

ESTIMATIVA DO CARBONO DA SERAPILHEIRA EM FLORESTAS DE EUCALIPTO DE DIFERENTES IDADES

Rudi Witschoreck, Laboratório de Ecologia Florestal, UFSM, 97015 – 900, Santa Maria-RS, Brasil; Mauro Valdir Schumacher, Prof. Dr. nat. tech. do Departamento de Ciências Florestais, UFSM, 97105 – 900, Santa Maria-RS, Brasil, (55) 220-8641, e-mail: schuma@ccr.ufsm.br

RESUMO

Em povoamentos de *Eucalyptus* spp. de 2, 4, 6 e 8 anos de idade, no município de Vera Cruz, Rio Grande do Sul, foi quantificada a serapilheira acumulada e o seu conteúdo de carbono. A amostragem consistiu na coleta de 40 amostras, em cada idade, com moldura de 25 cm x 25 cm, distribuídas em 4 parcelas de 600 m². A estimativa da serapilheira acumulada foi de 4,05; 5,98; 11,80 e 12,28 Mg ha⁻¹ e o estoque de carbono de 1,65; 2,62; 4,78 e 5,50 Mg ha⁻¹, respectivamente, no povoamento de 2, 4, 6 e 8 anos de idade.

Palavras-chaves: *Eucalyptus* spp., serapilheira, carbono, ciclagem de nutrientes.

ABSTRACT

In 2, 4, 6 and 8 years old *Eucalyptus* spp. stands, in Vera Cruz county, Rio Grande do Sul, was quantified the litter and its carbon content. The sampling was constituted in a collect of 40 samples, in each age, with a 25 cm x 25 cm frame, distributed in 4 plots of 600 m². The estimate litter was of 4,05; 5,98; 11,80 and 12,28 Mg ha⁻¹ and the supply of carbon was of 1,65; 2,62; 4,78 e 5,50 Mg ha⁻¹, respectively, in the 2,4,6 and 8 years old stand.

Key-words: *Eucalyptus* spp., litter, carbon, nutrients cycling.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* engloba mais de 600 espécies e variedades, a grande maioria pertence à Austrália continental e Tasmânia, com um número menor de espécies em Papua-Nova-Guiné, Timor e arquipélago indonésico (ilhas de Sonda, Flores e Witar), e uma única espécie (*Eucalyptus deglupta*) mais ao norte, alcançando Célebes, as Molucas e Mindanau, nas Filipinas (Marchiori, 1997).

Atualmente o eucalipto é a essência mais utilizada em reflorestamento no mundo, sendo que o Brasil possui a maior área plantada, o que equivale a quase 50% da área mundial (Lima, 1996; Leão, 2000).

Na área do presente estudo os reflorestamentos com eucalipto apresentam vários aspectos positivos. Economicamente, as florestas de eucalipto proporcionam, biomassa barata, que viabiliza atividades que necessitam desta fonte de energia. Ecologicamente, além de amenizar a pressão sobre os parques remanescentes de florestas naturais, os plantios de eucalipto possibilitam uma melhor utilização da área das propriedades, permitindo a utilização de áreas “marginais”, mal drenadas ou de topografia mais acidentada, onde desempenha importante papel na preservação do solo e dos recursos hídricos.

Mais recentemente, as florestas de crescimento rápido, como as de eucalipto, estão sendo preconizadas como possíveis drenos do carbono atmosférico. Desde a revolução industrial, em decorrência da utilização de combustíveis fósseis e da destruição das florestas, houve uma elevação de mais de 20% na concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera (Lal *et al.*, 1998). O efeito estufa, é um fenômeno natural, do qual o dióxido de carbono é um dos componentes, mas, se intensificado em demasia, poderá causar uma série de desequilíbrios ambientais, podendo culminar com o derretimento das calotas polares e a conseqüente inundação de áreas litorâneas (Odum, 1988). Como os vegetais têm a capacidade de fixar o CO₂ nas suas estruturas orgânicas, através da fotossíntese, os plantios de floresta têm se mostrado como uma alternativa viável para o “seqüestro de carbono”.

O presente estudo teve como objetivo, quantificar a serapilheira acumulada em povoamentos de *Eucalyptus ssp.* com 2, 4, 6 e 8 anos de idade e estimar a quantidade de carbono armazenado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A serapilheira é todo o material descartado pelas árvores, como folha, galho, casca, principalmente, e que se acumulam sobre o solo.

As folhas normalmente constituem a maior proporção da biomassa dos resíduos que caem ao solo, sendo que este percentual aumenta com a idade, até certo ponto, quando então, diminui devido ao aumento na queda de galhos e casca (Reis & Barros, 1990). A deposição de serapilheira em povoamentos de eucalipto apresenta variação estacional. São principalmente fatores climáticos como temperatura e umidade que influenciam a intensidade de deposição da serapilheira nas diferentes épocas do ano, havendo diferenças pronunciadas entre espécies.

Segundo Bray & Gorham (1964), a queda de serapilheira é influenciada por diversos fatores, tais como: tipo de vegetação, fatores do meio ambiente, densidade dos indivíduos e fatores climáticos.

A quantidade de material orgânico depositado ao longo de um ano está relacionada principalmente com as condições climáticas, sendo menor nas regiões frias e maior nas regiões equatoriais quentes e úmidas (Poggiani, 1992).

O acúmulo de serapilheira, na superfície do solo é regulado pela quantidade de material que cai da copa das árvores e pela taxa com que é decomposta. Desta forma, para que se tenha uma mesma quantidade de serapilheira sobre o solo ao longo do ano, é necessário que haja uma maior taxa de decomposição desse material quando houver uma maior taxa de deposição (Correia & Andrade, 1999).

Estima-se que a Terra possua um estoque total de carbono, superior a 26.10¹⁵ Mg. A maior parte desse encontra-se na forma de compostos inorgânicos e somente cerca de 0,05% na forma orgânica. Os compostos orgânicos são encontrados na biomassa marinha e terrestre, detritos orgânicos e no solo (terrestre), assim como, nos sedimentos e detritos orgânicos dos oceanos (Larcher, 2000).

A biomassa contém cerca de 650 Gt de carbono (Gt = Gigatonelada = 10⁹ Mg), valor próximo do encontrado na atmosfera 755 Gt, e menos da metade do carbono presente no solo que é de aproximadamente 1720 Gt. Depois da litosfera com 25 milhões de Gt, os oceanos constituem-se na maior reserva de carbono, com 38 500 Gt, Krapfenbauer (1991); Sombroek *et al.* (1993); Brown *et al.* (1996).

Estima-se que anualmente são liberados na atmosfera 6 Gt de carbono devido à queima de combustíveis fósseis e 2 a 4 Gt em conseqüência da destruição

das florestas. Deste montante, 6 Gt de carbono são teoricamente fixados nos oceanos através do ciclo do carbono e entorno de 3 Gt permanecem na atmosfera aumentando o efeito estufa. Esse aumento na concentração de CO₂ atmosférico decorre principalmente da utilização de combustíveis fósseis e da destruição das florestas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de dados foi realizada em pequenas propriedades rurais na cidade de Vera Cruz, no estado do Rio Grande do Sul. A cidade de Vera Cruz pertence à Microrregião Fumicultora de Santa Cruz do Sul, na transição entre as regiões fisiográficas da Encosta Inferior do Nordeste e a Depressão Central (Vieira, 1984). Na Tabela 1 verificam-se algumas características dos povoamentos estudados.

Tabela 1. Características dendrométricas dos povoamentos estudados.

Medida dendrométrica (unidade)	Idade do povoamento			
	2 anos	4 anos	6 anos	8 anos
Dap médio (cm)	6,5	6,8	12,8	13,2
Densidade (árvore ha ⁻¹)	2645,8	3569,4	2354,2	2375,0
Altura dominante (m)	11,9	14,0	27,4	28,6
V madeira com casca (m ³ ha ⁻¹)	48,4	80,2	344,4	414,0
V madeira sem casca (m ³ ha ⁻¹)	36,5	62,9	307,2	370,6

Sendo: dap= diâmetro à altura do peito, V= volume de madeira do tronco.

Segundo Koeppen, a área compreende o tipo climático Cfa2, que corresponde ao clima subtropical ou virginiano (Moreno, 1961). Este tipo climático possui as seguintes características principais: temperatura média anual superior a 18 °C, sendo a média do mês mais quente superior a 22 °C e do mês mais frio entre -3 e 18 °C. A precipitação pluviométrica da região fica em torno dos 1650 mm anuais.

Os solos da região pertencem ao Grupo São Bento, tendo como material de origem arenitos, siltitos e argilitos da Formação Rosário do Sul (Santa Maria), originado de deposições sedimentares de natureza flúvio-lacustre do período Triássico (Vieira, 1984). Especificamente, na área de estudo, o solo é do tipo Alissolo Hipocrômico argilúvico típico pertencente à unidade de mapeamento Santa Maria, constituída predominantemente por solos medianamente profundos (em torno de 1 m), com cores bruno acinzentadas no horizonte A e Bruno amareladas no horizonte B, textura média, friável e imperfeitamente drenado (Brasil, 1973; Streck *et al.*, 2002). Na Tabela 2 estão algumas características do solo (0 – 20 cm de profundidade) dos povoamentos estudados.

Tabela 2. Características do solo dos povoamentos estudados.

Idade	Argila	pH	MO	V	m	P	K	Ca	Mg	CTC	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹		%	mg L ⁻¹	cmolc L ⁻¹	mg L ⁻¹								
2 anos	195	4,4	1,5	23	59	1,1	21,7	1,4	0,4	8,3	0,8	0,4	143,2	12,0
4 anos	147	4,2	1,0	20	60	2,4	16,0	0,5	0,2	4,8	0,8	0,9	81,9	28,7
6 anos	192	4,8	1,5	46	18	12,9	29,0	2,2	1,1	7,4	1,2	0,9	273,3	15,9
8 anos	148	4,3	1,5	21	49	14,2	25,0	0,7	0,3	5,0	0,8	1,2	160,2	7,5

Sendo: pH em Água (1:1), M.O.= matéria orgânica, m= saturação por alumínio, V= saturação de bases, P e K com extrator Mehlich-I, Ca, Mg e Al com Extrator KCl 1 mol/L, CTC efetiva.

Para estimar a serapilheira de eucalipto depositada sobre o solo foram coletadas 10 amostras em quatro parcelas de 12 m x 20 m, totalizando 40 amostras por povoamento. Para tal foi utilizada uma moldura de ferro com as seguintes dimensões: 25 cm x 25 cm. As amostras coletadas eram pesadas, identificadas e armazenadas em saco de papel.

No laboratório, inicialmente foi feita uma triagem para a retirada dos componentes vivos das amostras e posteriormente, foram colocadas para secar em estufa com circulação e renovação de ar a temperatura de 75 °C por 72 horas. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança eletrônica com precisão de 0,01 g, para a determinação do peso seco. A razão entre o peso úmido e peso seco das amostras é utilizado para obter a massa seca. A quantificação da serapilheira (Mg ha^{-1}), foi realizada mediante extrapolação, em função da área, da massa seca média encontrada nas unidades amostrais.

Na determinação dos teores de carbono, foram utilizadas as mesmas amostras coletadas para determinação da massa seca de serapilheira. Para isso, foram analisadas 12 amostras compostas de serapilheira, 3 para cada idade.

Após secas em estufa, as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley com peneira de mesh 20. O teor de carbono foi determinado segundo a metodologia descrita por Tedesco *et al.* (1995), para a análise de tecidos vegetais. O estoque de carbono presente na serapilheira foi determinado através do produto entre os valores médios de massa seca e o teor médio de carbono.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Serapilheira acumulada

Os valores de serapilheira acumulada apresentaram tendência crescente com o aumento da idade dos povoamentos estudados, com relativa estabilização após os 6 anos (Tabela 3). Quando da comparação dos valores de serapilheira, entre diferentes estudos ou povoamentos, além da espécie, é importante considerar o fator espaçamento. Leite *et al.* (1997), verificaram relação linear decrescente com o aumento da área útil inicial disponível para cada planta, entre 31 e 39 meses de idade em povoamentos de *Eucalyptus grandis*.

Tabela 3. Valores médios de serapilheira de eucalipto (Mg ha^{-1}).

Idade do povoamento			
2 anos	4 anos	6 anos	8 anos
4,05	5,98	11,80	12,28
$\pm 0,823$ ^{1/}	$\pm 0,967$	$\pm 1,547$	$\pm 2,521$

^{1/} desvio-padrão entre amostras.

Quanto à espécie, Pereira *et al.* (1984b) avaliando a produção de biomassa e a remoção de nutrientes em povoamentos de *E. citriodora* e *E. saligna*, em espaçamento 3 m x 2 m e 9 anos de idade, na região de cerrado de Minas Gerais, encontraram, respectivamente, 21,93 e 14,73 Mg ha^{-1} de serapilheira, mesmo, tendo as espécies apresentado biomassa equivalente, acima do solo.

Schumacher *et al.* (1994) quantificaram a deposição média anual de serapilheira, obtendo, respectivamente, 7,20; 3,14 e 5,86 Mg ha^{-1} para *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* ambos com 7 anos e espaçamento 3 x 3 m, e *E. torelliana* aos 10 anos de idade e espaçamento 3 m x 2 m.

Pereira *et al.* (1984a) determinaram a serapilheira acumulada, numa seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* com espaçamento 3 m x 2 m, 1,10; 2,40; 4,25; 5,66; 6,60; 7,70 e 11,80 Mg ha⁻¹, respectivamente, aos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 anos de idade.

4.2 Estoque de carbono

As características da serapilheira são condicionadas, entre outros fatores, à natureza do material que a constitui, como folhas, galhos e casca, que são os seus principais componentes. A proporção de cada um desses constituintes, bem como, o grau de decomposição destes, que por sua vez é afetado pelas características do clima e solo, condicionarão o teor de carbono da serapilheira.

As Tabelas 4 e 5 trazem, respectivamente, o teor e o estoque de carbono, presente na serapilheira e eucalipto dos povoamentos estudados.

Tabela 4. Teor de carbono na serapilheira (g kg⁻¹).

Parâmetro	Idade do povoamento			
	2 anos	4 anos	6 anos	8 anos
Média	408,6	439,1	404,6	448,1
D. Padrão	16,80	18,48	14,36	12,92
C.V. (%) ^{1/}	4,1	4,2	3,5	2,9

^{1/} coeficiente de variação.

Tabela 5. Estoque de carbono na serapilheira em Mg ha⁻¹.

Idade do povoamento				Média
2 anos	4 anos	6 anos	8 anos	
1,65	2,62	4,78	5,50	3,63

5. CONCLUSÕES

- A serapilheira acumulada de eucalipto chegou a 4,05; 5,98; 11,80 e 12,28 Mg ha⁻¹, respectivamente no povoamento de 2, 4, 6 e 8 anos de idade;
- O carbono fixado na serapilheira dos povoamentos de 2, 4, 6 e 8 anos de idade, foi, respectivamente, de 1,65; 2,62; 4,78 e 5,50 Mg ha⁻¹.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (DNPEA. Boletim técnico, 30).

BRAY, J.R.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in ecological research**, Londres, 2:101-57,1964.

BROWN, S. *et al.* Management of forests for mitigation of greenhouse gas emissions. In: WATSON, R.T.; ZINYOWERA, M.C.; MOSS, R.H. (eds) **Climate change 1995, impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-**

technical analyses. Report of Working Group II, Assessment Report, IPCC, p. 773–797. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press, 1996.

CORREIA, M. E. F. & ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A. & CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo**. Porto Alegre: Gênese, 1999. cap.10, p.197-225.

KRAPFENBAUER, A. **A importância da floresta no equilíbrio do dióxido de carbono.** In: SEMINÁRIO SOBRE A PRODUÇÃO DE CELULOSE NO BRASIL E O MEIO AMBIENTE. Curitiba, 1991.

LAL, R.; KIMBLE, J.; FOLLETT, R.F. Pedospheric processes and the carbon cycle. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; FOLLETT, R.F.; STEWART, B.A. (eds) **Soil processes and the carbon cycle**. CRC Press LLC, 1998, p. 1-8.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LEÃO, R.M. **A floresta e o homem**. São Paulo: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 2000. 434p.

LEITE, F.P.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. *et al.* Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. **Revista Árvore**, v.21, n.3, p.313-321, 1997.

LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996. 301p.

MARCHIORI, J.N.C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das angiospermas: myrtales**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1997. 304p.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 31p.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

PEREIRA, A.R.; BARROS, N. F.; ANDRADE, D.C.; CAMPOS, P.T.A. Concentração e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* em função da idade, cultivado na região do cerrado. **Brasil Florestal**, n.59, p.27–37, 1984a.

PEREIRA, A.R.; ANDRADE, D.C.; LEAL, P.G.L.; TEIXEIRA, N.C.S. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* cultivados na região de cerrado de Minas Gerais. **Revista Floresta**, v.15, n.1 e 2, p8-16, 1984b.

POGGIANI, F. Alterações dos ciclos biogeoquímicos em florestas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo, SP: Revista do Instituto Florestal, 1992. 4:734-739.

REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (eds). **Relação solo eucalipto**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 1990. cap.7, p.265-302.

SCHUMACHER, M.V.; POGGIANI, F.; SIMÕES, J.W. Transferência de nutrientes das copas para o solo através da deposição de folheto em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus torelliana*, plantados em Anhembi, SP. **IPEF**, Piracicaba v.47, p.56-61, 1994.

SOMBROEK, W.G.; NACHTERGAELE, F.O.; HEBER, A. Amounts, dynamics and sequestering of carbon in tropical and subtropical soils. **Ambio**, v.22, n.7, p. 417–426, 1993.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, EMATER/RS, 2002. 107p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico n.5).

VIEIRA, E.F. **Rio Grande do Sul: geografia física e vegetação**. Porto Alegre: Sagra, 1984. 184p.