



ESTOQUE DE CARBONO EM UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ANTROPIZADA NO SUDOESTE PARANAENSE

Ellen Carine de Souza¹, Keliani Carolino da Silva Nascimento¹, Vitoria Regina Pereira
Betim¹, Larissa Polasso Leopoldo¹, Mauricio Romero Gorenstein¹, Veridiana Padoin
Weber¹, Elisabete Vuaden¹, Álvaro Boson de Castro Faria¹

1 Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil. E-mail: esouza.2019@alunos.utfpr.edu.br; kelianics21@gmail.com; vbetim@alunos.utfpr.edu.br; larissapolasso@alunos.utfpr.edu.br; mauriciorg@utfpr.edu.br; veridianapadoin@utfpr.edu.br; elisabetev@professores.utfpr.edu.br; alvarob@utfpr.edu.br
Autora correspondente: Ellen Carine de Souza. E-mail: esouza.2019@alunos.utfpr.edu.br

RESUMO

Este estudo utilizou diferentes equações para estimar o estoque de carbono em um remanescente da Floresta Estacional Semidecidual em Dois Vizinhos, Paraná. Foram medidas as circunferências a 1,30m do solo (C) de 4.886 árvores e estimou-se a altura por meio de uma equação hipsométrica ajustada para a floresta antropizada. O estoque de carbono no fuste com casca foi calculado usando diferentes equações alométricas encontradas na literatura. Os resultados mostraram estimativas de carbono variando de 61.345 a 99.618 toneladas por hectare, com média de 75.355 toneladas por hectare. A equação de Higuchi *et al.* (1998) apresentou os maiores valores de carbono, enquanto a segunda equação de Amaro (2010) teve a menor estimativa. Esses resultados evidenciam a variação na quantidade de carbono estimada nas florestas e ressaltam a importância de equações adequadas para estimar o estoque de carbono na Floresta Estacional Semidecidual.

Palavras-chave: Antropizada; equação; estoque de carbono

CARBON STOCK IN AN ANTHROPIZED SEASONAL SEMIDECIDUOUS FOREST IN SOUTHWESTERN PARANÁ, BRAZIL

ABSTRACT

*This study used different equations to estimate carbon stock in a remnant of the Semideciduous Seasonal Forest in Dois Vizinhos, Paraná, Brazil. The circumference at 1.30m from the ground (C) of 4,886 trees was measured, and height was estimated using a hypsometric equation adjusted for the disturbed forest. Carbon stock in the stem with bark was calculated using different allometric equations found in the literature. The results showed carbon estimates ranging from 61,345 to 99,618 tons per hectare, with an average of 75,355 tons per hectare. The equation by Higuchi *et al.* (1998) presented the highest carbon values, while the second equation by Amaro (2010) had the lowest estimate. These results highlight the variation in estimated carbon quantity in forests and underscore the importance of appropriate allometric equations for estimating carbon stock in the Semideciduous Seasonal Forest.*

Key words: Anthropized; equation; carbon stock

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



INTRODUÇÃO

A Floresta Estacional Semidecidual é um dos principais subtipos da Mata Atlântica, que é um dos ecossistemas mais biodiversos e ameaçados do planeta. Sua importância é inquestionável, uma vez que abriga uma rica variedade de espécies vegetais e animais, muitas delas endêmicas, além disso é responsável por regular o clima, proteger os recursos hídricos, oferecer serviços ecossistêmicos essenciais, como a polinização das plantas, e fornecer subsistência e sustento para comunidades tradicionais. No entanto, apesar de sua relevância, a Mata Atlântica sofreu séculos de desmatamento e atualmente está ameaçada pela urbanização, agricultura intensiva, exploração ilegal de madeira e fragmentação do habitat.

As florestas nativas desempenham um papel crucial na captura e no armazenamento de carbono, o PSA baseado em carbono é um mecanismo que visa combater as mudanças climáticas e promover a conservação da biodiversidade, ele se baseia no reconhecimento do valor do carbono como um recurso ambiental, uma vez que a redução das emissões CO₂ e a captura de carbono são vitais para mitigar os impactos do aquecimento global (Paiva, 2018). Alternativas para incentivar a preservação do ecossistema são de extrema importância, a valorização das florestas através do mercado de créditos de carbono é um segmento muito procurado atualmente (Amaro *et al.*, 2013). Entretanto, para isso a quantificação do estoque de carbono nos fragmentos florestais restantes é imprescindível para entender a dinâmica do ciclo do carbono.

A antropização das florestas pode causar modificações drásticas em sua estrutura, a retirada das araucárias da Floresta Ombrófila Mista pode resultar na transformação desse ecossistema em uma floresta de outro tipo, como a Floresta Estacional Semidecidual. Essas alterações ambientais influenciam a composição das espécies presentes na floresta, favorecendo o estabelecimento de espécies típicas da Floresta Estacional Semidecidual.

O presente estudo tem como objetivo comparar diferentes equações encontradas na literatura para vegetações semelhantes, verificando a estimativa do estoque de carbono no fuste com casca em um remanescente da Floresta Estacional Semidecidual, em Dois Vizinhos, Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado o levantamento em 9 parcelas de 30 m X 80 m, perfazendo uma área de amostragem de 2,16 hectares, onde foi coletado apenas a Circunferência a Altura do Peito (CAP) de 4.886 árvores, em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, localizado na UNEPE Trilha Ecológica do campus da UTFPR, com 53,64 ha de área total do remanescente, no município de Dois Vizinhos, PR. Essa região encontra-se em uma área de clima subtropical úmido, com predominância do tipo Cfa, de acordo com a classificação de Köppen, o solo predominante em Dois Vizinhos é o latossolo e o nitossolo (Cunha *et al.*, 2006).

A composição florística do local foi definida por Gorenstein *et al.* (2022), onde as espécies mais abundantes são *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Matayba elaeagnoides* Radlk.,

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

Muelleria campestris (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo, *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg, *Nectandra lanceolata* Nees, *Ocotea puberula* (Rich.) Nees, *Hovenia dulcis* Thunb, *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.

A partir disto, a altura de todos os indivíduos foi estimada a por meio da equação hipsométrica para a floresta antropizada pelo modelo Heinricksen ajustada por Silva (2019) para todas as espécies (Equação 1).

$$H = 0,3556 + 4,67261 \times \ln(D) \quad (S_{yx}\% = 24,47; R^2 = 0,6166) \quad (1)$$

Em que: H = altura total de cada indivíduo (m); D = diâmetro da árvore a 1,30 m do solo em cm; $S_{yx}\%$ = erro médio relativo; R^2 = coeficiente de determinação.

O carbono estocado no fuste de cada indivíduo amostrado foi estimado por meio de diferentes equações alométricas encontradas na literatura adequadas para Mata Atlântica em formações fitossociológicas semelhantes à da região do presente estudo. A primeira e a segunda equação foram ajustadas por Amaro (2010) para Floresta Estacional Semidecidual (Equação 2 e 3), também foi utilizada a equação de Caldeira (2003), Watzlawick (2003) e Ratuchne (2010), desenvolvida para o estado do Paraná, conforme detalhado na Equação 4.

$$CF_{cc} = 0,013840 \times D^{2,437632} \times H^{0,428609} \quad (2)$$

$$CF_{cc} = 0,010045 \times D^{2,484657} \times H^{0,426965} \quad (3)$$

$$C = 1,343 + 0,088 \times D^2 + 0,005 \times (D^2H) \quad (4)$$

Em que: CF_{cc} = estoque de carbono do fuste com casca (kg); D = diâmetro da árvore a 1,30 m do solo em cm; H = altura total (m); C = estoque de carbono (kg)

Foi utilizada a equação Higuchi *et al.* (1998) para estimar o Peso Fresco (PF) em diferentes espécies da Floresta Estacional Semidecidual. Calculou-se o Peso Seco (PS) utilizando o fator 0,6 vezes o PF, e a quantidade de Carbono correspondeu a 0,48 vezes o PS, conforme apresentado na Equação 5.

$$C = e^{(-2,694 + 2,038 \times \ln(D) + 0,902 \times \ln(H))} \times 0,6 \times 0,48 \quad (5)$$

Em que: C = carbono (kg); e = base neperiana; ln = logaritmo natural; D = diâmetro a 1,30m do solo (cm); H = altura total da árvore (m)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a estimativa da altura de todos os indivíduos foi possível estimar o carbono por meio das quatro diferentes equações, conforme apresentado na Tabela 1. A amplitude das estimativas variou de 61,345 t ha⁻¹ a 99,618 t ha⁻¹ de carbono, sendo que a média foi de 75,355 t ha⁻¹.

Tabela 1. Estimativa da taxa de estoque de carbono por meio de diferentes equações alométricas, em FES

Número	Equação	Carbono (t ha ⁻¹)
2	$CF_{cc} = 0,013840 \times D^{2,437632} \times H^{0,428609}$	72,452
3	$CF_{cc} = 0,010045 \times D^{2,484657} \times H^{0,426965}$	61,345
4	$C = 1,343 + 0,088 \times D^2 + 0,005 \times (D^2H)$	68,006
5	$C = e^{(-2,694 + 2,038 \times \ln(D) + 0,902 \times \ln(H))} \times 0,6 \times 0,48$	99,618
Média		75,355

Sendo que a equação de Higuchi *et al.* (1998) foi a que obteve maiores valores de carbono por hectare, e a segunda equação de Amaro (2010) apresentou a menor estimativa. Ainda é possível observar que a equação de Caldeira (2003), Watzlawick (2003) e Ratuchne (2010) estimaram

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

menores valores de carbono para árvores de maior D, justificando o porquê desta também apresentar valores baixos para o carbono estimado.

Em estudos, Figueiredo *et al.* (2015) encontraram valores médios de 61,8 t ha⁻¹ para a Floresta Estacional Semidecidual, semelhantes ao estimado no presente estudo. Veres *et al.* (2019) estimaram carbono para FES no oeste do Paraná, obtendo 25,88 t ha⁻¹, valor inferior ao estimado, provavelmente devido ao estágio sucessional da vegetação. Amaro (2010) estimou 90,1 t ha⁻¹ para a Floresta Estacional Semidecidual Montana, valor semelhante ao encontrado pela equação de Higuchi *et al.* (1998) utilizada no estudo em questão.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos em comparação ao de outros estudos para Mata Atlântica, mostram a variação da quantidade de carbono estimada nas florestas, isso se dá por conta da diferença na estrutura de cada região. É possível afirmar a eficiência das equações para estimar o teor carbono no fuste das árvores na Floresta Estacional Semidecidual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaro, M. A.; Soares, C. P. B.; Souza, A. L.; Leite, H. G.; Silva, G. F. Estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p.849-857, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000500007>.
- Amaro, M. A. **Quantificação do estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual no Município de Viçosa-MG**. 2010. 168f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/543>. Acesso em: 05 Jul. 2023.
- Caldeira, M. V. W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma floresta ombrófila mista montana em General Carneiro, Paraná**. 2003. 176f. (Tese em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/32202>. Acesso em: 22 Jun. 2023.
- Cunha, T. J. F.; Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Oliveira, J. B.; Coelho, M. R.; Lumberras, J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 326p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/338818/1/sistemabrasileirodeclassificacao_dossolos2006.pdf. Acesso em: 10 Jul. 2023.
- Figueiredo, L. T. M.; Soares, C. P. B.; Souza, A. L.; Leite, H. G.; Silva, G. F. Dinâmica do estoque de carbono em fuste de árvores de uma floresta estacional semidecidual. **Cerne**, v. 21, n. 1, p.161-167, 2015. <https://doi.org/10.1590/01047760201521011529>.
- Gorenstein, M.; Vuaden, E.; Weber, V. P.; Longhi, S. L.; Thomas, C.; Vismara, E. S.; Faria, A. B. C. Estrutura de uma floresta antropizada no sudoeste do Paraná. In: Congresso Florestal Brasileiro, 9., 2022, Brasília. **Anais...** Brasília: Congresso Florestal Brasileiro, 2022. p.376-379. <https://doi.org/10.55592/CFB.2022.5089282>.
- Higuchi, N.; Santos, J.; Ribeiro, R. J.; Minette, L.; Biot, Y. **Acta Amazonica**, v. 28, n. 2, p.153-166, 1998. <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282166>.
- Paiva, W. S. **Sequestro de carbono em um remanescente de floresta densa na Amazônia brasileira**. 2018. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, 2018. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/277>. Acesso em: 10 Jul. 2023.
- Ratuchne, L. C. **Equações alométricas para estimativa de biomassa, carbono e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista**. 2010. 111f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, 2010. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraDownLoad.do?select_action=&co_obra=179699&co_midia=2. Acesso em: 02 Jul. 2023.
- Silva, R. L. **Volumetria e relação hipsométrica para um fragmento ecótono de floresta estacional semidecidual e ombrófila mista em Dois Vizinhos, PR**. 2019. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

(Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/10998>. Acesso em: 12 Jul. 2023.

Veres, Q. J. I.; Watzlawick, L. F.; Silva, R. A. R. Estimativas de biomassa e carbono em fragmentos de floresta estacional semidecidual no oeste do Paraná. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 5, n. 1, p. 23-31, 2019. <https://doi.org/10.5380/biofix.v5i1.66001>.

Watzlawick, L. F. **Estimativa de biomassa e carbono em floresta ombrófila mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite IKONOS II**. 2003. 120f. (Tese em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/26789>. Acesso em: 22 Jun. 2023.