



ESTOQUE DE CARBONO NA BIOMASSA DE UM PLANTIO DE *Tectona grandis* L. f.

Emmanoella Costa Guaraná Araújo¹, Nara Rúbia Vieira Boone¹, Karen Janones da Rocha¹

Kenia Michele de Quadros Tronco¹, Emanuel Fernando Maia de Souza¹, Adriano Reis

Prazeres Mascarenhas¹, Gustavo Neco da Silva¹, Thiago Cardoso Silva¹

1 Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, RO, Brasil. E-mail: manugarana@gmail.com; nr_rubia@hotmail.com; karenrocha@unir.br; kenia.tronco@unir.br; emanuel@unir.br; adriano.mascarenhas@unir.br; gustavo.neco@unir.br; thiagocardoso.pe@gmail.com

Autora correspondente: Emmanoella Costa Guaraná Araújo. E-mail: manugarana@gmail.com.

RESUMO

Plantios florestais de interesse comercial são uma alternativa viável na mitigação das emissões de Gases de Efeito Estufa para atmosfera, por absorverem e armazenarem carbono na biomassa. Neste contexto, objetivou-se quantificar o estoque de carbono na biomassa de *Tectonas grandis* L. f. proveniente de um povoamento com 12 anos no estado de Rondônia. A biomassa e o estoque de carbono do fuste, casca, galhos e folhas foram determinados pelo método destrutivo para cinco classes diamétricas. A biomassa seca total da parte aérea foi de 79,12 Mg ha⁻¹, o estoque de carbono de 35,77 Mg ha⁻¹ e o CO₂ equivalente de 131,16 Mg ha⁻¹. O fuste contribuiu com a maior parte, seguido dos galhos, folhas e casca. Para as interrelações, a biomassa e o estoque de carbono e a densidade da madeira se correlacionaram positivamente. As variáveis da vegetação de maior influência no estoque de carbono foram o diâmetro a 1,30m do solo, a biomassa seca do fuste e a biomassa seca da casca.

Palavras-chave: Ciclo biogeoquímico; matéria orgânica; Teca.

CARBON STOCK IN THE BIOMASS OF A *Tectona grandis* L. f. PLANTING

ABSTRACT

Forest plantations of commercial interest are a viable alternative in mitigating Greenhouse Gases emissions to atmosphere, as they absorb and store carbon in the biomass. In this context, the objective was to quantify the carbon stock in the biomass of *Tectonas grandis* L. f. from a 12-year-old stand in the state of Rondônia. The biomass and carbon stock of the stem, bark, branches and leaves were determined by the destructive method for five diametric classes. The total aboveground biomass was 79.12 Mg ha⁻¹, the carbon stock 35.77 Mg ha⁻¹ and the CO₂ equivalent 131.16 Mg ha⁻¹. The stem contributed the most, followed by branches, leaves and bark. For interrelationships, biomass and carbon stock and wood density were positively correlated. The vegetation variables with the greatest influence on carbon stock were diameter at 1.30 m from the ground, stem dry biomass and bark dry biomass.

Key words: Biogeochemical cycle; organic matter; Teak.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



INTRODUÇÃO

A região Amazônica abriga uma das maiores florestas tropicais do mundo, o que a caracteriza como um dos mais importantes sumidouros de carbono do planeta (Hubau *et al.*, 2020). No entanto, com o aumento da produção e do consumo ao longo dos anos, vem ocorrendo um alto nível de desmatamento, que culmina na perda de carbono na biomassa e no solo, aumentando a emissão de CO₂ para a atmosfera (Gatti *et al.*, 2021).

Uma das alternativas para produção madeireira, sem a supressão da vegetação natural, é a implantação de povoamentos florestais de interesse econômico, uma vez que, por meio da formação da biomassa, os plantios estocam e CO₂ atmosférico e o material senescente incorpora nutrientes e carbono aos solos (Araujo *et al.*, 2021). No entanto, a capacidade de armazenamento de carbono varia de acordo com a espécie, idade, características estruturais e condições ambientais (Yang *et al.*, 2017). Conhecer a viabilidade ecológica de um sistema de produção é imprescindível para mitigar as alterações climáticas e agregar valor ao produto.

Nos últimos anos, a espécie *Tectona grandis* L. f. (teca) tem se destacado em cultivos homogêneos e em sistemas de produção integrados, no Brasil (IBÁ, 2019). A espécie apresenta grande potencial para o sequestro de carbono e alta viabilidade econômica, sobretudo por sua grande adaptação à diferentes condições edafoclimáticas e qualidade da madeira (Pelissari *et al.*, 2014). Portanto, objetivou-se com o presente trabalho quantificar o estoque de carbono na biomassa de *Tectonas grandis* L. f. proveniente de um povoamento com 12 anos em Rolim de Moura, no estado de Rondônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em plantio florestal homogêneo de *Tectona grandis* L. f. com 12 anos, no município de Rolim de Moura - RO. O povoamento foi implantado em 2008, com área efetiva de plantio com cerca de 6,25 (2,5 m x 2,5 m)² e densidade inicial de 1.600 árv ha⁻¹. O clima da região é do tipo Monção (Am), com variação da temperatura média entre 23,2°C e 27,3°C e precipitação média anual de 191 mm, concentrada nos meses de janeiro a março e estações de seca e chuvosa definidas (Alvares *et al.*, 2013).

Para coleta da biomassa, foram selecionadas 10 unidades amostrais, com dimensões de 30 m x 20 m, de forma aleatória, compondo uma amostra de 0,06 ha. Em seguida foi um censo das árvores dentro das parcelas. As árvores foram distribuídas em cinco classes diamétricas considerando o intervalo de classe de 2,2 cm. O número de classes foi definido de forma arbitrária, considerando a amplitude total dos dados amostrados Cunha Neto (2018).

Dentro de cada classe foram selecionadas quatro árvores, que foram derrubadas e cubadas pelo método de Smallian. As árvores foram seccionadas em galhos, folhas e fustes. Toda biomassa úmida foi pesada em campo e uma amostra encaminhada para análises laboratoriais.

No laboratório, retirou-se amostras de madeira para determinar a massa úmida. Em seguida,

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

foram submetidas à secagem em estufa (105 °C), até atingir massa constante, obtendo assim a massa seca. Para densidade da madeira, aplicou-se o método de deslocamento da água (ABNT, 2003), cujos valores estão apresentados em Cunha Neto (2018). As amostras dos compartimentos galhos e folhas também foram secas, até atingir massa constante. Posteriormente, os valores foram extrapolados para hectare devido a frequência de árvores de cada classe diamétrica.

As amostras secas foram moídas para então determinação o teor de carbono em cada compartimento da árvore, conforme a metodologia de Bezerra Neto & Barreto (2011). Com os valores de biomassa seca, e os seus respectivos teores de carbono, foi possível quantificar o estoque de carbono para cada compartimento avaliado. Por fim, estes valores foram convertidos em CO₂ equivalente, multiplicando o estoque pela razão 44/12.

Os dados foram analisados por estatística descritiva univariada, baseando-se nas medidas de tendência central (erro padrão). Foram apresentados os valores médios de cada parâmetro por classe diamétrica e compartimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio de biomassa seca total do povoamento em estudo foi de 79,12 Mg ha⁻¹ (Tabela 1). A maior contribuição ocorreu no fuste, seguido dos galhos, folhas e casca.

Tabela 1. Valores de biomassa nos diferentes compartimentos de *Tectona grandis* L. f. de cinco classes diamétricas, em plantio com 12 anos de idade, Rolim de Moura – RO.

Classe diamétrica	Biomassa seca da parte aérea				Total
	Fuste	Galhos	Casca	Folhas	
	----- (Mg ha ⁻¹) -----				
I	3,48 (±0,27)	0,53 (±0,21)	0,02 (± 0,00)	0,25 (±0,02)	4,28
II	16,74 (±2,40)	3,96 (±1,22)	0,09 (± 0,01)	1,24 (±0,16)	22,03
III	26,01 (±0,97)	5,50 (±1,31)	0,14 (±0,01)	2,03 (±0,35)	33,68
IV	10,20 (±0,38)	3,54 (±0,59)	0,06 (±0,01)	1,03 (±0,21)	14,83
V	3,09 (±0,11)	0,91 (±0,11)	0,01 (±0,00)	0,29 (±0,01)	4,30
Total	59,52	14,44	0,32	4,84	79,12

Em que: I = classe diamétrica entre 12,89 cm e 15,09 cm; II = classe diamétrica entre 15,10 cm e 17,29 cm; III = classe diamétrica entre 17,30 cm e 19,49 cm; IV = classe diamétrica entre 19,50 cm e 21,69 cm; V = classe diamétrica entre 21,70 cm e 23,89 cm; ± = erro padrão.

Considerando a idade do plantio, justifica-se a maior contribuição de biomassa pelo fuste, visto que o acúmulo de biomassa nesse compartimento aumenta com a idade e decresce para os demais. Na fase inicial de crescimento, as plantas priorizam a alocação de fotoassimilados na copa e no sistema radicular e após a copa atingir relativa estabilidade, a concentração de biomassa passa a ser mais expressiva no fuste (Schumacher *et al.*, 2001; Taiz *et al.*, 2017).

A quantificação de biomassa nas folhas foi superior quando comparada à da casca, devido à grande área e produção foliar e textura coriácea com nervuras espessas (Pelissari *et al.*, 2014). As classes de diâmetro que apresentaram as maiores estimativas de biomassa seca foram a III (33,68 Mg ha⁻¹) e II (22,03 Mg ha⁻¹), com frequência de indivíduo de 238 árv ha⁻¹ e 278 árv ha⁻¹, respectivamente, e diâmetros variando de 15,10 a 17,29 cm (II) e de 17,30 a 19,49 cm (III), e apresentando as menores estimativas de massa específica.

No geral, espera-se que classes com maiores massas específicas e maiores diâmetros

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

apresentem maior contribuição individual das árvores no aporte de biomassa (Silva *et al.*, 2015). Contudo, o fator de maior contribuição foi a frequência de indivíduos, o que mostra que nem sempre as árvores de maior massa específica irão retornar maiores valores de biomassa. O estoque de carbono para o povoamento foi de 35,77 Mg ha⁻¹ (Tabela 2). O fuste foi o compartimento com a maior quantidade de carbono estocado, seguido dos galhos, folhas e cascas.

Tabela 2. Valores de estoque de carbono nos diferentes compartimentos de *Tectona grandis* L. f. de cinco classes diamétricas, em plantio com 12 anos de idade, Rolim de Moura – RO.

Classe diamétrica	Carbono estocado na parte aérea				Total
	Fuste	Galhos	Casca	Folhas	
	----- (Mg ha ⁻¹) -----				
I	1,56 (±0,12)	0,23 (±0,09)	0,03 (±0,00)	0,08 (±0,01)	1,90
II	8,31 (±1,19)	1,53 (±0,47)	0,18 (±0,02)	0,41 (±0,05)	10,43
III	11,92 (±0,44)	2,25 (±0,54)	0,28 (±0,04)	0,72 (±0,12)	15,17
IV	4,54 (±0,17)	1,35 (±0,22)	0,12 (±0,02)	0,39 (±0,08)	6,40
V	1,37 (±0,05)	0,36 (±0,04)	0,03 (±0,00)	0,11 (±0,00)	1,87
Total	27,7	5,72	0,64	1,71	35,77

Em que: I = classe diamétrica entre 12,89 cm e 15,09 cm; II = classe diamétrica entre 15,10 cm e 17,29 cm; III = classe diamétrica entre 17,30 cm e 19,49 cm; IV = classe diamétrica entre 19,50 cm e 21,69 cm; V = classe diamétrica entre 21,70 cm e 23,89 cm; ± = erro padrão.

O estoque de carbono total para o compartimento folhas foi superior ao da casca. Maiores teores de carbono ocorreram nas folhas e em brotações, devido essas regiões apresentarem maior atividade metabólica, no qual se concentra grande parte das células vivas responsáveis pelo processo de transpiração e fotossíntese (Caldeira *et al.*, 2003; Dallagnol *et al.*, 2011). Observou-se uma variação das estimativas de carbono estocado entre as classes diamétricas, bem como para biomassa, com destaque para classe III, seguida da classe II. Vale salientar que as classes III e II apresentam a maior frequência de árvores, com 278 árv ha⁻¹ e 238 árv ha⁻¹.

Quanto ao CO₂ equivalente, observa-se que aos 12 anos, o plantio de teca pode apresentar um estoque total correspondente a 131,16 Mg ha⁻¹ na parte aérea (Tabela 3). Como os maiores estoques de biomassa e conseqüentemente de carbono estão na parte lenhosa da árvore, as quantidades de CO₂ nessas regiões também são maiores, sendo aproximadamente 93% do valor.

Tabela 3. Valores de CO₂ equivalente nos diferentes compartimentos de *Tectona grandis* L. f. de cinco classes diamétricas, em plantio com 12 anos de idade, Rolim de Moura – RO.

Classe diamétrica	CO ₂ equivalente estocado na parte aérea				Total
	Fuste	Galhos	Casca	Folhas	
	----- (Mg ha ⁻¹) -----				
I	5,72	0,84	0,11	0,29	6,97
II	30,47	5,61	0,66	1,50	38,24
III	43,71	8,25	1,03	2,64	55,62
IV	16,65	4,95	0,44	1,43	23,47
V	5,02	1,32	0,11	0,40	6,86
Total	101,57	20,97	2,35	6,27	131,16

Em que: I = classe diamétrica entre 12,89 cm e 15,09 cm; II = classe diamétrica entre 15,10 cm e 17,29 cm; III = classe diamétrica entre 17,30 cm e 19,49 cm; IV = classe diamétrica entre 19,50 cm e 21,69 cm; V = classe diamétrica entre 21,70 cm e 23,89 cm.

Cerca de 77,4% deste CO₂ equivalente está estocado no fuste. Esta é a região que será mais explorada após a colheita, sobretudo para confecção de produtos de madeira de maior valor agregado. Desta forma, há redução no fluxo de CO₂ após a retirada das árvores, reduzindo as

emissões de Gases do Efeito Estufa em função do estoque de carbono na biomassa. No balaço de carbono, pode-se concluir que o plantio de *T. grandis* é responsável por remover uma quantidade considerável de carbono atmosférico em um curto espaço de tempo, fixando-o na sua biomassa.

CONCLUSÃO

Considerando a idade de 12 anos do plantio de *Tectona grandis*, o fuste é o componente com a maior quantidade de biomassa, carbono e CO₂ equivalente estocados, seguido dos galhos, da casca e das folhas. A classe diamétrica influencia diretamente nos estoques de biomassa, carbono e CO₂ equivalentes. Assim, conhecer os estoques de carbono de plantios de espécies florestais é imprescindível para mitigar os impactos climáticos globais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>;
- Araujo, E. C. G.; Silva, J. A. A.; Freire, F. J.; Ferreira, R. L. C.; Silva, T. C. Changes in soil chemical attributes and nutrition of *Anadenanthera colubrina* and *Eucalyptus* clone under natural fertilizers and biochar. *Floresta*, v. 51, n. 4, p. 840-847, 2021. <https://doi.org/10.5380/ufv.v51i4.73425>.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas - ABNT. **NBR 11941: madeira – determinação da densidade básica**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 6p.
- Bezerra Neto, E.; Barreto, L. P. **Análises químicas e bioquímicas em plantas**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2011, 261p.
- Caldeira, M. V. W.; Schumacher, M. V.; Barichello, L. R.; Vogel, H. L. M. Determinação de carbono orgânico em povoamentos de *Acacia mearnsii* De Wild. plantados no Rio Grande do Sul. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 1, n. 2, p. 47-54, 2003. <https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v1i2.14913>.
- Cunha Neto, J. G. **Estimativa de biomassa e carbono em plantio comercial de teca (*Tectona grandis* L. f.) em Rondônia Rolim de Moura-RO**. 2018. 40f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Fundação Universidade de Rondônia, Rolim de Moura- RO, 2018.
- Dallagnol, F. S.; Mognon, F.; Sanquetta, C. R.; Corte, A. P. D. Teores de carbono de cinco espécies florestais e seus compartimentos. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 4, p. 410-416, 2011. <https://doi.org/10.4322/foram.2011.060>.
- Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ. **Relatório 2019**. São Paulo: IBÁ, 2019. 79p. Disponível <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em: 18 Mai. 2023.
- Gatti, L. V.; Basso, L. S.; Miller, J. B.; Gloor, M.; Domingues, L. G.; Cassol, H. L. G. et al. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. **Nature**, v. 595, n. 7867, p. 388-393, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03629-6>.
- Hubau, W.; Lewis, S. L.; Phillips, O. L.; Affum-Baffoe, K.; Beekman, H.; Cuní-Sanchez, A.; Daniels, A. K. et al. Asynchronous carbon sink saturation in African and Amazonian tropical forests. **Nature**, v. 579, n. 7797, p. 80-87, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2035-0>.
- Pelissari, A.; Guimarães, P. P.; Behling, A.; Ebling, A.A. Cultivo Da Teca: Características da espécie para implantação e condução de povoamentos florestais. **Agrarian Academy**, v. 1, n. 1, p. 127-145, 2014. https://doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2014_011.
- Schumacher, M. V.; Caldeira, M. V. W. Estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) sub-espécie *maidenii*. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 45-53, 2001. <https://doi.org/10.5902/19805098494>.
- Silva, C. A.; Klauber, C.; Carvalho, S. P. C.; Piccolo, M. C.; Rodriguez, L. C. E. Estoque de carbono na biomassa aérea florestal em plantações comerciais de *Eucalyptus* spp. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 135-146, 2015. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr105/cap13.pdf>. Acesso em: 23 Jun; 2023.
- Taiz, L.; Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento florestal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.
- Yang, Y.; Yanai, R. D.; See, C. R.; Arthur, M. A. Sampling effort and uncertainty in leaf litterfall mass and nutrient flux in northern hardwood forests. **Ecosphere**, v. 8, n. 11, e01999, 2017. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1999>.