



## Estoque de C em plantios de *Eucalyptus* spp. sob manejo da talhadia e alto fuste

José Jorge Monteiro Junior<sup>1,2</sup>  
Tulio Barroso Queiroz<sup>1</sup>  
Mateus Tinoco Silva<sup>1,3</sup>  
Gardenia Gonçalves de Oliveira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bracell Bahia Specialty Cellulose S.A. ([tulio\\_queiroz@bracell.com](mailto:tulio_queiroz@bracell.com)), <sup>2</sup>Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP)([jorgem@usp.br](mailto:jorgem@usp.br)) <sup>3</sup>Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)([mateus-tinoco@hotmail.com](mailto:mateus-tinoco@hotmail.com)), <sup>4</sup>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)([gardenia.goncalves@unesp.br](mailto:gardenia.goncalves@unesp.br))

**RESUMO:** *O objetivo deste trabalho é analisar a biomassa, e conseqüentemente, o teor de carbono fixo presente no sistema radicular de plantios florestais de Eucalyptus spp. durante a meia e final rotação (3 e 6 anos) sob diferentes tipos de manejo, sendo estes talhadia e alto fuste/reforma. Este estudo foi realizado em regiões próximas ao litoral do nordeste brasileiro – NEB, no estado da Bahia. A biomassa de cada um dos compartimentos foi submetida a teste de Tukey (5%) e o fator de expansão da biomassa (FEB) e a razão de raízes (R) foram usados na quantificação de carbono em florestas. Neste estudo a talhadia apresentou maior acúmulo de biomassa (41,8% anos 3 anos e 57,9 % aos 5 anos) nas raízes, gerando assim um maior acúmulo de carbono, com potencial de acumular aproximadamente 17,2 toneladas de carbono por hectare.*

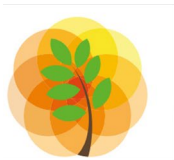
*Palavras-chave:* talhadia, manejo florestal, biomassa

### Introdução

O eucalipto é uma espécie de rápido crescimento que se adaptou às condições climáticas do Brasil e ocupa mais 7,5 milhões de hectares cultivados (Ibá, 2023). Além de fornecer matéria-prima para a produção de papel, celulose e madeira serrada, o eucalipto contribui significativamente para a geração de empregos, desenvolvimento econômico e contribuiu para a mitigação dos impactos sociais e ambientais (como sumidouros de carbono) da expansão florestal.

A emissão de carbono tem sido uma preocupação constante nas últimas décadas, tanto por parte da comunidade científica quanto por governos e organizações ao redor do mundo. Ao passo que as emissões globais de CO<sub>2</sub> provenientes do uso de combustíveis fósseis aumentaram em cerca de 2% por ano na década de 2010, chegando a 36,4 gigatoneladas em 2019 (Friedlingstein et al., 2020), tamanha gravidade resulta na demanda por ações urgentes de combate a mudança do clima contemporâneo.

As florestas de eucalipto têm um potencial significativo como sumidouros de carbono (Peichl et al., 2023). E alguns fatores devem ser avaliados, como: (i) tipo de manejo, sendo este um dos possíveis limitantes para a maximização da capacidade de sequestro de carbono (e para os fins deste estudo - reforma e talhadia); (ii) idade da floresta (onde algumas raízes apresentam maior



concentração de carbono); e (iii) disponibilidade de nutrientes no solo (Bragagnolo et al., 2022; Li et al., 2019).

Este estudo visa analisar a biomassa, e consequentemente, o teor de carbono fixo presente no sistema radicular de plantios florestais de *Eucalyptus* spp. considerando um ciclo de 5 anos, com amostragem destrutiva aos 3 e 5 anos de idade sob manejo talhadia e alto fuste/reforma.

## Material e métodos

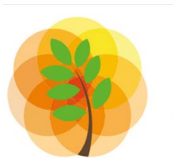
A área em estudo está localizada nas proximidades do município de Entre Rios, no litoral norte do estado da Bahia. A região segundo a classificação de Köppen é tropical úmido (Af), e a precipitação pluviométrica média de 1200 mm.ano<sup>-1</sup>, o relevo regional é leve-ondulado e compreende de solos formados principalmente de arenitos com intercalações de folhelhos e conglomerados.

A parcela experimental seguiu delineamento inteiramente casualizado (DIC), utilizando povoamentos de *Eucalyptus urophylla* contendo duas parcelas experimentais e quatro repetições, totalizando 144 plantas por tratamento, onde cada planta ocupou 9 m<sup>2</sup>. Devido à complexidade da amostragem (Figura 1) de raízes grossas e tocos, 4 indivíduos médios foram selecionados para compor a amostragem de biomassa radicular aérea e abaixo do solo.



**Figura 1** – Amostragem da biomassa radicular em povoamentos de *E. urophylla*.

Raízes grossas (tocos) passaram por escavação manual e sob auxílio de uma talha foram removidos para obtenção da massa ainda no campo. Amostras foram coletadas, secas em estufa (65°C). A biomassa de cada um dos compartimentos foi submetida a Teste de Tukey (5%) através do



software estatístico R.

Para o cálculo do fator de expansão de biomassa (FEB) das árvores, foi utilizada a fórmula (1) indicada pelo IPCC (2006):

$$FEB = \frac{P_{copa} + P_{fuste}}{P_{fuste}} = \frac{P_{aéreo}}{P_{fuste}}$$

Em que: FEB = fator de expansão da biomassa (adimensional);  $P_{copa}$  = peso seco da copa da árvore (g);  $P_{fuste}$  = peso seco do fuste da árvore (g);  $P_{aéreo}$  = peso seco do fuste da árvore + peso da copa da árvore (g).

A razão de raízes foi obtida através da fórmula (2), de acordo com o IPCC (2006):

$$R = \frac{P_{raiz}}{P_{aéreo}}$$

Em que: R = razão de raízes (adimensional);  $P_{raiz}$  = peso seco da raiz da árvore (g);  $P_{aéreo}$  = peso seco da parte aérea da árvore (g).

Por fim, o estoque de carbono das raízes foi calculado através da fórmula adaptada de Corte et al., 2012 (3).

$$Carbono = P_{raiz} * FEB * (1 + R) * FC$$

Em que: FC consiste em um fator de conversão equivalente a 0,47 sugerido pelo IPCC (2006) para o gênero *Eucalyptus*.

## Resultados e discussão

O presente estudo revelou que o povoamento sob manejo da brotação apresenta produção de biomassa similar ao manejo de povoamentos sob manejo da reforma. Entretanto árvores sob manejo da talhadia apresentaram maior acúmulo de biomassa radicular ( $\approx 50\%$ ), quando comparado ao sistema de reforma. Isso acontece porque as árvores sob talhadia apresentam mais tempo para crescer e desenvolver raízes mais extensas (Tabela 1).

**Tabela 1** - Biomassa total ( $Mg\ ha^{-1}$ ) e dos compartimentos (folhas, galhos, madeira, casca e raízes) de *E. urophylla* sob manejo da reforma e talhadia.

Compartimento	3 anos	5 anos	3 anos	5 anos
	$Mg\ ha^{-1}$			
	Reforma		Talhadia	
Casca (C)	5,58 bA	8,87 aA	5,08 bA	11,84 aA
Folha (F)	2,17 aA	3,10 aA	1,69 aA	3,41 aA
Galho (G)	6,20 aA	4,84 aA	4,84 aA	6,86 aA
Madeira (M)	39,76 bcA	84,91 aA	36,59 bcA	102,86 aA
Raiz (R)	10,76 bB	16,82 aB	21,79 bA	27,56 aA
Total	64,47	118,54	69,99	152,53

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) para idade e manejo respectivamente.

Florestas com maior biomassa têm capacidade de armazenar uma quantidade maior de carbono em suas estruturas. Esses estoques tem um papel importante na mitigação das mudanças



climáticas, uma vez que o carbono armazenado na biomassa das árvores não é liberado na atmosfera como CO<sub>2</sub> que é um dos principais gases de efeito estufa responsável pelo aquecimento global. Conforme Tabela 2, os resultados revelaram que o fator de expansão da biomassa e a razão de raízes variam de maneira considerável em função do manejo e idade do povoamento.

**Tabela 2** - Fator de expansão da biomassa (FEB), razão de raízes (R) e biomassa (P – do fuste, parte aérea e raízes) de *E. urophylla* sob manejo da reforma e talhadia.

Sigla	Fator	Un	3 anos	5 anos	3 anos	5 anos
			kg ha <sup>-1</sup>			
			Reforma		Talhadia	
feb	fator de expansão da biomassa	kg kg <sup>-1</sup>	1,18	1,08	1,16	1,09
r	razão de raízes	kg kg <sup>-1</sup>	0,20	0,17	0,45	0,22
P <sub>fuste</sub>	biomassa seca do fuste (C+M)	kg	45,340	93,780	41,670	114,700
P <sub>aéreo</sub>	biomassa seca da parte aérea (C+F+G+M)	kg	53,710	101,720	48,200	124,970
P <sub>raiz</sub>	biomassa seca das raízes (R)	kg	10,760	16,820	21,790	27,560

Após a colheita a decomposição de tocos pode levar anos para ser concluída, dependendo do tamanho e da densidade do toco, além das condições ambientais. Durante esse período parte do carbono armazenado na biomassa do toco (raiz) pode ser liberada na forma de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, contribuindo para os gases do efeito estufa. Após aplicar o fator de expansão da biomassa para estimativas do carbono fixado pelas raízes identificamos que o estoque de carbono nas raízes de eucalipto sob manejo da talhadia contribui para maior sequestro de carbono atmosférico e pode ter um papel importante na mitigação das mudanças climáticas, uma vez que uma parte substancial é mantida no solo, contribuindo para manutenção do estoque de carbono no sistema.

**Tabela 3** - Estoque de carbono em raízes de *Eucalyptus urophylla* sob manejo da talhadia e reforma aos 3 e 5 anos de idade.

Manejo	3 anos	5 anos
	Mg ha <sup>-1</sup>	
Reforma	7,19	9,99
Talhadia	17,20	17,23

No sistema de talhadia a preservação do toco é importante porque ele ainda é capaz de realizar processos fisiológicos, como fotossíntese e a transpiração, mesmo após a colheita das partes aéreas. Isso permite que o toco continue a capturar e armazenar carbono da atmosfera, bem como interagir



com o ambiente e o ecossistema local. Raízes sob manejo da talhadia podem armazenar aproximadamente 17 Mg ha<sup>-1</sup> ou toneladas por hectare de carbono. Por outro lado, florestas manejadas sob alto fuste foram capazes de armazenar valores inferiores devido ao menor acúmulo de biomassa (7,19 – 9,99 Mg ha<sup>-1</sup>).

## **Conclusão**

Florestas bem manejadas, com práticas sustentáveis de manejo, podem contribuir para a manutenção de estoques de carbono, ajudando a mitigar as mudanças climáticas. O uso consciente do manejo da talhadia além de proporcionar aumentos na biomassa radicular possibilitam também benefícios ambientais como conservação da biodiversidade, proteção do solo e da água. É importante considerar que a relação entre biomassa e estoque de carbono também pode ser influenciada por fatores como taxa de decomposição, dinâmica do crescimento das árvores e outros processos ecológicos complexos. Portanto este estudo motiva outros pesquisadores a levar em conta uma abordagem integrada dos manejos de produção e estoque de carbono.

## **Referências bibliográficas**

- BRAGAGNOLO, C.; TATEISHI, H. R. Produtividade total dos fatores e emissões de dióxido de carbono na agricultura brasileira: uma medida de PTF ambientalmente sensível. *Economia Agrícola e do Meio Ambiente*, 2022.
- FRIEDLINGSTEIN, P.; JONES, M. W.; O'SULLIVAN, M.; ANDREW, R. M.; BAKKER, D. C.; HAUCK, J.; ZENG, J. Global carbon budget 2021. *Earth System Science Data*, v. 14, n. 4, p. 1917-2005, 2022.
- IBÁ. Indústria brasileira de árvores. Relatório Anual 2022 Brasília, 96p, 2023.
- LI, Y.; BAO, W.; BONGERS, F.; CHEN, B.; CHEN, G.; GUO, K.; MA, K. Drivers of tree carbon storage in subtropical forests. *Science of the total environment*, v. 654, p. 684-693, 2019.
- PEICHL, M.; MARTÍNEZ-GARCÍA, E.; FRANSSON, J. E.; WALLERMAN, J.; LAUDON, H.; LUNDMARK, T.; NILSSON, M. B. Landscape-variability of the carbon balance across managed boreal forests. *Global Change Biology*, v. 29, n. 4, p. 1119-1132, 2023.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Em CD ou no site: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch). Guia de Boas Práticas. 2006.
- CORTE, A. P. D.; SILVA, F.; SANQUETTA, C. R. Fator de expansão de biomassa e razão de raízes - parte aérea para *Pinus spp.* plantadas no sul do Brasil, *FLORESTA*, Curitiba, PR, v. 42, n. 4, p. 755 - 768, out./dez. 2012

