabilidade desta variável e a baixa correlação da mesma com DAP e HT. As análises para raízes de araucária não foram realizadas, em virtude de se ter disponível até o presente um número reduzido de dados para realização das avaliações estatísticas.

A Tabela 3 apresenta os indicadores estatísticos de ajuste para pinus. Como se observa, os ajustes foram muito bons para PVF. Praticamente todos os modelos ajustados se comportaram bem, mas pode-se destacar a leve superioridade dos modelos 4, 5 e 7. No tocante ao

PVFl, os ajustes se situaram num patamar médio, com erros gravitando em torno de 30 a 32%. Não foram evidenciadas diferenças pronunciadas entre os modelos para o caso de PVFl. Já no caso de PVGv, os ajustes foram um tanto inferiores, conforme revelam os indicadores. Os modelos também se equivaleram no que tange a esta variável, com leve superioridade de alguns em relação a outros. Os ajustes para a variável PVGm foram superiores em relação à variável PVGv, onde se sobressaíram os modelos 3 e 4. Os ajustes para PVR foram bastante modestos, com superioridade para os modelos 4 e 6.

TABELA 2 - Indicadores de ajuste de sete modelos testados para quantificar biomassa individual de árvores de *Araucaria angustifolia* no sul do Estado do Paraná, Brasil
*Table 2 - Pointers of adjustment of seven tested models to quantify individual biomass of trees of *Araucaria angustifolia* in the south of the State of the Parana, Brazil*

Modelo	Variável	a	b	c	d	R ² %	Syx%
1	PVF	- 0,8400	2,4796	-	-	98,41	6,05
	PVFl	- 2,4131	2,6506	-	-	91,54	73,45
	PVGv	- 3,6361	3,8751	-	-	97,51	38,30
	PVGm	- 2,5559	2,4669	-	-	68,19	98,33
2	PVF	172,5039	- 4,7556	1,3887	-	99,88	5,52
	PVFl	62,2796	- 7,7363	0,2706	-	99,38	16,77
	PVGv	124,9923	- 17,2253	0,6072	-	99,82	10,27
	PVGm	- 11,2261	0,9705	- 0,0008	-	63,69	88,47
3	PVF	4,2191	0,0020	0,0461	-	99,82	6,83
	PVFl	31,1120	-3,0335	0,0090	-	99,73	10,94
	PVGv	51,8472	- 6,4328	0,0202	-	99,77	11,69
	PVGm	- 9,7916	0,8565	0,00006	-	63,73	88,42
4	PVF	111,7988	- 15,5317	0,8544	0,0180	99,91	4,61
	PVFl	35,4810	- 3,6643	0,0347	0,0079	99,72	11,21
	PVGv	94,4247	- 12,5807	0,3381	0,0091	99,91	7,27
	PVGm	- 23,5523	2,8435	- 0,1093	0,0037	65,57	86,63
5	PVF	- 7,7017	0,0925	0,0418	-	99,83	6,62
	PVFl	7,2873	- 0,1450	0,0136	-	99,52	14,88
	PVGv	- 2,3711	- 0,2789	0,0284	-	99,39	19,44
	PVGm	- 1,6748	0,0319	- 0,0007	-	60,03	94,83
6	PVF	- 502,0710	65,4060	- 34,9650	-	88,77	54,56
	PVFl	- 73,5478	9,6292	- 6,1405	-	80,01	95,50
	PVGv	- 161,0980	22,6070	- 16,6480	-	81,04	108,03
	PVGm	- 21,6623	0,4201	1,6783	-	67,73	83,41
7	PVF	-1,2469	1,9686	0,9679	-	99,35	7,70
	PVFl	- 2,4618	2,2128	0,8295	-	91,53	75,32
	PVGv	-3,7853	3,6877	0,3550	-	97,37	39,68
	PVGm	-2,7796	2,1859	0,5322	-	65,97	100,66

Notas:

PVF: Peso verde do fuste (kg);
 PVFl: Peso verde da folhagem (kg);

PVGv: Peso verde de galhos vivos (kg);
 PVGm: Peso verde de galhos mortos (kg);
 a, b, c, d: coeficientes de regressão linear.

TABELA 3 – Indicadores de ajuste de sete modelos testados para quantificar biomassa individual de árvores de *Pinus taeda* no sul do Estado do Paraná, BrasilTable 3 - Pointers of adjustment of seven tested models to quantify individual biomass of trees of *Pinus taeda* in the south of the State of the Parana, Brazil

Modelo	Variável	a	b	c	d	R ² %	Syx%
1	PVF	- 0,3074	2,1289	-	-	89,76	14,56
	PVFl	- 2,0618	2,4706	-	-	82,21	31,36
	PVGv	- 2,8670	3,2783	-	-	74,40	55,39
	PVGm	- 3,2587	2,9908	-	-	72,19	41,38
	PVR	0,1849	1,2780	-	-	55,63	24,23
2	PVF	-382,8500	23,5880	0,4410	-	91,51	14,00
	PVFl	5,8088	- 0,8091	0,0660	-	72,66	32,13
	PVGv	- 244,3550	10,6850	0,0520	-	58,48	52,31
	PVGm	50,4838	- 4,0260	0,0933	-	82,63	36,79
	PVR	162,0559	- 9,2412	0,2393	-	43,34	22,75
3	PVF	113,2520	- 1,1716	0,0303	-	95,49	10,20
	PVFl	- 73,5960	3,9677	- 0,0001	-	70,22	33,53
	PVGv	-340,2210	16,2850	- 0,0010	-	58,45	52,35
	PVGm	31,7353	- 2,4354	0,0026	-	85,22	33,93
	PVR	263,0526	-14,4282	0,0124	-	49,85	21,21
4	PVF	- 314,7860	27,1740	- 0,7920	0,0450	96,30	9,23
	PVFl	1,7591	-1,0224	0,1394	- 0,0026	73,85	31,42
	PVGv	- 250,6450	10,3540	0,1660	- 0,0040	55,97	53,97
	PVGm	53,4200	-3, 8714	0,0401	0,0019	85,30	33,84
	PVR	256,8161	-13,6711	- 0,0801	0,0151	33,54	21,90
5	PVF	142,6198	- 0,3940	0,0444	-	96,04	9,56
	PVFl	- 15,4518	0,1245	- 0,0027	-	75,47	30,55
	PVGv	- 76,3680	0,3174	- 0,0044	-	58,17	52,50
	PVGm	- 11,7458	- 0,0166	0,0020	-	82,26	37,35
	PVR	39,5338	- 0,1705	0,0106	-	43,97	22,42
6	PVF	- 1601,24	47,2200	40,6200	-	94,84	10,91
	PVFl	- 20,5329	4,2955	- 2,8606	-	73,46	31,65
	PVGv	- 263,9870	14,6990	-2, 3020	-	58,52	52,28
	PVGm	- 71,2475	2,3371	0,8012	-	71,64	47,01
	PVR	- 40,3714	6,8804	- 1,9488	-	34,28	24,28
7	PVF	- 1,8547	1,6922	1,6175	-	96,64	9,31
	PVFl	- 1,3878	2,6608	- 0,7045	-	82,01	31,13
	PVGv	- 3,3065	3,1542	0,4593	-	72,91	57,35
	PVGm	- 5,1927	2,4449	2,0217	-	75,22	42,07
	PVR	- 0,4656	1,0870	0,6888	-	45,47	25,23

Notas:

PVF: Peso verde do fuste (kg);

PVFl: Peso verde da folhagem (kg);

PVGv: Peso verde de galhos vivos (kg);

PVGm: Peso verde de galhos mortos (kg);

PVR: Peso verde de raízes (kg);

a, b, c, d: coeficientes de regressão linear.

Os estudos de conteúdo de carbono nas diversas partes componentes da biomassa mostraram que aparentemente existe uma consistência muito grande nos números em termos percentuais. Não foram evidenciadas grandes variações nos conteúdos de carbono nem entre espécies, nem entre

idades e nem entre partes da árvore. Todavia, essas diferenças aparentemente pequenas não devem ser desprezadas quando se pretende calcular o potencial de fixação de carbono pelas plantas. Neste trabalho, os percentuais de carbono gravitaram entre 37% (casca) e 47% (fuste) do peso seco nas amostras analisa-

das em laboratório. As médias de conteúdo de carbono em relação à massa seca para araucária foram de: 44,97% (fuste), 43,84% (folhagem), 41,80% (galhos vivos) e 40,08% (casca). Para pinus, os resultados foram: 45,42% (fuste), 44,61% (folhagem), 43,37% (galhos vivos) e 40,81% (casca). Esses valores coincidem bem com resultados apresentados na literatura.

A Tabela 4 traz os resultados do ajuste de equações de regressão de Peso Verde em função de Peso de Carbono. Como se observa, as relações entre estas variáveis são nitidamente lineares (sem intercepto) e muito consistentes. Os coeficientes de determinação foram todos superiores a 93%, exceto no caso da folhagem de pinus. Os erros padrão relativos também se comportaram de forma satisfatória, novamente com exceção do caso da folhagem de pinus.

A relação entre Peso Verde e Peso de Carbono é interessante da perspectiva de se estimar o estoque ou seqüestro efetuado pelas árvo-

res a partir de inventários florestais convencionais. Utilizando as relações apresentadas nas Tabelas 2, 3 e 4, é possível calcular também o Peso de Carbono de uma árvore destas espécies somente a partir de diâmetro e altura da mesma.

Os coeficientes das equações contidas na Tabela 4 também se revestem de interpretações interessantes. Nota-se que os percentuais de carbono em relação à massa verde variam de cerca de 12% (folhagem de araucária) a 19% (fuste de araucária). Percebe-se também que o percentual de carbono é maior no fuste e na casca e menor na folhagem para ambas as espécies. Apesar do mais alto teor de carbono em relação à massa seca para pinus em relação à araucária, evidencia-se que a relação se inverte quando se trata de uma relação com peso verde. Esta constatação tem conotações importantes e decorre da maior retenção de água em uma espécie (pinus) em relação à outra (araucária) em condições de ambiente externo na floresta.

TABELA 4 - Equações que expressam o Peso Individual de Carbono em função do Peso Verde de diversas partes da biomassa de árvores de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* no sul do Estado do Paraná, Brasil
 Table 4 - Equations that express the Individual Weight of Carbon in function of the Green Weight of diverse parts of the biomass of trees of *Araucaria angustifolia* and *Pinus taeda* in the south of the State of the Parana, Brazil

Espécie	Parte da Árvore	Formulação Matemática	R ²	Syx%
<i>A. angustifolia</i>	Fuste	PCFsc = 0,1862 PVFsc	99,61	10,22
	Folhagem	PCFl = 0,1238 PVFl	99,59	11,68
	Galhos Vivos	PCGv = 0,1541 PVGv	99,88	7,35
	Casca	PCCa = 0,1747 PVCa	99,85	6,42
	Aérea	PCA = 0,1715 PVA	99,81	7,51
<i>P. taeda</i>	Fuste	PCFsc = 0,1737 PVFsc	94,21	13,46
	Folhagem	PCFl = 0,1422 PVFl	83,77	28,67
	Galhos Vivos	PCGv = 0,1595 PVGv	98,69	9,01
	Casca	PCCa = 0,1763 PVCa	93,68	16,49
	Aérea	PCA = 0,1705 PVA	96,66	10,66
	Raiz	PCR = 0,1676 PVR	95,33	10,18
	Total	PCT = 0,1721 PVT	95,44	8,19

Notas:

PVFsc: Peso verde do fuste sem casca (kg);
 PVFl: Peso verde da folhagem (kg);
 PVGv: Peso verde de galhos vivos (kg);
 PVCa: Peso verde de casca (kg);
 PVR: Peso verde de raízes (kg);
 PCFsc: Peso de carbono do fuste sem casca (kg);
 PCFl: Peso de carbono da folhagem (kg);
 PCGv: Peso de carbono de galhos vivos (kg);
 PCCa: Peso de carbono de casca (kg);

PCR: Peso de carbono de raízes (kg);
 PCA: Peso de carbono da parte aérea (kg);
 PCT: Peso de carbono total (kg);
 PVA = PVF + PVFl + PVGv + PVCa;
 PVT = PVA + PVR;
 PCA = PCF + PCFl + PCGv + PCCa;
 PCT = PCA + PCR;
 Em PVA, PVT, PCA e PCT foram excluídos os galhos mortos;
 PVCa l 0,2676 PVF (para *A. angustifolia*);
 PVCa l 0,1416 PVF (para *P. taeda*).

Considerações finais

O presente estudo permitiu documentar as seguintes conclusões:

- As determinações de biomassa mostraram que a porção fuste corresponde a mais de 50% da biomassa verde total em ambas as espécies (biomassa aérea no caso de araucária). As porções folhagem e casca são mais expressivas em termos percentuais para a espécie araucária do que para pinus.

- No tocante às correlações para araucária, pôde-se concluir que as variáveis analisadas neste trabalho são altamente correlacionadas entre si. Já no caso do pinus, pôde-se concluir que as variáveis analisadas neste trabalho apresentaram maior heterogeneidade no tocante às correlações dimensionais. As correlações sugerem que estimar biomassa a partir de variáveis de inventários convencionais é uma tarefa viável, particularmente para a porção fuste.

- No que se refere ao ajuste de modelos de biomassa para araucária e pinus, concluiu-se que, de forma geral, as estimativas para peso verde de fuste em função de variáveis de inventário (DAP e altura) são muito boas, enquanto as demais são apenas razoáveis. Isto se deve a mais alta correlação entre as medidas do tronco em relação às demais partes da árvore. Para cada variável houve um modelo que melhor se ajustou aos dados, mas de forma geral pode-se dizer que o modelo 7 foi o que teve a melhor *performance* para ajuste de biomassa de pinus e o 4 para araucária, no presente estudo.

- Os estudos de conteúdo de carbono revelaram a existência de relações lineares (sem intercepto) consistentes entre o peso verde da biomassa e o peso do carbono contido nas diversas partes das árvores, indicando a inexistência de variação no percentual de carbono com o tamanho da árvore e com a sua idade. A maior concentração de teor de carbono em relação ao peso verde se verifica no fuste e em seguida na casca, enquanto os menores concentram-se na folhagem. Os teores de carbono são ligeiramente superiores em araucária do que em pinus, se considerada uma relação com o peso verde, havendo uma inversão quando se considera a relação com peso seco, em virtude da maior retenção de água no segundo caso.

Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa Indústrias Pedro N. Pizzatto Ltda. e ao CNPq mediante o Programa PELD pelo apoio financeiro à pesquisa. Os engenheiros florestais Luciano Pizzatto e Marco Aurélio Busch Ziliotto também deram contribuições importantes ao presente estudo.

Referências

- BALBINOT, R.; SCHUMACHER, M. V.; HERNANDEZ, J. I. Carbono orgânico em uma floresta de *Pinus taeda* na região de Cambará do Sul-RS. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., Porto Seguro: 2000. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. Resumos. p. 56.
- FOSTER BROWN, I.; NEPSTAD, D. C.; PIRES, I. O. *et al.* Carbon storage and land use in extractive reserves, Acre, Brazil. **Environmental Conservation**, v. 19, n. 4, p. 307-315, 1992.
- HIGUCHI, N.; CARVALHO Jr., J. A. Fitomassa e conteúdo e carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQUESTRO DE CO₂: UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, Rio de Janeiro, RJ, 1994. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 125-153.
- LIMA, M. A.; LIGO, M. A. V.; CABRAL, O. M. R. *et al.* **Emissão de gases de efeito estufa provenientes da queima de resíduos agrícolas no Brasil.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 60p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, n. 7).
- ROCHADELLI, R. **A estrutura de fixação dos átomos de carbono em reflorestamentos:** (Estudo de caso: *Mimosa scabrella* Benth., bracatinga). 2001. 86 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

Recebido 08/06/2002

Aprovado 06/06/2003