



**ESTOQUE DE CARBONO EM INDIVÍDUOS DE DIFERENTES CLASSES
FITOSSANITÁRIAS EM FLORESTA NATURAL DE *Araucaria angustifolia*
(BERTOL.) KUNTZE**

Keliani Carolino da Silva Nascimento¹, Ellen Carine de Souza¹, Vitoria Regina
Pereira Betim¹, Larissa Polasso Leopoldo¹, Veridiana Padoin Weber¹, Elisabete
Vuaden¹, Raoni Wainer Duarte Bosquilia¹, Alvaro Boson de Castro Faria¹

1 Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil. E-mail: kelianicsn21@gmail.com; esouza.2019@alunos.utfpr.edu.br; vbetim@alunos.utfpr.edu.br; larissapolasso@alunos.utfpr.edu.br; veridianapadoin@utfpr.edu.br; elisabetev@utfpr.edu.br; raonibosquilia@utfpr.edu.br; alvarob@utfpr.edu.br.
Autora correspondente: Keliani Carolino da Silva Nascimento. E-mail: kelianicsn21@gmail.com.

RESUMO

Este estudo investigou o estoque de carbono em diferentes classes fitossanitárias de árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, em uma Floresta Ombrófila Mista. Foram coletadas amostras de 30 árvores, divididas em três classes: saudável, desvitalizada e morta. Utilizando equações alométricas, o carbono foi estimado de forma indireta, e uma correlação linear simples foi realizada para avaliar o estoque de carbono nas classes fitossanitárias. classe saudável apresentou o maior estoque de carbono, enquanto a classe morta apresentou o menor estoque, as desvitalizadas também tiveram valores baixos de carbono. Conclui-se que os indivíduos saudáveis estão estocando carbono normalmente, já as árvores nas classes morta e desvitalizada não estão mais sequestrando carbono, perdendo sua função ecológica, tornando o manejo fitossanitário recomendado para melhoria do desenvolvimento da floresta.

Palavras-chave: Araucária; carbono; fitossanidade; manejo florestal

***CARBON STOCK IN INDIVIDUALS OF DIFFERENT PHYTOSANITARY
CLASSES IN AN NATURAL FOREST OF *Araucaria angustifolia* (BERTOL.)
KUNTZE***

ABSTRACT

*This study investigated the carbon stock in different phytosanitary classes of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze trees in a Mixed Ombrophilous Forest. Samples were collected from 30 trees, divided into three classes: healthy, debilitated, and dead. Using allometric equations, carbon was indirectly estimated, and a simple linear correlation was performed to evaluate the carbon stock in the phytosanitary classes. The healthy class presented the highest carbon stock, while the dead class had the lowest stock, and the debilitated class also had low carbon values. It is concluded that healthy individuals are storing carbon normally, whereas trees in the dead and debilitated classes are no longer sequestering carbon, losing their ecological function. Therefore, phytosanitary management is recommended to improve forest development.*

Key words: *Araucaria; carbon; phytosanitary; forest management.*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

INTRODUÇÃO

O manejo em florestas de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, desempenha um papel fundamental na garantia da sanidade das florestas e na sua manutenção a longo prazo (Lacerda *et al.*, 2021). De acordo com a Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022, a espécie é classificada como em perigo de extinção (Brasil, 2022). A preocupação em relação às mudanças climáticas e os períodos de intenso calor se tornam cada vez mais relevantes, devido aos impactos causados nas florestas, alterando padrões de crescimento, prejudicando a biodiversidade, a distribuição de espécies e os processos ecológicos essenciais para a sustentabilidade dos ecossistemas. A associação com os períodos de seca tem acarretado a mortalidade das árvores em várias regiões do globo (Faria, 2021).

A classificação fitossanitária dos pinheiros é de grande importância para a preservação do bem estar ecológico das florestas. Faria (2018) sugeriu uma classificação, na qual é possível identificar diferentes estados das araucárias: saudáveis, estressadas, desvitalizadas ou mortas. Portanto, a vitalidade de uma árvore madura pode ser avaliada por um engenheiro florestal, através de uma análise técnica especializada, para determinar se está ou não desvitalizada.

As árvores desempenham um papel fundamental no sequestro de carbono, atuando como "sumidouros" naturais que absorvem e armazenam o dióxido de carbono atmosférico, ajudando a mitigar as mudanças climáticas. Neste sentido, poder relacionar a condição fitossanitária das árvores com a taxa de carbono estocado pela mesma, é um dado importante para o manejo fitossanitário correto das florestas de *Araucaria angustifolia*.

O objetivo do trabalho é verificar através de equação alométrica a estimativa do estoque de carbono em diferentes classes fitossanitárias de indivíduos arbóreos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em um remanescente da Floresta Ombrófila Mista, em Dois Vizinhos, Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se a coleta de amostras de árvores individuais de araucária em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista situado na comunidade São Cristóvão, no município de Dois Vizinhos, PR, a uma distância aproximada de 1 km do campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), com 8,46 ha de área. 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).

Os indivíduos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, foram classificados quanto ao seu estado de saúde fitossanitária, por meio de uma adaptação da classificação proposta por Faria (2018), conforme apresentado na Tabela 1.

Para a realização deste trabalho foi feita a campo a mensuração das variáveis dendrométricas de todos os 30 indivíduos como: altura total (H) e o diâmetro a 1,30m do solo (D), buscando representar as classes fitossanitárias, em seguida foi feita a estimativa individual do estoque de

carbono por meio da equação $C = 1,343 + 0,088x D^2 + 0,005x(D^2 H)$ desenvolvida para Floresta Ombrófila Mista, Watzlawick (2003) e Ratuchne (2010) utilizando como variáveis independentes a altura e o diâmetro das árvores, não requerendo a destruição de árvores (Sanquetta *et al.*, 2014).

Tabela 1. Classificação quanto ao estado fitossanitário

Classificação	Características dos indivíduos
Saudável	Sem sinais de injúria ou sintomas de ataques de agente bióticos, com copa vigorosa
Estressada e desvitalizada	Apresenta injúrias ou sintomas de ataques de agentes bióticos, que pode ou não se recuperar naturalmente, permanente viva por tempo indeterminado
Morta	Raízes comprometidas definitivamente, independente de possuírem seixos ou estiverem secas, não há assimilação dos recursos necessários para sobrevivência, associadas a desvitalização

Fonte: Adaptado de Faria (2018)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para tornar a amostragem representativa em todas as classes sanitárias, foram amostradas em torno de 10 árvores para cada uma das 3 classes. Isso produziu uma base de dados de carbono heterogênea, como pode ser observado no gráfico apresentado na Figura 1. Na análise dos teores de carbono amostrados nas 3 classes de fitossanidades, verificou-se que a classe sadia apresentou o maior teor de carbono estocado em um nível acima das demais classes, ou seja, árvores saudias estocam mais carbono desde o início, enquanto que árvores mortas e desvitalizadas.

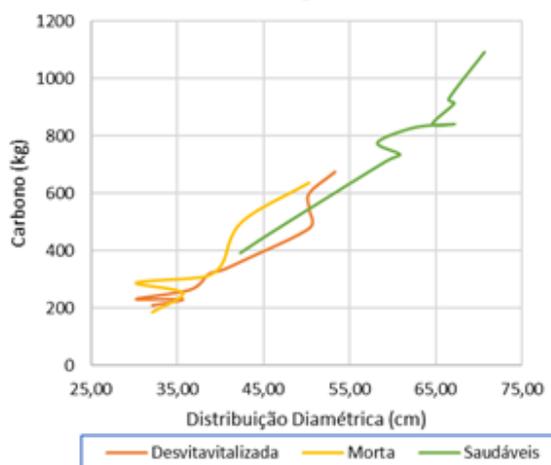


Figura 1. Estimativa do estoque de carbono em diferentes classes fitossanitárias de *A. angustifolia*, Dois Vizinhos, PR

Na Tabela 2 é apresentado o valor médio de estoque de carbono por árvore individual para cada uma das 3 classes fitossanitárias. As classes saudáveis ($828,78 \text{ kg árvore}^{-1}$) estocam mais que o dobro do carbono comparando com as classes desvitalizadas ($332,40 \text{ kg árvore}^{-1}$) e mortas ($309,46 \text{ kg árvore}^{-1}$). Isso mostra a grande importância do manejo florestal das florestas de araucária, pois foram encontrados inúmeros indivíduos em decadência (mortas e desvitalizadas) na área de estudo, e que, provavelmente estão em grande concorrência devido o grande adensamento de indivíduos, já que é uma espécie heliófila e precisa de luminosidade para se desenvolver (Braz & Mattos 2015).

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

Tabela 2. Estoque de carbono estimado em diferentes classes fitossanitárias de *A. Angustifolia*

Classificação											
Saudáveis				Desvitalizadas				Mortas			
Árvore	D	H	C	Árvore	D	H	C	Árvore	D	H	C
27	42,34	26,2	394	8	30,24	32,6	231	13	34,06	14,4	187
25	46,12	26,3	468	5	32,12	22,6	209	19	36,29	20,8	254
24	58,25	28,1	777	2	35,65	18,4	230	18	39,31	22,9	314
15	59,21	22,9	711	23	36,54	21,7	264	29	39,44	21,4	305
16	60,86	22,0	735	28	38,64	24,8	318	3	40,74	17,0	289
11	62,55	24,7	829	30	40,23	23,3	332	6	43,45	19,9	355
4	64,62	22,6	841	21	42,49	22,5	363	22	48,70	24,5	501
1	66,53	24,3	929	9	50,29	20,1	478	17	56,34	22,4	636
7	67,16	19,6	840	12	50,29	25,1	541	13	34,06	14,4	187
10	67,16	22,8	913	14	50,29	29,8	601				
20	70,66	26,0	1090	26	53,25	29,9	675				
Média		828,78	332,40	309,46							

As argumentações de Soares & Tomé (2004) são pertinentes, quando se consideram povoamentos com grandes amplitudes etárias. Todavia, é importante observar que, nas idades mais jovens, ocorrem as maiores variações devido às taxas de crescimento mais aceleradas e à diferença na alocação da biomassa aos distintos órgãos, com a maturação da planta.

O estudo apresentado, mostra que as araucárias das classes morta e desvitalizada, não exercem mais as suas funções ecológicas e a Figura 1 e Tabela 1 comprovam pelas estimativas de carbono coerentes por classe fitossanitária. As árvores mortas e desvitalizadas, chegam em um estágio em que elas não realizam mais sequestro de carbono. Os indivíduos dessas duas classes, estão em sua maioria infestados de patógenos que podem ter acelerado o processo de desvitalização e, conseqüentemente, a morte desses indivíduos em pé, além de proporcionar um ambiente propício para os patógenos que podem vir a infestar árvores saudáveis. Por isso é necessária intervenção do manejo fitossanitário o mais breve possível.

CONCLUSÃO

Em conclusão, este estudo demonstrou que as árvores saudáveis estão armazenando mais que o dobro de carbono em comparação com as mortas e desvitalizadas, as quais não desempenham mais essa função e devem ser retiradas da floresta. Portanto, é recomendado o manejo fitossanitário dessas árvores, visando o melhor desenvolvimento das florestas de *Araucaria angustifolia* e o aumento do estoque de carbono.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. **Diário Oficial da União**, v. 160, n. 108, seção 1, p.74-103, 2022. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexo_s_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf. Acesso em: 27 Mai. 2023.
- Braz, E. M.; Mattos, P. P.. Manejo de produção em florestas naturais da Amazônia: mitos e verdades. **Nativa**, v. 3, n. 4, p.292-295, 2015. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/3210>. Acesso em: 30 Mai. 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. 306p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/338818>. Acesso em: 27 Mai. 2023.
- Faria, A. B. C. **Conservação e saúde das Araucárias: fundamentos legais e ecossistêmicos**. 1.ed. Curitiba:

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

Juruá, 2018. 104 p.

Faria, A. B. C. Monitoramento da temperatura atmosférica visando o conforto térmico e a conservação de florestas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 20, n. 1, p. 32-40, 2021. <https://doi.org/10.5965/223811712012021032>.

Lacerda, A. E. B.; Cardoso, D. J.; Rosot, M. A. D.; Garrastazu, M. C.; Radomski, M. I.; Oliveira, Y. M. M. Práticas de manejo e a regeneração natural de araucária. In: Sousa, V. A.; Fritzsos, E.; Pinto Junior, J. E.; Aguiar, A. V. (Eds.). **Araucária: pesquisa e desenvolvimento no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2021. Cap. 10, p. 213-227. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229316/1/EmbrapaFlorestas-2021-LV-AraucariaEmbrapa-cap10.pdf>. Acesso em: 21 Mai. 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: 30 Mai. 2023.

Sanquetta, C. R.; Dalla Corte, A. P.; Mognon, F.; Maas, G. C. B.; Rodrigues, A. L. et al. Estimativa de carbono individual para *Araucaria angustifolia*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, p. 1-8, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000100006>.

Soares, P.; Tomé, M. Analysis of the effectiveness of biomass expansion factors to estimate stand biomass. In: Hasenauer, H.; Makela, A. (Eds.). **Modeling forest production**. Vienna: BOKU University of Natural Resources and Applied Life Sciences, 2004. p. 368-374.

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. 120p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/26789>. Acesso em: 28 Mai. 2023.