

BIOMASSA AÉREA E DE RAÍZES EM ÁRVORES DE REFLORESTAMENTOS HETEROGÊNEOS NO VALE DO PARANAPANEMA, SP

Helmut Werner FORSTER*
Antonio Carlos Galvão de MELO**

1 INTRODUÇÃO

A restauração de florestas ripárias tinha, até pouco tempo, como metas, restaurar as funções de proteção aos recursos abióticos (solo e água) e, também, restabelecer a diversidade biológica e os processos ecológicos do ecossistema original que fora destruído.

Nesses primeiros anos do terceiro milênio, porém, mediante as ameaças de aquecimento global pelo efeito estufa e das conseqüências nefastas previstas em decorrência das mudanças climáticas, um novo serviço ambiental passou a ser esperado das florestas: o papel das árvores como sumidouros de carbono. Surgiu assim uma nova demanda para as pesquisas sobre restauração de florestas: quantificar esse serviço ambiental prestado pelos reflorestamentos com espécies nativas e discutir a eficácia dessa estratégia na redução dos níveis de CO₂ atmosférico.

O mercado de créditos de carbono depende desse conhecimento e, de imediato, da proposição de técnicas que apresentem uma combinação ótima de precisão e aplicabilidade para o monitoramento da fixação de carbono pelas florestas plantadas (Rocha, 2004). Contratos de crédito serão, necessariamente, baseados nas taxas de incremento em biomassa, as quais são altamente variáveis para plantios florestais, essencialmente em função das espécies plantadas e das condições de clima e solo (Tajchman *et al.*, 1996).

O objetivo deste estudo é investigar a quantidade de biomassa em árvores de reflorestamento heterogêneo no Médio Vale Paranapanema, respondendo às seguintes questões:

- como se distribui a biomassa entre diferentes compartimentos das árvores?
- como se distribui a biomassa em árvores com diferentes ritmos de crescimento?
- existe variação na proporção de raízes e parte aérea para diferentes espécies?
- existe variação na proporção de biomassa de raízes, em árvores da mesma espécie com diferentes idades?

2 MATERIALE MÉTODOS

Foram selecionadas 120 árvores, de 44 espécies, com diâmetro à altura do peito (DAP) variando de 4,5 a 57,5 cm, em nove áreas de reflorestamentos heterogêneos, com idades variando de 5 a 36 anos, na região do Médio Vale Paranapanema, entre as coordenadas 22° 35' a 22° 50' S e 50° 22' a 50° 37' W. As árvores selecionadas foram classificadas pelo ritmo de crescimento em lento, médio e rápido, com base em Durigan *et al.* (2004).

Cada árvore teve sua biomassa separada em quatro compartimentos:

- Raízes: todo o material radicular com diâmetro maior que um centímetro;
- Tronco: material localizado entre o colo e o ponto de inversão morfológica;
- Ramos: material lenhoso acima do ponto de inversão morfológica até o diâmetro mínimo de um centímetro;
- Folhas: folhas e ramos finos (abaixo de um centímetro de diâmetro).

As árvores selecionadas, logo que abatidas, tiveram seus compartimentos separados e pesados no campo em dinamômetro com capacidade de 200 kg e precisão de 50 gramas.

(*) Acadêmico do curso Química Industrial da Fundação Educacional do Município de Assis. Bolsista FUNDAP/DPP. E-mail: hwf.alemao@gmail.com

(**) Orientador. Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

Para determinação do teor de massa seca, foi retirada uma amostra de cada compartimento, exceto do tronco, de onde foram colhidas três amostras: uma de base (junto ao colo da árvore), uma a 50% da altura e a última no topo do tronco. Estas amostras, logo após serem coletadas, foram pesadas em uma balança semi-analítica com capacidade de 5 kg e precisão de 0,1 g e posteriormente secas em estufa a 60 °C, para folhas, e 85 °C para as demais amostras, até estabilização do peso, quando eram novamente pesadas.

A biomassa total dos diferentes compartimentos das árvores foi calculada em porcentagem de massa seca, obtida a partir das amostras, por meio da fórmula:

$$\% \text{ massa seca} = (\text{peso seco} / \text{peso úmido}) \times 100$$

Para comparação, os resultados foram transformados por $\arcsen \sqrt{p/100}$ (p = probabilidade %) e submetidos a análise de variância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi constatada variação significativa dos percentuais de biomassa entre as classes separadas pelo ritmo de crescimento.

Os valores médios de biomassa nos diferentes componentes (TABELA 1) mostram que, para qualquer das classes e também quando se considera o conjunto de todas as árvores abatidas, o percentual de biomassa das raízes é bastante expressivo e gira em torno de 20%.

TABELA 1 – Distribuição proporcional da biomassa, pelos compartimentos, de 120 árvores de 44 espécies nativas plantadas em reflorestamentos ciliares no Médio Vale do Paranapanema, SP. (Comparação entre os ritmos de crescimento e a média geral).

	Ritmo de crescimento			Todas as árvores
	Lento	Médio	Rápido	
Folhas	7,6 ± 5,0%	7,7 ± 7,5%	6,5 ± 4,8%	7,2 ± 5,7%
Ramos	33,9 ± 12,0%	40,1 ± 17,2%	39,9 ± 16,9%	38,7 ± 15,3%
Tronco	36,4 ± 10,2%	32,9 ± 15,2%	33,8 ± 14,7%	34,0 ± 13,4%
Raízes	22,1 ± 5,8%	19,4 ± 6,5%	19,8 ± 6,7%	20,1 ± 6,3%

Muito embora não tenham sido encontrados padrões relacionados com o ritmo de crescimento das espécies, a distribuição da biomassa entre parte aérea e subterrânea ocorre de forma bastante diferenciada entre as espécies amostradas (TABELA 2). Espécies típicas de cerrado, ao contrário do esperado, não apresentaram proporção mais elevada de biomassa de raízes do que espécies florestais. Como exemplos, obteve-se 17% em *Anadenanthera falcata*, 19,1% em *Dipteryx alata*, 20,8% em *Tabebuia ochraceae* e 22,6% em *Plathymenia reticulata*, valores que não são muito distintos dos 20,1% encontrados, em média para todas as espécies.

Não se observou padrão de distribuição da biomassa para espécies típicas de ambientes ripários (14,3% da biomassa nas raízes de *Calophyllum brasiliense*, 15,3% em *Tapirira guianensis*, 28,4% em *Cytherexylum myrianthum*).

TABELA 2 – Distribuição da biomassa aérea e de raízes em 44 espécies nativas, plantadas em reflorestamentos no Médio Vale do Paranapanema, SP (em ordem crescente de porcentagem de biomassa de raízes).

Ritmo de crescimento	Espécie	n	Biomassa (%)	
			Raízes	Aérea
Médio	<i>Acacia polyphyla</i> D.C.	2	11,2	88,8
Médio	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	4	13,5	86,5
Médio	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf	1	13,6	86,4
Médio	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. ex Benth.	1	14,0	86,0
Médio	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	2	14,3	85,7
Médio	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	2	14,5	85,5
Médio	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	14,5	85,5
Rápido	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	3	14,8	85,2
Rápido	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	3	15,3	84,7
Lento	<i>Psidium guajava</i> L.	1	15,6	84,4
Médio	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	2	16,1	83,9
Rápido	<i>Inga uruguensis</i> Hook. et Arn.	4	16,1	83,9
Lento	<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.	2	16,4	83,6
Médio	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	4	16,9	83,1
Rápido	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	5	17,0	83,0
Rápido	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	9	17,0	83,0
Médio	<i>Cupania vernalis</i> Camb.	1	17,2	82,8
Médio	<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	2	17,9	82,1
Lento	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	1	17,9	82,1
Rápido	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1	18,1	81,9
Rápido	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	3	18,7	81,3
Rápido	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	6	18,9	81,1
Médio	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	3	19,1	80,9
Lento	<i>Tabebuia ochraceae</i> (Cham.) Standl.	1	20,8	79,2
Médio	<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	2	21,3	78,7
Lento	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	5	21,7	78,3
Rápido	<i>Croton urucurana</i> Baill.	3	21,9	78,1
Lento	<i>Cyclolobium vecchi</i> A. Samp. ex Hoehne.	5	22,2	77,8
Médio	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	5	22,6	77,4
Médio	<i>Chorisia speciosa</i> ASt.-Hill.	3	23,6	76,4
Médio	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	4	23,7	76,3
Lento	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Alemão	6	23,8	76,2
Médio	<i>Triplaris brasiliana</i> Cham.	1	23,8	76,2
Lento	<i>Bauhfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	3	23,8	76,2
Rápido	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	1	24,1	75,9
Lento	<i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Lee et Lang.	1	24,3	75,7
Rápido	<i>Croton floribundus</i> (L.) Spreng.	3	24,5	75,5
Rápido	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1	24,7	75,3
Rápido	<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth.	3	25,0	75,0
Médio	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	2	25,7	74,3
Rápido	<i>Cytherexylum myrianthum</i> Cham.	5	28,4	71,6
Lento	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	1	29,1	70,9
Médio	<i>Genipa americana</i> L.	1	31,2	68,8
Médio	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	1	38,5	61,5

A proporção de raízes apresentou grande variação em função da idade para *A. falcata* ($F = 39,08$; $\rho < 0,001$) que, mesmo em ambiente de reflorestamento, mantém a estratégia observada em várias espécies de cerrado de investirem, no início de seu desenvolvimento, em maior biomassa do sistema radicular. Para *M. urundeuva*, não se observou diferença ($F = 2,16$; $\rho = 0,2149$) na distribuição da biomassa entre diferentes idades (TABELA 3). O fato de poucas espécies terem sido amostradas com diferentes idades e em número que permita análise impede a comparação com outras espécies.

TABELA 3 – Proporção da biomassa de raízes em árvores de duas espécies com diferentes idades, em reflorestamentos heterogêneos no Médio Vale do Paranapanema, SP.

	<i>Anadenanthera falcata</i>		<i>Myracrodruon urundeuva</i>	
Idade (anos)	5	36	8	36
n	5	4	3	3
% Biomassa raízes	23,0 ± 3,3%	9,5 ± 2,9%	26,0 ± 3,4%	21,6 ± 3,9%
% Biomassa aérea	77,0 ± 3,3%	90,5 ± 2,9%	74,0 ± 3,4%	78,4 ± 3,9%

Os resultados encontrados podem ser explicados de duas formas. Primeiro, o ambiente dos reflorestamentos é, propositalmente, construído de forma a eliminar a competição entre as árvores e possibilitar o desenvolvimento de todos os indivíduos. O desenvolvimento de raízes e, por consequência, a exploração dos recursos (luz, água e nutrientes) não sofrem interferência da competição e isso pode explicar o fato de não terem sido encontradas coincidências entre os resultados deste estudo e os dados da literatura obtidos em florestas naturais, sob condição de intensa competição.

Segundo, conforme se observa na TABELA 2, talvez não seja possível, em nenhuma situação, separar espécies em grupos por forma de exploração dos recursos do solo. Algumas podem compensar a menor massa de raízes com outras características que permitam a otimização da exploração dos recursos ambientais. Por exemplo, a pouca disponibilidade de água no solo pode ser minimizada com abertura diferenciada de estômatos ou com o desenvolvimento de estruturas anatômicas que minimizem a transpiração.

4 CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Os resultados apresentados permitem recomendar que estudos sobre a quantificação de biomassa visando à avaliação do potencial de fixação de carbono por reflorestamentos heterogêneos não devem desprezar a biomassa de raízes, visto que sua contribuição para a biomassa total das árvores é bastante expressiva.

A análise da distribuição da biomassa entre os componentes das árvores de diferentes espécies e grupos funcionais pode trazer elementos que contribuam para a compreensão dos processos ecológicos envolvidos na restauração das florestas nativas.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Projetos da Paisagem, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo pelo financiamento dos trabalhos dentro do Projeto de Recuperação de Matas Ciliares.

FORSTER, H. W.; MELO, A. C. G. de. Biomassa aérea e de raízes em árvores de reflorestamentos heterogêneos no Vale do Paranapanema, SP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DURIGAN, G. *et al.* A flora arbustivo-arbórea do Médio Vale Paranapanema: base para restauração de ecossistemas naturais. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 199-239.

ROCHA, M. T. Mudanças climáticas e mercado de carbono. In: SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B. (Ed.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: UFPR: Ecoplan, 2004. p. 39-53.

TAJCHMAN, S. *et al.* On spatial variability of above-ground forest biomass. **Biomass and energy**, Amsterdam, v. 11, n. 5, p. 383-386, 1996.