

Artigos

Teores de carbono em espécies florestais da Caatinga

Carbon contents in Caatinga forest species

Ane Cristine Fortes da Silva^I 
Fernando José Freire^{II} 
César Henrique Alves Borges^{III} 
Emmanoella Costa Guaraná Araujo^{III} 
Gabriel Mendes Santana^{III} 
Ernandes Macedo da Cunha Neto^{III} 
Carlos Roberto Sanquetta^{III} 

^IInstituto Federal da Paraíba, Princesa Isabel, PB, Brasil

^{II}Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE, Brasil

^{III}Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

RESUMO

Objetivou-se quantificar os teores de C nos reservatórios da biomassa vegetal de diferentes espécies da Caatinga, floresta tropical seca do Nordeste do Brasil. Foi realizado um estudo florístico e fitossociológico prévio e selecionadas nove espécies de maior densidade absoluta, que representou 87% do fragmento. Foram amostradas biomassa dos compartimentos folhas e lenho de cada uma das espécies para determinação do teor de C. Como resultado, houve diferença nos teores foliares de C entre as espécies. O teor de C foliar das espécies variou entre 448,0 e 454,3 g C por kg de biomassa seca e o teor de C do lenho das espécies variou entre 451,4 e 453,1 g C por kg de biomassa seca. Esses resultados sugerem a utilização de fator de conversão de biomassa para carbono específico por espécie em Caatinga, como alternativa ao fator genérico de 50% recomendado pelo IPCC. Esta pesquisa revela que o uso do fator recomendado pelo IPCC superestima estoques de C em Caatinga. Mais estudos são encorajados para confirmar esse resultado.

Palavras-chave: Concentração de carbono; Sequestro de carbono; Floresta tropical seca; Teor de carbono nas folhas; Teor de carbono no lenho

ABSTRACT

This study aimed to quantify the carbon contents in biomass reservoirs of different species in a Tropical Dry Forest located in Northeast, Brazil. We developed a previous floristic and phytosociological study and selected the nine highest absolute density (AD) species of the fragment, representing 87% of the fragment AD. We sampled the leaves and stem tissues of each species for carbon content determination. As result, the leaf C content differed between the species. The C leaf content ranged between 448.0 and 454.3 g C per kg of dry biomass. The C stem content varied between the species from 451.4 to 453.1 g C per kg of dry biomass. Our results suggest the use of a species-specific biomass-carbon conversion factor in Caatinga, as an alternative to the 50% factor recommended by the IPCC. This research reveals that the use of the factor recommended by the IPCC overestimates C stocks in Caatinga. Further studies are encouraged to confirm this result.

Keywords: Carbon concentration; Carbon sequestration; Tropical Dry Forest; Leaf C content; Stem C content

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos séculos, a concentração de carbono (C) na atmosfera tem aumentado, sobretudo pela aceleração das atividades industriais e expansão agrícola, consequente do desmatamento de áreas florestais (USSIRI; LAL, 2017). Esse incremento de C, principalmente na forma de dióxido de C (CO_2) e outros gases, tem intensificado o efeito estufa e favorecido o aquecimento global.

As florestas tropicais são conhecidas por desempenhar um papel importante no ciclo global do C, armazenando aproximadamente 46% da reserva terrestre de C do mundo e aproximadamente 12% da reserva de C do solo, atuando como um reservatório de C e funcionando como um sumidouro constante do C atmosférico (BROWN; LUGO, 1982; SOEPADMO, 1993; VASHUM; JAYAKUMAR, 2012). Por essa razão, as florestas tropicais e subtropicais são consideradas os ecossistemas de estratégico interesse para estudos científicos de grande abrangência, como o sequestro de C. Contudo, ainda assim, são os ecossistemas mais ameaçados por ações antrópicas no mundo.

De acordo com Pearson *et al.* (2017), um total de 2,1 Gt de CO_2 foram emitidos em 2016 pela degradação das florestas tropicais e subtropicais por 74

países, incluindo o Brasil, e aproximadamente 25% desse total está relacionado ao desmatamento. No Brasil, a floresta tropical seca de Caatinga vem sendo há muitas décadas degradada pelo corte excessivo para aproveitamento da madeira e/ou cultivos agrícolas de subsistência (MOURA *et al.*, 2016). A degradação dessa floresta reflete negativamente em muitos aspectos, principalmente na captura e emissões de CO₂ e armazenamento de C.

Valores específicos dos teores de C da biomassa de espécies florestais tropicais são essenciais para estimativas precisas dos estoques de C desses ecossistemas. A maior parte dos estudos de estoques de carbono nessas formações florestais assumem o teor de C de 50% genericamente estabelecido pelo IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2006). Entretanto, o uso dessa proporção pode induzir a erros nas estimativas de estoque de carbono, superestimando ou subestimando esses depósitos, como observado em estudos ao redor do globo (THOMAS; MALCZEWSKI, 2007; MARTIN; THOMAS, 2011; DALLAGNOL *et al.*, 2012; SANER *et al.*, 2012; MA *et al.*, 2018).

Do mesmo modo, há a necessidade de reunir mais informações sobre os teores de carbono específicos em diferentes compartimentos da biomassa de espécies florestais tropicais. Por essa razão, a quantificação dos teores de C em tecidos de espécies da Caatinga é indispensável para um melhor entendimento do potencial de captura e sequestro de C dessa vegetação e para a compreensão do papel da Caatinga no ciclo global de C. Com isso, torna-se fundamental quantificar os teores de C na biomassa em áreas de floresta tropical seca para compreender os processos que afetam o seu equilíbrio, visando identificar a magnitude dos impactos da degradação dos ecossistemas florestais frente às mudanças climáticas. Presume-se que esse conhecimento também possa ser incorporado ao planejamento ambiental e manejo florestal para auxiliar na mitigação desses processos antrópicos e/ou naturais, assim como na determinação das espécies-chave para conservação e sequestro de C.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi quantificar os teores de C nos reservatórios da biomassa vegetal de diferentes espécies em floresta tropical seca no Nordeste do Brasil. Neste estudo, testou-se a hipótese de que o uso do valor genérico de 500 g C kg⁻¹ estabelecido pelo IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2006) para o teor de C nas folhas e lenho das espécies da floresta tropical seca brasileira avaliadas superestima os estoques de C para este ecossistema.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi desenvolvido em um fragmento preservado de floresta tropical seca, localizado no estado de Pernambuco. A caracterização edafoclimática e localização geográfica da área de estudo estão resumidas na Tabela 1.

Tabela 1 – Localização e características das áreas no ambiente seco e úmido

Uso do solo	Floresta Tropical Seca
Localização	Araripina, Pernambuco (7°25'S - 40°26'W)
Área	~13 ha
Altitude	838 m
Clima	BShw' Semiárido quente ^a
Precipitação	<700 mm ano ⁻¹ ^b
Temperatura	23 a 27 °C
Domínio	Floresta tropical seca
Fitofisionomia	Caatinga arbóreo arbustiva
Solo classificação	Latossolo Amarelo distrófico ^c
Topografia	Predominantemente plano
Densidade absoluta	1294 ind. ha ⁻¹
Número de espécies	29

Fonte: Autores (2020)

Em que: ^aAlvares *et al.* (2003); ^b Agência Pernambucana de Águas e Clima (2019); ^cEmbrapa (2018).

2.2 Teor de carbono

Foram selecionadas espécies de maior densidade absoluta baseado no levantamento florístico e fitossociológico dos indivíduos adultos realizado previamente por Santos (2018). Das 29 espécies cadastradas no levantamento, selecionou-se nove espécies de maior densidade absoluta (Tabela 2) por representar aproximadamente 87% da densidade absoluta do fragmento florestal.

Tabela 2 – Espécie, densidade absoluta, altura média, diâmetro a altura do peito e densidade básica da madeira das espécies

Espécie	DA ¹	Ht ²	DAP ³	DBM ⁴
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	312	3,97	5,49	0,68
<i>Croton limae</i> A.P. Gomes, M.F. Sales P.E. Berry	236	4,30	4,11	0,73
<i>Metrodorea mollis</i> Taub.	232	3,89	4,46	0,82
<i>Annona leptopetala</i> (R.E.Fr.) H.Rainer	106	4,68	4,69	0,52
<i>Pilocarpus spicatus</i> A.St.-Hil.	104	3,79	4,05	0,83
<i>Senegalia langsdorffii</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	50	5,64	5,03	1,07
<i>Zanthoxylum hamadryadicum</i> Pirani	36	4,55	4,81	0,71
<i>Erythroxylum</i> sp	24	4,07	5,92	0,73
<i>Byrsonima vacciniifolia</i> A.Juss.	24	4,67	5,83	0,74

Fonte: Santos (2018)

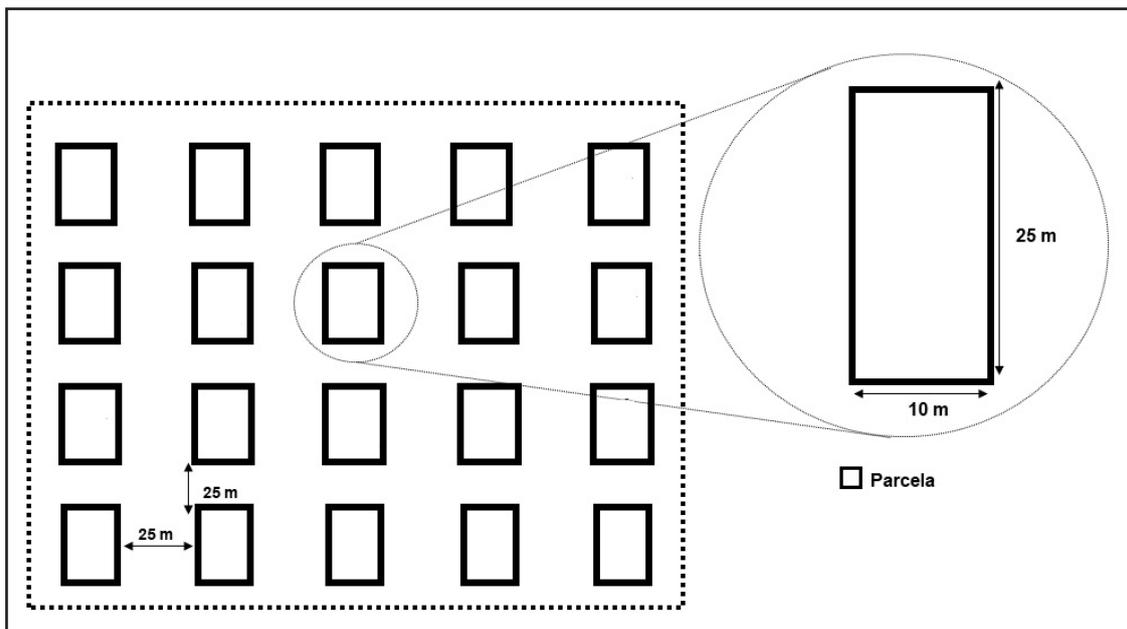
Em que: ¹Densidade absoluta (ind. ha⁻¹); ²Altura total (m); ³Diâmetro a altura do peito (cm);
⁴Densidade básica da madeira (g cm⁻³).

No fragmento florestal, foram utilizadas 20 parcelas de 10 m x 25 m (250 m²), distribuídas de forma sistemática (Figura 1), onde foram selecionados os indivíduos para a amostragem das folhas e lenho de cada uma das espécies para determinação do teor de C.

Foram selecionados de cada espécie quatro indivíduos sadios, semelhantes quanto ao porte e ao desenvolvimento vegetativo. Esses indivíduos foram selecionados com base em seus valores de altura (Ht) e diâmetro a altura do peito (DAP) (Tabela 2), representando a média dos demais indivíduos. Destes, foram amostradas as folhas recém-maduras e sadias localizadas nos quatro pontos cardeais (norte, sul, leste e

oeste) do terço médio superior da copa das árvores, assim como amostras de 5 cm de espessura do lenho por meio do método não destrutivo utilizando trado e broca de aço rápido.

Figura 1 – Esquema de amostragem das plantas utilizadas para coleta de folhas e lenho



Fonte: Autores (2020)

Foram analisadas 216 amostras, para as nove espécies, dois compartimentos e três repetições de cada um dos quatro indivíduos selecionados. As amostras foram secas em estufa à temperatura de 70°C, até peso constante. Após a secagem, foram determinados os pesos secos de cada amostra. As amostras foram trituradas em moinho tipo Wiley até adquirir consistência de pó, material utilizado na determinação dos teores de carbono. A determinação dos teores de carbono nas amostras foi realizada pelo método de combustão seca, utilizando o equipamento marca LECO, modelo C-144, do Laboratório Biofix da UFPR. Esse método consiste na combustão de amostras de 100 mg de material sólido e detecção da quantidade de dióxido de carbono gerado por meio de um sensor, gerando automaticamente a quantidade de carbono elementar existente na amostra.

2.3 Análise estatística

Os dados foram testados quanto a sua normalidade e homocedasticidade, pressupostos exigidos para a análise de variância (ANOVA). Utilizou-se os testes de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) e Levene (BROWN; FORSYTHE, 1974), respectivamente (ambos ao nível de 5% de probabilidade).

Para o teor de C dos compartimentos folhas e lenho entre as espécies, os dados foram submetidos à ANOVA empregando-se o teste F ao nível de 5% de probabilidade. Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

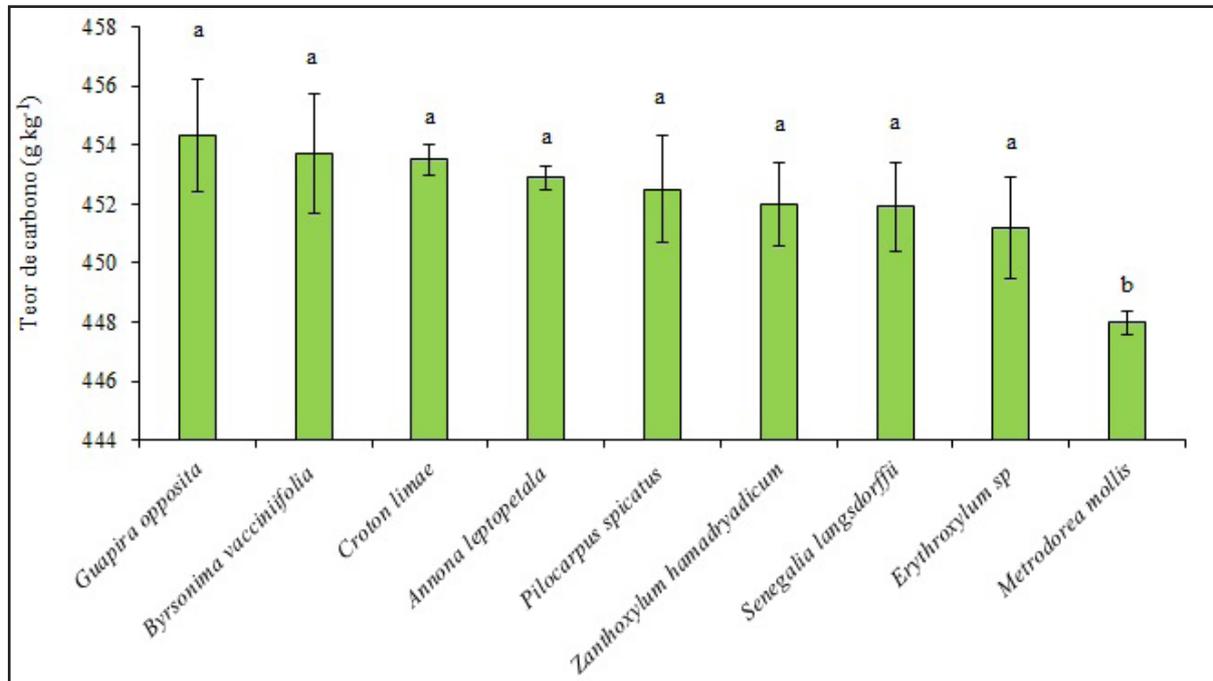
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Folhas

Em relação aos teores de C por espécie, verificou-se que houve diferença nos teores foliares de C entre as espécies (Figura 2). O teor de C foliar das espécies variou entre 448,0 e 454,3 g kg⁻¹ para *Metrodorea mollis* e *Guapira opposita*, respectivamente. A *Guapira opposita* apresentou o maior teor de C, porém não se diferenciou das demais espécies, exceto da *Metrodorea mollis* que apresentou o menor teor (Figura 2). Provavelmente, menores concentrações de componentes ricos em C como amidos, resinas, lignina e celulose na *Metrodorea mollis* podem explicar esses resultados. As folhas são os órgãos mais ativos devido à fotossíntese, por essa razão as concentrações de C podem oscilar de acordo com as condições climáticas, idade e tempo.

Resultados superiores foram encontrados por Vieira *et al.* (2009) para espécies da Caatinga (473,9 g kg⁻¹ de C). As espécies estudadas por Vieira *et al.* (2009) foram diferentes das espécies deste estudo. Além disso, as diferentes condições edafoclimáticas na área de estudo podem explicar a variabilidade dos teores observados. Por outro lado, Lana *et al.* (2019) ao avaliarem o teor de C nas folhas de oito espécies da Caatinga diferentes destes estudos observaram teores médios variando entre 430 e 491 g kg⁻¹ de C.

Figura 2 – Teor de carbono nas folhas das espécies florestais de maior densidade absoluta do fragmento de floresta tropical seca



Fonte: Autores (2020)

Em que: Médias representadas pela mesma letra entre as espécies não diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Ainda são escassos estudos sobre armazenamento de C na fitomassa de espécies da Caatinga e a maior parte dos existentes utilizam teores de C pré-estabelecidos. Na ausência de fator de conversão de biomassa para carbono específico por tipologia ou espécie florestal, o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) recomenda um fator genérico de 50% (PENMAN *et al.*, 2003). O teor de C médio para as folhas das espécies avaliadas foi 452,2 g C kg⁻¹, o que sugere que o uso desse valor genérico superestima os estoques de C para as espécies desse ecossistema de floresta tropical seca e dificultam a estimativa da magnitude de sequestro de C por este ecossistema.

Os resultados demonstram que os teores foliares de C variaram entre as espécies e são menores que 500 g kg⁻¹. Dessa forma, sugere-se o uso de estimativas de teores de C específicos para as folhas de espécies deste ecossistema, em contrapartida do valor sugerido pelo IPCC.

A variabilidade do teor de C entre as espécies do fragmento pode ser explicada por características morfofisiológicas específicas, principalmente relacionadas à proporção dos diferentes compostos orgânicos nos tecidos vegetais, como lignina, celulose, açúcares e carboidratos não estruturais (POORTER; BERGKOTTE, 1992).

Os teores de C nas folhas de espécies florestais ao redor do mundo são influenciados pelas condições ambientais da região e fatores fisiológicos de cada espécie (LANA *et al.*, 2019), mas geralmente não ultrapassam 500 g kg⁻¹ de C. Ma *et al.* (2018) compilaram dados globais de teor de C em tecidos vegetais de diferentes formas de vida, verificando teor de C médio para as folhas das florestas variando entre 472,5 g kg⁻¹ em florestas decíduas e 502,5 g kg⁻¹ em florestas de coníferas, relacionando esses resultados as diferentes concentrações de compostos de lignina e celulose nas folhas das diferentes espécies e tipos de florestas.

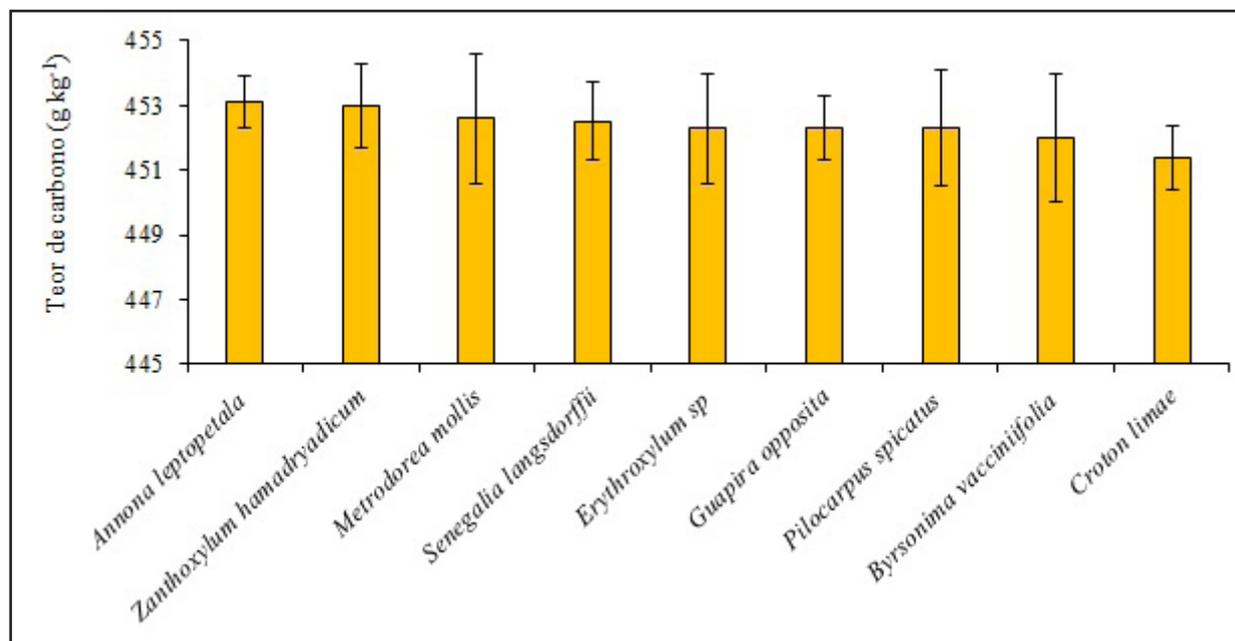
Os resultados do estudo de Pompa-García *et al.* (2017) mostraram que os teores de C são maiores nas espécies localizadas nas regiões mais secas das zonas áridas e semiáridas. Os autores avaliaram as concentrações de C nos tecidos de 175 espécies de florestais mexicanas.

3.2 Lenho

O teor de C do lenho das espécies da Caatinga variou entre 451,4 e 453,1 g kg⁻¹ (Figura 3). Não foi verificada diferença em relação ao teor de C do lenho das espécies. Entretanto, de forma geral, a espécie *Annona leptopetala* apresentou o maior teor de C e *Croton limae* o menor.

Da mesma forma que ocorreu para o compartimento folhas, o teor de C médio para o lenho das espécies avaliadas foi 452,2 g kg⁻¹, abaixo do valor genérico recomendado pelo IPCC. Esse resultado sugere que a adoção do valor genérico de 500 g kg⁻¹ superestima os estoques de C e os dados de potencial sequestro de C no lenho destas espécies de floresta tropical seca.

Figura 3 – Teor de carbono no lenho das espécies florestais de maior densidade absoluta do fragmento de floresta tropical seca



Fonte: Autores (2020)

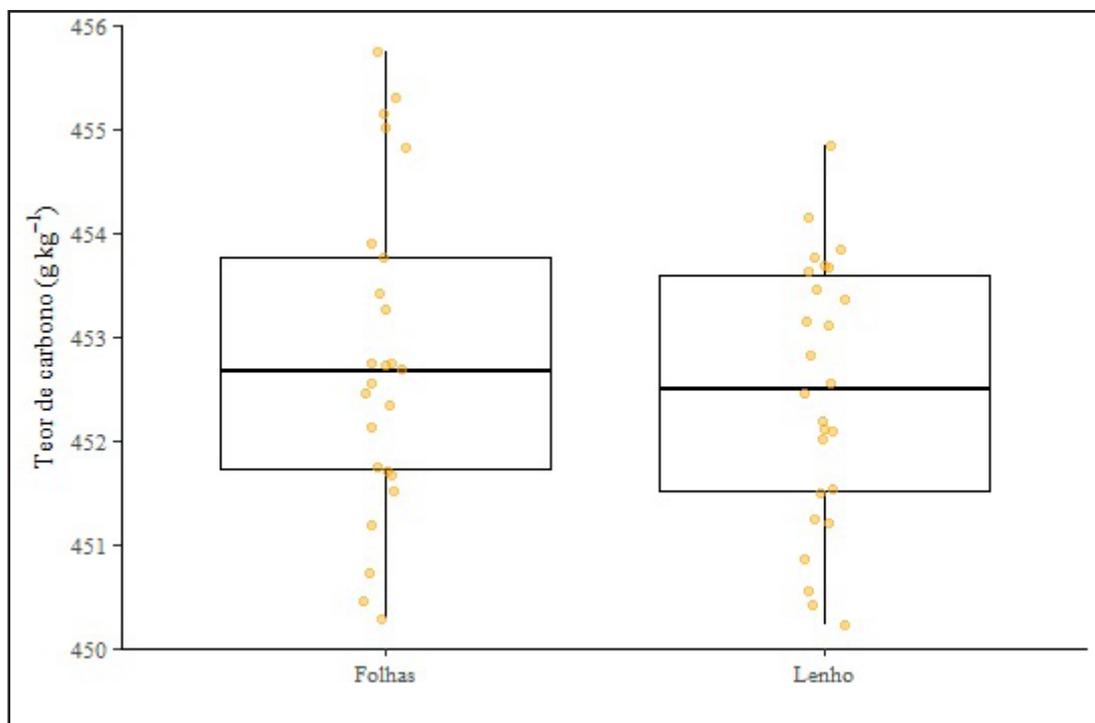
Esses resultados são consistentes com aqueles constatados por outros autores em florestas tropicais secas. Por isso, assim como para o compartimento folhas, recomenda-se o uso de estimativas específicas para os teores de C do lenho das espécies deste ecossistema. Lana *et al.* (2019) ao avaliarem o teor de C no lenho de oito espécies da Caatinga diferentes deste estudo observaram teores médios variando entre 448 e 485 g kg⁻¹. Vieira *et al.* (2009) encontraram resultados inferiores (437,5 g kg⁻¹ de C) para o fuste de dez espécies da Caatinga diferentes das avaliadas neste estudo.

Entre os vários tecidos produzidos pelas plantas, o lenho das árvores tem capacidade de estocar grandes quantidades de C, relacionado a diferente composição química desses tecidos. A fixação de C nas espécies varia de acordo com as condições ambientais e as intrínsecas características morfofisiológicas. Assim, as condições climáticas da área de ocorrência do indivíduo e o tipo de espécie influenciam a alocação de C. Plantas com características ecofisiológicas similares são esperadas a possuir, internamente, um comportamento semelhante durante o processo de alocação de C (WRIGHT *et al.*, 2006).

3.3 Folhas versus Lenho

Os teores de C médios dos tecidos lenho e folhas das espécies da Caatinga não diferiram entre si (Figura 4). Em média, o tecido do lenho teve teor de C de 452,38 g kg⁻¹ e as folhas 452,36 g kg⁻¹ (Figura 4).

Figura 4 – Teor médio de carbono nos compartimentos folhas e lenho das espécies florestais de maior densidade absoluta do fragmento de floresta tropical seca



Fonte: Autores (2020)

Dentro de um determinado indivíduo, a concentração de C pode variar entre os tecidos vegetais, dependendo em maior extensão da composição química desses tecidos do que da idade ou tamanho da planta (BERT; DANJON, 2006). Os resultados deste estudo demonstraram que para a floresta seca, provavelmente, as concentrações dos componentes de C dos tecidos vegetais (lignina e celulose) não foram suficientes para diferenciá-los, o que pode estar relacionado às condições abióticas, como disponibilidade hídrica na região. De acordo com Ma *et al.* (2018), os tecidos de órgãos

com maior teor de lignina e celulose (lenho) tendem a apresentar maiores teores de C em comparação com tecidos com baixo teor de lignina. Esses resultados sugerem a utilização de estimativas específicas de concentrações de C para diferentes espécies como alternativa aos valores pré-estabelecidos, para evitar superestimativas de estoques de C que terá consequências para os estudos globais de sequestro de C.

4 CONCLUSÕES

As concentrações de C nas folhas das espécies arbóreas da floresta tropical seca avaliada diferiram entre as espécies. A utilização do teor de C pré-estabelecido (500 g kg⁻¹) pode gerar estimativas superiores aos teores reais para as espécies estudadas.

Sugere-se a utilização de estimativas específicas por espécie de concentrações de C como alternativa aos valores pré-estabelecidos pelo IPCC, para evitar superestimativas de estoques de C que poderão impactar os estudos de sequestro e estocagem de C em ecossistemas de floresta tropical seca, bem como as estimativas globais de C armazenado em ecossistemas de florestas tropicais.

Recomendamos também testar a superestimativa decorrente da adoção dessa premissa em outros ecossistemas e espécies da floresta tropical seca para confirmar esses resultados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. **APAC**. Recife, 2019. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>. Acesso em: 07 dez. 2019.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, p. 1-18, 2003. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507

BERT, D.; DANJON, F. Carbon concentration variations in the roots, stem and crown of mature *Pinus pinaster* (Ait.). **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 222, n. 1/3, p. 279-295, 2006.

BROWN, M. B.; FORSYTHE, A. B. Robust tests for the equality of variances. **Journal of the American Statistical Association**, New York, v. 69, p. 364-367, 1974.

BROWN, S.; LUGO, A. E. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. **Biotropica**, Hoboken, v. 14, p. 161-187, 1982.

DALLAGNOL, F. S. *et al.* Teores de carbono de cinco espécies florestais e seus compartimentos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 18, n. 4, p. 410-416, 2012.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, 2018. 590 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. [S. l.], 2006. v. 4. 83 p. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>. Acesso em: 17 mar. 2021.

LANA, M. D. *et al.* Carbon Content in Shrub-tree Species of the Caatinga. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 26, n. 2, e20170617, 2019.

MA, S. *et al.* Variations and determinants of carbon content in plants: a global synthesis. **Biogeosciences**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 693-702, 2018.

MARTIN, A. R.; THOMAS, S. C. A reassessment of carbon content in tropical trees. **PloS one**, [s. l.], v. 6, n. 8, e23533, 2011.

MOURA, P. M. *et al.* Carbon and nutrient fluxes through litterfall at four succession stages of Caatinga dry forest in Northeastern Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 105, p. 25-38, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10705-016-9771-4>.

PEARSON, T. R. H. *et al.* Greenhouse gas emissions from tropical forest degradation: an underestimated source. **Carbon Balance Management**, [s. l.], v. 12, p. 1-11, 2017. DOI: 10.1186/s13021-017-0072-2.

PENMAN, J. *et al.* (ed.). **Good practice guidance for land use, land-use change and forestry**. Kanagawa: IPCC, 2003.

POMPA-GARCIA, M. *et al.* Tissue carbon concentration of 175 Mexican forest species. **iForest-Biogeosciences and Forestry**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 754, 2017.

POORTER, H.; BERGKOTTE, M. Chemical composition of 24 wild species differing in relative growth rate, **Plant Cell Environmental**, [s. l.], v. 15, p. 221-229, 1992.

SANER, Philippe *et al.* Carbon stocks and fluxes in tropical lowland dipterocarp rainforests in Sabah, Malaysian Borneo. **PloS one**, [s. l.], v. 7, n. 1, e29642, 2012.

SANTOS, W. B. **Vegetação lenhosa em altitudes no semiárido pernambucano**: estrutura, potencial energético e fatores ambientais. 2018. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, [s. l.], v. 52, p. 591-611, 1965. DOI: 10.2307/2333709.

SOEPADMO, E. Tropical rain forests as carbon sinks. **Chemosphere**, Oxford, v. 27, p. 1025-1039, 1993.

THOMAS, S. C.; MALCZEWSKI, G. Wood carbon content of tree species in Eastern China: Interspecific variability and the importance of the volatile fraction. **Journal of Environmental Management**, London, v. 85, n. 3, p. 659-662, 2007.

USSIRI, D.; LAL, R. Introduction to global carbon cycling: an overview of the global carbon cycle. *In*: CARBON Sequestration for climate change mitigation and adaptation. [S. l.]: Springer, 2017. p. 61-76.

VASHUM, K. T.; JAYAKUMAR, S. Methods to estimate above-ground biomass and carbon stock in natural forests-a review. **Journal of Ecosystem & Ecography**, [s. l.], v. 2, p. 116-123. DOI: 10.4172 / 2157-7625.1000116.

VIEIRA, G. *et al.* Teores de carbono em espécies vegetais da caatinga e do cerrado. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, [s. l.], v. 7, p. 145-155, 2009. DOI: 10.7213/cienciaanimal.v7i2.9846

WRIGHT, J. P. *et al.* Conventional functional classification schemes underestimate the relationship with ecosystem functioning. **Ecology Letters**, Oxford, v. 9, p. 111-120, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00850.x>

Contribuição de Autoria

1 – Ane Cristine Fortes da Silva

Engenheira Florestal, Dra., Servidora Pública Federal

<https://orcid.org/0000-0002-8757-284X> • ane.silva@ifpb.edu.br

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Visualização de dados, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

2 – Fernando José Freire

Engenheiro Agrônomo, Dr., Servidor Público Federal

<https://orcid.org/0000-0002-3264-712X> • fernando.freire@ufrpe.br

Contribuição: Administração do projeto; Conceituação; Obtenção de financiamento, Investigação, Metodologia; Supervisão, Escrita – revisão e edição

3 – César Henrique Alves Borges

Engenheiro Florestal, Mestre, Doutorando

<https://orcid.org/0000-0001-9526-4081> • cesarhenrique27@yahoo.com.br

Contribuição: Metodologia, Investigação, Escrita – primeira redação

4 – Emmanoella Costa Guaraná Araujo

Emmanoella Costa Guaraná Araujo

<https://orcid.org/0000-0002-4493-904X> • manugarana@gmail.com

Contribuição: Metodologia, Investigação, Escrita – primeira redação

5 – Gabriel Mendes Santana

Engenheiro Florestal, Mestre, Doutorando

<https://orcid.org/0000-0002-0447-4559> • gsantanaflorestal@gmail.com

Contribuição: Metodologia, Investigação, Escrita – primeira redação

6 – Ernandes Macedo da Cunha Neto

Engenheiro Florestal, Mestre, Doutorando

<https://orcid.org/0000-0001-6775-0365> • netomacedo878@gmail.com

Contribuição: Metodologia, Investigação, Escrita – primeira redação

7 – Carlos Roberto Sanquetta

Engenheiro Florestal, Dr., Servidor Público Federal

<https://orcid.org/0000-0001-6277-6371> • carlossanquetta@gmail.com

Contribuição: Supervisão, Metodologia

Como citar este artigo

Silva, A. C. F.; Freire, F. J.; Borges, C. H. A.; Araujo, E. C. G.; Santana, G. M.; Cunha Neto, E. M.; Sanquetta, C. R. Teores de carbono em espécies florestais da Caatinga. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 71-85, 2022. DOI 10.5902/1980509842456. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509842456>.