

VARIAÇÃO SUCESSIONAL NO ACÚMULO DE BIOMASSA EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, SANTA TEREZA-RS¹

Successional Variation of Accumulated Biomass in a Seasonal Deciduous Forest in Santa Tereza-RS

Eleandro José Brun², Mauro Valdir Schumacher³, Robson Schaff Corrêa⁴, Flávia Gizele König Brun⁵ e Sandro Vaccaro⁶

Resumo: Estudou-se a biomassa acumulada acima do solo (BAAS) em duas fases sucessionais (capoeirão de 33 anos e floresta secundária de 53) de uma área de Floresta Estacional Decidual em Santa Tereza-RS, visando detectar as variações ocorridas quanto ao seu acúmulo com o avanço da sucessão vegetal. Demarcaram-se, de forma aleatória, três parcelas amostrais de 10 x 10 m por área. Nestas, os indivíduos foram classificados em estratos (lianas, herbáceo, arbustivo e arbóreo). Todos os indivíduos foram abatidos e pesados em fração total (lianas e herbáceo); madeira/galhos (M/G-EA) e folhas (F-EA) (estrato arbustivo); e madeira, casca, galhos vivos, galhos mortos e folhas (arbóreo). Amostras da biomassa foram secas em estufa e pesadas, obtendo-se os pesos secos para a biomassa da floresta. A porcentagem de casca foi determinada com base na retirada de três discos a 10, 50 e 90% da altura de cada tronco. A BAAS foi de 102,3 Mg ha⁻¹ no capoeirão (49,95% madeira do fuste; 20,68% galhos vivos; 14,24% lianas; 7,51% casca; 3,40% M/G-EA; 2,25% folhas; 0,92% estrato herbáceo; 0,80% galhos mortos; e 0,24% F-EA) e na floresta secundária, de 157,6 Mg ha⁻¹ (52,41% madeira do fuste; 28,37% galhos vivos; 6,76% casca; 4,97% lianas; 2,65% M/G-EA; 2,23% folhas; 1,94% galhos mortos; 0,48% estrato herbáceo; e 0,19% F-EA).

Palavras-chave: Sucessão vegetal, sustentabilidade e ciclagem de nutrientes.

Abstract: Accumulated biomass above ground (ABAG) in two successional phases (33-year-old pole stand and 53-year-old secondary forest) in an area of Seasonal Deciduous Forests in Santa Tereza-RS, was studied to detect biomass accumulation variations as a result of vegetation succession. Three sampling plots (10 m x 10 m) were randomly selected in each area. In these plots, the individuals were grouped into stratus: lianas, herbs, shrubs and trees. All the individuals were felled and weighed in total fraction (lianas and herbs); wood/branches (W/B – SS) and leaves (L-TS) (arbustive extract); wood, bark, live branches, dead branches and leaves (TS). The biomass samples were dried in an oven and weighed to obtain dry forest biomass weights. The percentage of bark was determined based on removal of three discs (10%, 50% and 90% of the height of each trunk. ABAG was of 102.3 Mg ha⁻¹ in the pole stand (49.95% trunk wood; 20.68% and wood live branches; 14.24% lianas; 7.51% bark; 3.40% W/B – SS; 2.25% leaves; 0.92% herb stratus; 0.80% dead branches and 0.24% L-TS) and, in the secondary forest, 157.6 Mg ha⁻¹ (52.41% stem wood; 28.37% live branches; 6.76% bark; 4.97% lianas; 2.65% W/B – SS; 2.23% leaves; 1.94% dead branches; 0.48% herbs; and 0.19% L-TS).

Keywords: vegetal succession, sustainability and nutrient cycling.

¹ Recebido para publicação em 17.1.2006 e aceito em 11.2.2006.

Parte da dissertação de mestrado do 1º autor. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal – UFSM.

² Eng. Ftal. M.S., Doutorando, Departamento de Ciências Florestais – PPGEF/CCR/UFSM, Bairro Camobi, 97105-900 Santa Maria-RS, <eleandrojbrun@yahoo.com.br>, Bolsista CAPES; ³ Eng. Ftal., Prof. Dr. nat techn, Departamento de Ciências Florestais – CCR/UFSM, <schumacher@pesquisador.cnpq.br>, Fone: (55)3220-8641, Bolsista CNPq.

⁴ Eng. Ftal., Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná – UFPR, 80060-000 Curitiba-PR. ⁵ Eng. Ftal., Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal – UFSM, Bolsista CNPq; ⁶ Eng. Ftal., D.S. pela Universidade Federal de Santa Maria – PPGEF/CCR/UFSM.

1 INTRODUÇÃO

A época atual poderia ser chamada de “era da vegetação secundária”, pois a biota nativa encontra-se em processo de extinção ou de adaptação às novas condições, tendo como causa principal a atividade humana (GÓMEZ-POMPA, 1971). Em nível mundial, estima-se que 1,1 milhão de hectares de florestas tropicais, secundárias e energéticas sejam destruídos anualmente ou seriamente degradados pela expansão agropecuária.

A degradação dos recursos naturais como solo, vegetação, água, ar etc., devido ao intenso desmatamento e ao uso de técnicas inadequadas de manejo, tem ocasionado graves problemas ambientais, havendo muitas áreas que necessitam e aguardam a implantação de medidas de recuperação.

Assim, o interesse é crescente por estudos sobre dinâmica da sucessão florestal, aspecto imprescindível na recuperação de áreas degradadas, no monitoramento de áreas de preservação permanente, na implantação de florestas comerciais com essências nativas e nas atividades de manejo sustentável dos recursos florestais (GANDOLFI, 1991).

Os estudos de biomassa acumulada nas diferentes sucessões vegetais de um tipo florestal podem fornecer estimativas para a exploração controlada, sem comprometer o equilíbrio do sistema e o *status* nutricional do sítio para o crescimento da regeneração, bem como fornecer subsídios para o planejamento

de outras atividades como o turismo e a visitação pública.

A estimativa da biomassa é um instrumento útil na avaliação de ecossistemas, quanto à sua conversão de energia e ciclagem de nutrientes, absorção e armazenagem de energia solar, possibilitando conclusões para a sua exploração racional (GOLLEY et al., 1978).

Com base nesses aspectos, este estudo teve por objetivo estudar a biomassa vegetal acima do solo em duas fases sucessionais de uma área de Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza-RS.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização das áreas

O presente estudo foi realizado em área do município de Santa Tereza, região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, foram utilizadas duas fases sucessionais de porte arbóreo de uma Floresta Estacional Decidual, as quais foram denominadas de “capoeirão” e “floresta secundária”. As características gerais e a localização dessas áreas estão na Tabela 1.

Os dados relativos à localização geográfica das áreas foram obtidos com o uso de GPS de navegação, no centro aproximado de cada área. A idade média das fases sucessionais foi obtida em entrevista com os mais antigos moradores do município.

Quadro 1 – Parâmetros gerais das áreas estudadas. Santa Tereza-RS, 2003

Table 1 – General parameters of the study area. Santa Tereza-RS, 2003

Subsere	Idade (anos)	Coordenadas	Altitude (m)	Exposição	Inclinação
Capoeirão	33	29°09'28''S 51°42'05''W	215	Norte	5°
Floresta secundária	53	29°09'29''S 51°41'49''W	180	Oeste	16°

A região onde se situam as áreas de estudo encontra-se sob clima Cfa, segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961), caracterizado por clima subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, de aproximadamente 1.800 mm. A temperatura média do mês mais frio fica entre -3 e 18 °C e a média do mês mais quente é superior a 22 °C, com média anual em torno de 18 °C.

Os solos são derivados de Rochas Efusivas Básicas da Formação Serra Geral, apresentando basalto como substrato. No capoeirão, os solos dessas áreas foram classificados, com base em Streck et al. (2002), como Neossolo Litólico, eutrófico, A moderado, textura média, relevo ondulado; e na floresta secundária, como Cambissolo Húmico alumínico típico, eutrófico, A chernozêmico, textura média, relevo forte ondulado.

Quanto à composição florística das duas fases sucessionais, Vaccaro (1997) relatou que no capoeirão foram encontradas 42 espécies, distribuídas em 37 gêneros e 21 famílias botânicas. Em riqueza florística, destacaram-se as famílias Leguminosae (8 espécies), Solanaceae (4 espécies), Euphorbiaceae, Sapindaceae e Myrtaceae (3 espécies cada). Estas cinco famílias abrangeram 50% das espécies levantadas. Quanto ao número de indivíduos, sobressaíram-se as famílias Leguminosae (45,2%), Sapindaceae (15,8%) e Tiliaceae (14,0%). Dentre as espécies mais características desta *subserie* destacam-se *Luehea divaricata*, *Bauhinia forficata*, *Cupania vernalis*, *Lonchocarpus campestris*, *Allophylus edulis*, *Casearia silvestris*, *Machaerium paraguariense*, *Diospyros inconstans* e *Parapiptadenia rigida*.

Na floresta secundária, o autor encontrou 48 espécies, pertencentes a 39 gêneros e 23 famílias. As famílias com maior riqueza de espécies foram Leguminosae (8 espécies), Lauraceae (5 espécies), Flacourtiaceae, Myrtaceae e Sapindaceae (4 espécies cada). Estas cinco famílias abrangeram 52,1% das

espécies amostradas. No que se refere ao número de indivíduos, a família Sapindaceae representou 46,2% dos indivíduos, seguida da família Leguminosae (16,8%) e Meliaceae (10,2%). As espécies mais características da floresta secundária foram *Cupania vernalis*, *Nectandra megapotamica*, *Ocotea puberula*, *Allophylus edulis*, *Trichilia elegans*, *Parapiptadenia rigida*, *Machaerium paraguariense*, *Matayba elaeagnoides* e *Luehea divaricata*.

2.2 Metodologia

Em cada uma das fases sucessionais foram instaladas, aleatoriamente, três unidades amostrais de formato quadrado, medindo 10 x 10 m de área, para adequar a sua localização e o seu formato em relação a outras unidades amostrais permanentes instaladas nas fases sucessionais em estudo, tendo em vista que estas apresentam pequena área total, entre 2 e 3 ha cada.

As unidades amostrais foram dimensionadas com o uso de trena e demarcadas com estacas de madeira nas extremidades e circuladas com fita plástica. Em seguida, todos os indivíduos com CAP \geq 10 cm (estrato arbóreo) foram medidos em relação a essa variável e identificados quanto à espécie. Os dados foram coletados durante o primeiro semestre de 2003.

No momento do abate dos indivíduos, em cada unidade amostral, as plantas foram agrupadas por estrato vegetativo, concomitantemente com classes de altura e CAP, ou seja: 1) estrato herbáceo (ervas, plântulas e arbustos com altura \leq 1,30 m); 2) estrato arbustivo (arbustos e árvores com altura $>$ 1,30 m e circunferência à altura do peito (CAP) $<$ 10,0 cm); 3) estrato arbóreo (árvores com CAP \geq 10,0 cm); e 4) estrato das lianas (cipós e epífitas de todos os tamanhos).

A estimativa da biomassa acima do solo foi feita por estrato, tendo a remoção dos

espécimes e a quantificação de biomassa ocorrido no sentido do estrato herbáceo para o estrato arbóreo. Todas as plantas foram cortadas ao nível do solo.

Nos estratos herbáceo e das lianas, os indivíduos foram cortados e quantificados em relação à sua massa fresca total, sem separação em indivíduos ou frações. No estrato arbustivo, os indivíduos foram abatidos e segregados em duas frações, ou seja, caule/galhos e folhas, de forma total para cada parcela.

As lianas foram retiradas à medida que iam “aparecendo” na parcela, uma vez que boa parte dos cipós estava associada à copa das árvores maiores da unidade amostral, o que permitia que apenas parte deles pudesse ser retirada quando da remoção dos estratos regenerativos (herbáceo e arbustivo).

No estrato arbóreo, as plantas foram abatidas com o uso de motosserra e segregadas nas frações madeira do tronco, casca do tronco, galhos vivos, galhos mortos e folhas. A partir do tronco, foram considerados como galhos todo o material lenhoso acima do ponto de inversão morfológica.

A massa fresca das folhas, dos galhos vivos e mortos, da casca e da madeira do tronco do estrato arbóreo, bem como as frações dos demais estratos, foi determinada a campo, com o auxílio de balança de gancho.

Das frações segregadas no estrato arbóreo, arbustivo, herbáceo e lianas foram retiradas amostras, que tiveram suas massas frescas aferidas a campo. Para a amostragem das frações madeira e casca do fuste, foram retirados, com o uso de motosserra, três discos de 5 cm de espessura de cada tronco, localizados a 10, a 50 e a 90% da altura do tronco. Desses três discos, separou-se a casca da madeira e aferiu-se igualmente a massa fresca de ambos. A partir da relação massa seca/massa fresca das amostras dessas frações, estimou-se primeiro o percentual de madeira e de casca de cada amostra e depois a massa seca total das mesmas, para o fuste inteiro.

Cada amostra foi acondicionada em saco plástico, devidamente identificado, que foi posteriormente levado ao Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais – Centro de Ciências Rurais, da Universidade Federal de Santa Maria, para determinação da massa seca.

Após a chegada ao laboratório, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, para secagem em estufa de circulação e renovação de ar a uma temperatura de 75 °C, por aproximadamente 72 horas. Após esse período, elas foram pesadas em balança de precisão (0,01 g), para obtenção da massa seca. Tendo-se por base os pesos fresco e seco das amostras, foi estimado o peso seco total dos diversos componentes das árvores, através do cálculo do teor de umidade das amostras, o qual foi extrapolado para os pesos frescos totais das amostras de cada árvore.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização das unidades amostrais

Na Tabela 2 pode-se observar a caracterização florística quanto aos indivíduos arbóreos ($CAP \geq 10,0$ cm) abatidos no estudo. No capoeirão, onde foram abatidas 155 árvores, as três espécies com maior densidade de indivíduos foram *Allophylus edulis*, *Aspidosperma parvifolium* e *Myrocarpus frondosus*, que apresentaram 31, 24 e 16 indivíduos, respectivamente. Juntas, as três espécies perfizeram 45,8% dos indivíduos amostrados.

Para a floresta secundária, onde foram abatidas 125 indivíduos, as espécies com maior densidade foram *Trichilia elegans*, árvores mortas e *Campomanesia xanthocarpa*, que apresentaram 19, 13 e 10 indivíduos, respectivamente. Juntas, as três espécies alcançaram 33,6% dos indivíduos amostrados.

Quadro 2 – Indivíduos arbóreos (CAP \geq 10,0 cm) abatidos na determinação de biomassa no capoeirão e na floresta secundária. Santa Tereza-RS, 2003

Table 2 – Arboreal individuals felled for biomass determination in "capoeirão" and secondary forest. Santa Tereza-RS, 2003

Nome Científico	Nome Comum	Capoeirão	Flor. secundária
<i>Albizia niopoides</i> (Benth.) Burkart	Angico-branco	-	05
<i>Allophylus edulis</i> Radlk. ex Warm.	Chal-chal	31	06
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Guatambu	24	-
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pata-de-vaca	09	02
<i>Calyptranthes tricona</i> Legrand	Batinga	-	01
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Guavirova	-	10
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Chá-de-bugre	-	06
<i>Celtis</i> sp.	Esporão-de-galo	01	-
<i>Citronela paniculata</i> (Mart.) Howard	Falsa-congonha	02	-
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-vermelho	05	09
<i>Dalbergia variabilis</i> Vogel	Rabo-de-bugio	05	-
<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	Embira	01	-
<i>Eryobotrya japonica</i> Lindl.	Ameixeira-amarela	-	01
<i>Eugenia rostrifolia</i> Legrand	Cerejeira	-	02
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Laranjeira-do-mato	-	07
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	Farinha-seca	05	-
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	09	02
<i>Machaerium glabrum</i> Vogel.	Farinha-seca	09	04
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Canela-do-brejo	03	08
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-branco	-	09
<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reissek.	Cancorosa	02	-
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabreúva	16	-
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela-amarela	-	01
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta	-	06
<i>Ocotea puberula</i> Nees	Canela-guaicá	-	01
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	03	02
<i>Patagonula americana</i> L.	Guajuvira	04	-
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	Embirão	01	-
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Pessegueiro-do-mato	-	01
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Limoeiro-do-mato	01	-
<i>Rollinia salicifolia</i> Schlttdl.	Ariticum	02	-
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	Carvalho-brasileiro	-	02
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Coqueiro	01	-
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	Catiguá-vermelho	02	05
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Pau-de-ervilha	13	19
<i>Schaefferia argentinensis</i> Speg.	Falsa-coronilha	-	01
Morta	Morta	06	13
Não-identificada	Não-identificada	-	02
Total		155	125

Dentre as 36 espécies ocorrentes nas duas fases sucessionais, ocorreram somente nove espécies comuns em ambas as fases estudadas, sendo elas: *Trichilia clausenii*, *Trichilia elegans*, *Parapiptadenia rigida*, *Luehea divaricata*, *Machaerium glabrum*, *Machaerium paraguariense*, *Cupania vernalis*, *Bauhinia forficata* e *Allophylus edulis*, além de árvores mortas, que estiveram presentes no capoeirão e na floresta secundária.

Entre as espécies comuns, quatro delas (*Cupania vernalis*, *Machaerium paraguariense*, *Trichilia clausenii* e *Trichilia elegans*) ocorrem em maior número na floresta secundária, uma vez que são, respectivamente, espécies secundária tardia, secundária inicial, sub-bosque e sub-bosque. As espécies que ocorrem em maior número no capoeirão (*Parapiptadenia rigida*, *Luehea divaricata*, *Machaerium glabrum*, *Allophylus edulis* e *Bauhinia forficata*) foram secundárias iniciais (menos a última, uma pioneira), características de estádios sucessionais mais jovens.

As demais espécies foram exclusivas de um ou de outro tipo florestal. A diversidade de espécies foi levemente superior na floresta secundária, com 24 espécies, contra 22 no capoeirão.

Comparativamente, em trabalho de caracterização florística da vegetação que recobre as vertentes dos morros que circundam o município de Santa Tereza-RS, Vaccaro et al. (1992) identificaram 93 espécies com CAP ≥ 10 cm.

Em estudo da composição florística e estrutura fitossociológica das fases sucessionais, objetos deste estudo, Vaccaro (1997) encontrou, para o capoeirão, 42 espécies distribuídas em 37 gêneros. Na floresta secundária, o autor encontrou 48 espécies, distribuídas em 39 gêneros. A menor diversidade de espécies abatidas para este estudo deve-se, provavelmente, à menor área amostrada.

3.2 Quantificação da biomassa

A biomassa estudada abrangeu folhas, galhos vivos, galhos mortos, madeira e casca dos indivíduos vegetais em pé, cortados ao nível do solo. Também foram consideradas as árvores mortas que se encontravam em pé, uma vez que não fazem parte da serapilheira, por ainda não terem caído. Na Tabela 3 estão os valores totais da biomassa acima do solo estocada no capoeirão e na floresta secundária.

O capoeirão apresentou uma biomassa acumulada de 102,3 Mg ha⁻¹. Praticamente a metade da biomassa aérea desta *subsera* foi formada por madeira (49,95%); em segundo lugar, a fração galhos vivos formou 20,68% da biomassa; e, em terceiro, pode-se destacar a contribuição expressiva de lianas para a formação da biomassa, atingindo 14,24%. A fração que menos contribuiu para a formação da biomassa foi folhas do estrato arbustivo, com apenas 0,24% do total.

Ao comparar a biomassa acumulada no estrato arbóreo e na regeneração (estrato arbustivo e herbáceo), obtém-se cerca de 81,20% do peso para o primeiro contra apenas 4,56% da regeneração e 14,24% das lianas (cipós). Este amplo predomínio do estrato arbóreo pode ser explicado por ter sido tomada a CAP mínima-limite igual a 10 cm, um valor baixo, se comparado a outros estudos.

Brun (2003), estudando a biomassa arbórea em mata ciliar e em estágio médio de regeneração de Floresta Estacional Decidual na região da Serra Gaúcha, usando como diâmetro mínimo-limite do estrato arbóreo uma CAP igual a 25,0 cm, encontrou cerca de 37,5 e 15,68% da biomassa acima do solo acumulada na regeneração, para mata ciliar e floresta em estágio médio de sucessão, respectivamente.

Em relação às frações da regeneração, a biomassa acumulada foi de 4.667,14 kg ha⁻¹,

Quadro 3 – Biomassa acumulada acima do solo (kg ha^{-1}), em sua quantidade total e nas suas diferentes frações, no capoeirão e na floresta secundária. Floresta Estacional Decidual de Santa Tereza-RS, 2003

Table 3 – Total amount and different fractions of above-ground biomass (kg ha^{-1}), in "capoeirão" and secondary forest. Seasonal Deciduous Forest of Santa Tereza-RS, 2003

Subsere / Parcela	Estrato Arbóreo					Estrato Arbustivo		Herbáceo	Lianas	Total
	Folhas	Galhos v.	Galhos m.	Madeira	Casca	Folhas	Mad./Galhos			
Capoeirão 1	1.375,9	15.849,7	860,5	43.316,3	5.137,1	185,45	1.421,8	752,34	20.126,8	89.026,0
Capoeirão 2	2.896,1	24.248,4	717,0	69.181,1	12.015,0	225,91	4.421,2	930,58	6.245,3	120.880,6
Capoeirão 3	2.641,1	23.349,1	887,7	40.723,7	5.899,0	316,56	4.597,4	1.149,97	17.307,2	96.871,8
Média	2.304,4	21.149,1	821,7	51.073,7	7.683,7	242,64	3.480,2	944,30	14.559,8	102.259,5
%*	2,25	20,68	0,80	49,95	7,51	0,24	3,40	0,92	14,24	100,0
CV%**	35,3	21,8	11,2	30,8	49,1	27,7	51,3	21,1	50,4	16,2
Flor. Sec. 1	1.878,6	21.307,4	6.270,4	42.330,7	5.178,9	228,9	4.135,5	374,3	970,7	82.675,3
Flor. Sec. 2	2.740,3	21.003,0	1.334,3	106.199,7	13.858,6	220,5	3.787,1	680,9	7.875,6	157.700,2
Flor. Sec. 3	5.929,6	91.874,0	1.549,3	99.347,0	12.921,7	455,5	4.606,6	1.219,7	14.638,5	232.541,9
Média	3.516,2	44.728,1	3.051,3	82.625,8	10.653,1	301,6	4.176,4	758,3	7.828,3	157.639,1
%*	2,23	28,37	1,94	52,41	6,76	0,19	2,65	0,48	4,97	100,0
CV%**	60,7	91,3	91,4	42,4	44,7	44,2	9,8	56,4	87,3	47,5

* % que a fração representa em relação ao total de biomassa acumulada. ** a 95% de probabilidade de confiança.

sendo formada por 5,20% de folhas, 74,57% de madeira/galhos e 20,23% de plantas herbáceas.

A floresta secundária apresentou uma biomassa acumulada de 157,6 Mg ha^{-1} , cuja maior parte foi formada por madeira (52,41%). Em segundo lugar, novamente esteve a fração galhos vivos, apresentando 28,37% da biomassa. Após estas, ficaram as frações casca e lianas, com 6,76 e 4,97%, respectivamente.

A biomassa de madeira e galhos vivos pode aproximar seus valores, em alguns casos, conforme aconteceu na parcela 3 da floresta secundária. Como o limite entre tronco e galhos foi tomado na bifurcação, esta pode se localizar em alturas menores, diminuindo o comprimento do tronco e aumentando a proporção relativa de galhos.

Na comparação entre a quantidade de biomassa acumulada no estrato arbóreo e na regeneração (estrato arbustivo e herbáceo), tem-se cerca de 91,71% de biomassa para o

estrato arbóreo, contra apenas 3,32% da regeneração e 4,97% das lianas (cipós).

O predomínio do estrato arbóreo foi ainda maior que no capoeirão, tendo em vista basicamente o avanço dos processos sucessionais, o que faz com que a floresta aloque mais energia no acúmulo de biomassa de madeira e ocorra um recuo significativo na biomassa de cipós. Os fatores discutidos em relação ao capoeirão, como CAP mínima-limite baixa, também são válidos para a floresta secundária.

Na regeneração, as frações da biomassa atingiram 5.236,3 kg ha^{-1} , sendo formada por 5,75% de folhas, 79,77% de madeira/galhos e 14,48% de herbáceas.

Paula et al. (1996), estudando a biomassa acumulada em área de mata ciliar, no Estado de Goiás, em vegetação de cerrado, encontraram um valor de 132,0 Mg ha^{-1} , distribuído somente entre as frações madeira com casca (86,4%) e galhos (13,6%).

Em área de floresta secundária na Amazônia, Rugani et al. (1997) estimaram em 125,13 Mg ha⁻¹ a biomassa total acima do solo, tendo sido também considerada a serapilheira acumulada sobre ele, que atingiu 5,53 Mg ha⁻¹.

Brun (2003), estudando a biomassa em área de mata ciliar e em Floresta Estacional Decidual em estágio médio de regeneração, sendo esta última com fisionomia e estrutura semelhante à denominada floresta secundária deste estudo, relatou uma biomassa total de 110,65 Mg ha⁻¹ e 136,96 Mg ha⁻¹, para mata ciliar e em estágio médio de regeneração, respectivamente.

No tocante a essa última floresta, percebe-se que os valores são próximos aos deste estudo, principalmente na área de floresta secundária, o que leva a crer que os dados encontrados refletem o comportamento dessas fases sucessionais em acumular biomassa acima do solo.

A biomassa acumulada em diferentes estádios sucessionais de Floresta Ombrófila Mista Montana, em General Carneiro-PR, foi estudada por Watzlawick et al. (2002), que relataram valores de 69,4 Mg ha⁻¹, 168,8 Mg ha⁻¹ e 397,8 Mg ha⁻¹ para estágio inicial, médio e avançado, respectivamente. Os autores justificam as grandes diferenças encontradas no acúmulo de biomassa em função das maiores dimensões dos indivíduos dos estádios sucessionais mais velhos, mesmo sendo a densidade de árvores maior no estágio sucessional mais jovem.

A biomassa acima do solo na Floresta tropical Amazônica foi estimada em 324,0 Mg ha⁻¹, menor que em outras florestas tropicais da África e da Ásia. Os troncos corresponderam a 65,6% e a copa a 34,4%, dividida em galhos grossos (diâmetro > 1,0 cm), que contemplam 17,8%; galhos finos 14,5%; folhas 2,03% e flores/frutos 0,01%. Também foi estimado o acúmulo anual de biomassa, que chegou a um valor de 4,3 Mg ha⁻¹ por ano (HIGUCHI et al., 1998).

Considerando as duas fases sucessionais estudadas como apresentando 33 e 53 anos, para o capoeirão e floresta secundária, respectivamente, chega-se a valores de incremento anual em biomassa da ordem de 3,01 e 2,97 Mg ha⁻¹ por ano.

Vaccaro (2002) estudou o crescimento das duas fases sucessionais, objetos deste estudo, através do incremento ocorrido entre 1996 e 2000, e relatou que o aumento em diâmetro e área basal foi maior no capoeirão, com 0,14 cm por ano e 0,226.10⁻³ m² por ano, contra 0,10 e 0,271.10⁻³ m² por ano.

Apesar de essas estimativas de crescimento (biomassa, diâmetro e área basal) serem obtidas por metodologias diferentes, a primeira através de idade e as outras por inventário contínuo, percebe-se que os incrementos em diâmetro correspondem ao de biomassa. Quanto à área basal, o período amostrado pode ter refletido mudanças de incremento em relação a idades mais jovens das *subseres*, o que não indica correspondência em relação ao acúmulo anual de biomassa acima do solo.

Golley et al. (1978) estudaram a biomassa acumulada em dois diferentes sítios de Floresta Tropical Úmida, no Panamá. Relataram que a biomassa viva alcançou 377,8 Mg ha⁻¹ na região do rio Lara (estação úmida) e 276,1 Mg ha⁻¹ na região do rio Sabama (estação seca). Porém, as diferenças de acúmulo, segundo os autores, não foram puramente estacionais (a não ser para as frações folhas, flores e frutos), uma vez que a área basal por hectare na primeira área era de 45,2 m² ha⁻¹, contra 26,4 m² ha⁻¹ na segunda área, devido, principalmente, à maior densidade de indivíduos no primeiro caso.

Como visto, o acúmulo de biomassa nas florestas tropicais inalteradas apresenta-se bem superior aos valores encontrados nos estádios sucessionais da Floresta Estacional Decidual em estudo. Obviamente que os valores de acúmulo de biomassa, em uma floresta

inalterada deste último tipo florestal, seriam maiores, mesmo sendo difícil alcançar a floresta Amazônica neste aspecto.

Torna-se interessante comparar os dados relativos às diferentes frações da biomassa aérea, uma vez que podem expor parâmetros sucessionais de grande interesse. Nesse sentido, observa-se que o acúmulo de biomassa de tronco é superior na floresta tropical, com 65,6% (HIGUCHI et al., 1998), sendo somadas para isso as frações madeira e casca, contra 57,5% no capoeirão e 59,2% na floresta secundária. Contudo, este aspecto ocorre mais em função do estágio de sucessão da floresta do que do bioma considerado.

Em relação à fração galhos (finos e grossos), a produção na floresta Amazônica chegou a 32,3% (HIGUCHI et al., 1998), contra 21,5% no capoeirão e 30,3% na floresta secundária. Este aspecto poderia ser entendido de forma contrária ao que relatam Miller (1995) e Schumacher (1996), uma vez que a biomassa de copa, que inclui galhos, tenderia a diminuir sua participação com o tempo. No entanto, é importante considerar que as florestas objeto deste estudo não apresentam ainda uma estabilização em acúmulo de biomassa na suas frações, devendo ser ressaltado que o seu crescimento prioritário ainda pode estar dirigido à formação de copa, apesar de ser cabível considerar que esta prioridade tende a diminuir com o passar dos anos.

Ao que parece, a variação da contribuição da fração folhas é extremamente pequena em relação ao aumento da idade da floresta, variando de 2,25% no capoeirão a 2,23% na floresta secundária. Em comparação, a floresta tropical avaliada por Higuchi et al. (1998) apresentou 2,03% de folhas.

Com base no estudo de Higuchi et al. (1998), pode-se justificar também a não-avaliação, neste estudo, da fração flores e frutos, uma vez que ela representou apenas 0,01% da biomassa aérea total. Esse fato também é relatado por outros autores, como

Golley et al. (1978), com 0,03% de flores e frutos (Floresta Tropical Úmida do Rio Lara) e 0,003% (Floresta Tropical Úmida do Rio Sabama). Watzlawick et al. (2002) relataram valores de 0,36, 0,75 e 1,09% para a fração miscelânea, em três diferentes estádios sucessionais (inicial, intermediário e avançado, respectivamente) de uma Floresta Ombrófila Mista Montana no Paraná. Esses maiores percentuais apresentados no último trabalho ocorrem pelo fato de a fração miscelânea dos referidos autores considerar materiais como musgos, bromélias e outros, além de flores e frutos, na mesma fração.

Praticamente não existem trabalhos que avaliam separadamente a biomassa de lianas. Neste estudo, a biomassa total de lianas foi maior no capoeirão (14,6 Mg ha⁻¹) e decresceu significativamente na floresta secundária (7,8 Mg ha⁻¹). Em termos relativos, a contribuição desta fração teve diminuição ainda mais drástica, passando de 14,24% no capoeirão para 4,97% na floresta secundária. Mesmo assim, observações de campo, no momento da coleta de dados, evidenciam que a ocorrência de lianas, no estágio sucessional mais jovem, acontece de forma generalizada, ou seja, rente ao solo, no estrato arbustivo, junto às maiores árvores etc. Ao contrário, na floresta mais velha a ocorrência se dá prioritariamente junto às copas das maiores árvores, na maioria dos casos atrapalhando o desenvolvimento destas. Assim, em situações de manejo sustentado, uma das atividades a ser realizada deve ser o corte desses cipós, aspecto respaldado em literaturas específicas.

De acordo com Houghton (1994), as diferenças no acúmulo de biomassa entre distintos estádios sucessionais justificam-se à medida que diferentes tipos de florestas estocam quantidades variadas de biomassa. Além disso, a variação de locais dentro do mesmo tipo florestal também pode fazer variar muito a biomassa, o que ocasiona uma diversificação nas estimativas de biomassa.

A partir disso, pode-se concluir que são inúmeros os possíveis comportamentos que podem ser diagnosticados em relação ao acúmulo de biomassa entre diferentes florestas e dentro de um mesmo tipo florestal. Desta forma, principalmente em florestas nativas, para as quais as leis de proteção são severas, em locais onde ainda não se tem idéia sobre a biomassa acumulada no sistema e suas inter-relações, primeiramente devem ser efetuadas amostragens destrutivas, visando conhecer a biomassa acumulada em suas diferentes frações e compartimentos, fornecendo parâmetros (variáveis) para futuras modelagens matemáticas do acúmulo de biomassa para estes locais, o que deixará de demandar o abate de árvores a cada novo estudo.

REFERÊNCIAS

- BRUN, E. J. Quantificação da biomassa vegetal aérea na área de alagamento do Complexo Energético Rio das Antas. Porto Alegre: Companhia Energética Rio das Antas - CERAN, 2003. 51 p. (Relatório de Pesquisa).
- GANDOLFI, S. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP.** 1991. 232 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.
- GOLLEY, F. B. et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de Floresta Tropical Úmida.** Tradução de Eurípedes Malavolta. São Paulo: EPU, Editora da USP, 1978. 256 p.
- GÓMEZ-POMPA, A. Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. **Biotropica**, v. 3, p. 125-135, 1971.
- HAAG, H. P. A nutrição mineral e o ecossistema. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 49-52.
- HIGUCHI, N. et al. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 1, p. 153-166, 1998.
- HOUGHTON, R. A. As florestas e o ciclo do carbono global: armazenamento e emissões atuais. In: EMISSÃO X SEQUESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 38-76.
- MILLER, H. G. The influence of stand development on nutrient demand, growth and allocation. **Plant and Soil**, v. 168/169, p. 225-232, 1995.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73 p.
- PAULA, J. E.; IMAÑA-ENCINAS, J.; PEREIRA, B. A. S. Parâmetros volumétricos e da biomassa da mata ripária do Córrego dos Macacos. **Cerne**, v. 2, n. 2, p. 91-105, 1996.
- RUGANI, C. A.; SCHLITTLER, F. H. M.; CARVALHO, J. B. Biomassa e estoque de nutrientes nos vários compartimentos de uma Floresta Secundária de Terra Firme em Manaus, AM. **Naturalia**, v. 22, p. 103-113, 1997.
- SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL: O AMBIENTE DA FLORESTA, 1., 1996, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1996.
- STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Emater/RS; UFRGS, 2002. 107 p.
- VACCARO, S. **Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza - RS.** 1997. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.
- VACCARO, S. **Crescimento de uma Floresta Estacional Decidual, em três fases sucessionais, no município de Santa Tereza - RS.** 2002. 137 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.
- VACCARO, S.; HESS, A. F.; LONGHI, S. J. Estudo da composição florística e estrutura da vegetação arbórea da sede do município de Santa Tereza - RS. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, v. 1, 1992. p. 395-415.
- WATZLAWICK, L. F. et al. Fixação de carbono em Floresta Ombrófila Mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETTA, C. R. et al. **As florestas e o carbono.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2002. p. 153-173.