

## BIOMASSA ACIMA DO SOLO EM DUAS ÁREAS SERRANAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Lúcia Virginia Castor do Rêgo<sup>1</sup>; Gilbevan Ramos de Almeida<sup>1</sup>; D'Ávilla Ruama Fernandes Lopes Gomes<sup>2</sup>; Sérgio de Faria Lopes<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestrandos no Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação – Universidade Estadual da Paraíba, [vi.castor@hotmail.com](mailto:vi.castor@hotmail.com), [gilbevanramos@gmail.com](mailto:gilbevanramos@gmail.com);

<sup>2</sup> Graduanda em Ciências Biológicas - Universidade Estadual da Paraíba, [ruama.davila@hotmail.com](mailto:ruama.davila@hotmail.com)

<sup>3</sup> Professor Doutor, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação – Universidade Estadual da Paraíba [defarialopes@gmail.com](mailto:defarialopes@gmail.com)

**RESUMO** – A biomassa vegetal desempenha grande importância para manutenção dos serviços ecossistêmicos. Na Caatinga a biomassa vegetal é considerada como uma das principais fontes de energia. O objetivo deste trabalho foi quantificar a biomassa acima do solo (BAS) em dois remanescentes de Caatinga em áreas serranas na Paraíba, Serra da Arara, situada no município de São João do Cariri (PB), e a Serra de Bodocongó, localizada no município de Queimadas (PB). Foram utilizados métodos não destrutivos para determinarmos os valores de (BAS). As comunidades vegetais foram amostradas por meio de levantamentos fitossociológicos, onde, foi realizada a mensuração de todos os indivíduos arbustivos-arbóreos vivos com altura  $\geq 1$  metro e diâmetro do caule ao nível do solo (DSN)  $\geq 3$  cm. Duas variáveis estruturais (altura e diâmetro) e uma variável funcional (densidade da madeira) foram utilizadas para calcular o valor de biomassa, por meio do uso de uma equação alométrica, especialmente desenvolvida para ambientes de Floresta Tropical. Os valores obtidos para a Serra da Arara e de Bodocongó foram respectivamente os seguintes, 76,70 e 84,73 Mg. ha<sup>-1</sup>. Os resultados obtidos podem ser considerados superiores aos estimados em outros remanescentes com diferentes estágios de recuperação aqui no semiárido Paraibano. Tal resultado, pode ser avaliado como reflexo de *filtros de habitat* menos severos, menor exploração dos recursos, já que em áreas serranas a acessibilidade é dificultada.

**Palavras-chave:** Floresta Tropical Seca, Densidade da Madeira, *Filtros de Habitat*.

## INTRODUÇÃO

Na região Nordeste do Brasil por inúmeros fatores correlacionados às condições climáticas, tais como, precipitação média entre 400-1.000 mm por ano com longas estações secas, que variam ano a ano, temperaturas médias anuais altas, propiciam a formação de uma região semiárida (MORO et al., 2016) em que se têm o desenvolvimento de uma formação vegetal conhecida como Caatinga (SAMPAIO et al., 2000; MORO et al., 2016), sendo considerada a maior ecorregião tropical semiárida da América do Sul (MORO et al., 2016). Tais condições contribuem para que a flora dessa região possua características morfológicas, fisiológicas e funcionais, essenciais a sobrevivência (TROVÃO et al., 2007; PEREIRA-JUNIOR; ARAUJO; ANDRADE, 2012).

A Caatinga abrange uma área maior que 800.000 Km<sup>2</sup>, cobrindo 54% da região Nordeste e 11% do território nacional brasileiro (ANDRADE et al., 2005), estando distribuída em ambientes heterogêneos em diversos tipos de fisionomias (ZAPPI, 2008). As áreas serranas na Caatinga são tidas como ambientes menos alterados e menos investigados, sendo considerados como refúgios naturais (LAMOLINO, 2001; SILVA et al., 2014).

Através da taxa de fixação de carbono pelas raízes, caules, ramos e folhas, pode ser estimada a densidade de biomassa viva de uma floresta tropical, que é dada pela soma de todos os organismos vivos por unidade de área (LEWIS et al., 2013). A biomassa vegetal é muito importante, podendo ser utilizada como fonte de matéria prima para alimentos, produção de fibras e lenha, além da sua importância para o ambiente, na gestão da água, solo e incêndios (HOUGHTON; HALL; GOETZ, 2009).

Tal como em outras áreas, a produção da biomassa na Caatinga varia no espaço e temporalmente, mas também é influenciada pelas limitações ambientais que lhes é imposta (precipitação total baixa e temperatura), além dos distúrbios naturais e antrópicos (HOUGHTON; HALL; GOETZ, 2009; LIMA JÚNIOR et al., 2014; POORTER et al., 2015). A lenha da Caatinga é utilizada de diversas maneiras, sendo considerada a principal matéria prima na produção energética na região, quer seja para o consumo doméstico, ou atividades industriais (LIMA JÚNIOR et al., 2014). Além do uso direto, ocorre também a retirada da cobertura vegetal da Caatinga para a criação de áreas voltadas a agricultura e pecuária (COSTA et al., 2009).

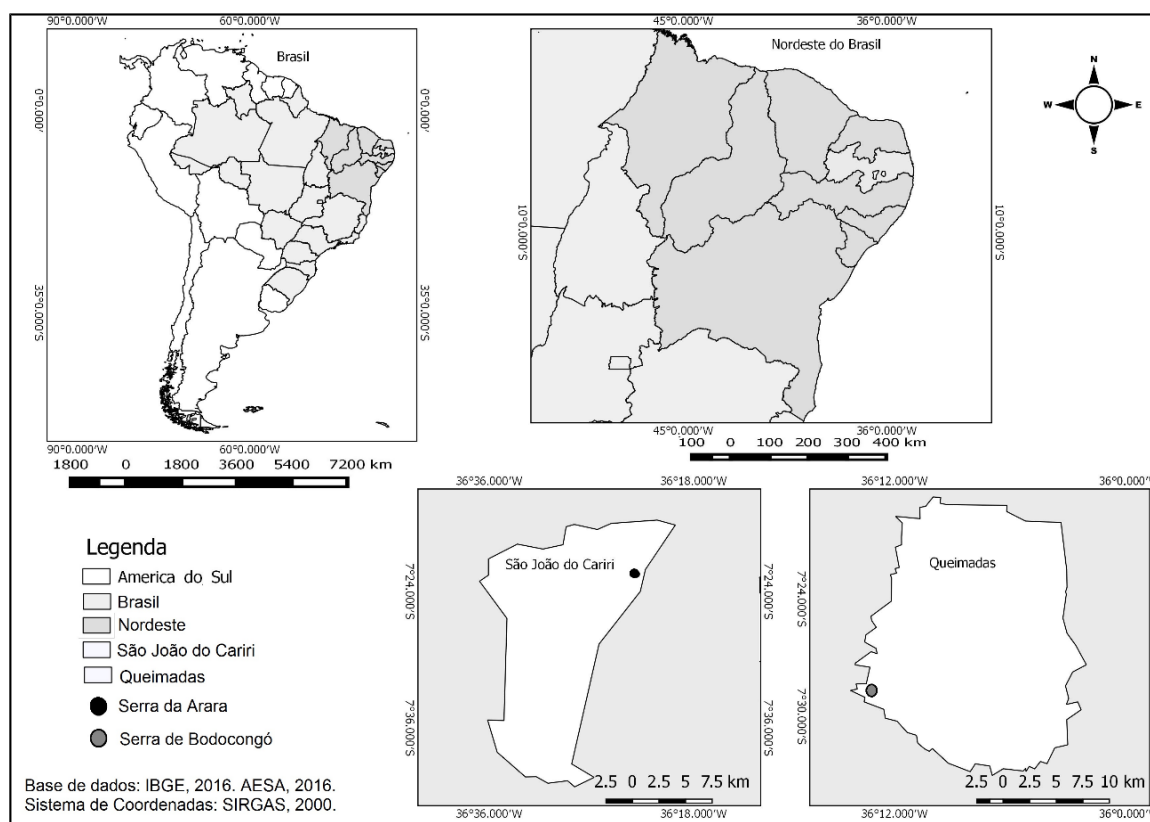
Estudos que buscam quantificar a biomassa na Caatinga, são escassos (COSTA et al., 2014). Todavia, tais pesquisas são importantes principalmente para a conservação e recuperação de áreas

florestais, realçando a importância da biodiversidade na obtenção de serviços ecossistêmicos essenciais à manutenção e melhoria de vida da sociedade na atualidade (RIBEIRO et al., 2009). Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo, quantificar e descrever a biomassa acima do solo em duas áreas serranas na Caatinga.

## METODOLOGIA

### Descrição das Áreas de coleta

Foram realizadas coletas dos dados estruturais, e material botânico para determinação da biomassa acima do solo, em duas áreas serranas localizadas no estado da Paraíba, Brasil. Ambas as áreas estão situadas na microrregião do Cariri Oriental, a primeira Serra situa-se no município de São João do Cariri – PB, Serra da Arara ( $07^{\circ}23'8.12''S$  e  $36^{\circ}23'36.74''O$ ) com elevação entre 400-652 m.a.n.m, e a segunda está localizada no município de Queimadas - PB, Serra de Bodocongó ( $7^{\circ}27'12.1''S$  e  $35^{\circ}59'33.8''O$ ) com elevação entre 400-690 m.a.n.m (**Figura 1**).



**Figura 1.** Localização geográfica das duas áreas serranas, Serra da Arara, São João do Cariri – PB, Brasil e Serra de Bodocongó, Queimadas – PB, Brasil.

Por estarem inseridas na mesma microrregião geográfica, as áreas possuem clima do tipo Bsh', de acordo com a nova classificação de Köppen-Geiger (PEEL et al., 2007), com temperaturas médias anuais de 26 °C, com médias mínimas inferiores a 20 °C, onde, de novembro a janeiro é considerado o período mais quente do ano, e julho a época mais fria, apresentando umidade relativa do ar média em torno de 70 % e precipitações médias anuais de 400 mm (ANDRADE et al, 2009; ARAÚJO et al., 2010). Quanto à tipologia do solo, há predominância dos solos dos tipos Luvisolo Crômico rico em pedregosidade em vários pontos, Neossolos e Vertissolos (EMBRAPA, 2006).

### **Levantamento de dados**

Por meio de parcelas foram realizados os levantamentos estruturais nas duas áreas, em que se adotou o critério de amostragem baseado na mensuração de todos os indivíduos arbustivos-arbóreos vivos com altura  $\geq 1$  m e diâmetro do caule ao nível do solo (DSN)  $\geq 3$  cm, classificados como indivíduos adultos para vegetação de Caatinga (RODAL; SAMPAIO; FIGUEIREDO, 2013). Na Serra da Arara foi amostrada uma área total de 1,0 ha, e na Serra de Bodocongó 0,9 ha.

### **Densidade da Madeira**

Cinco peças de madeira dos ramos terminais das espécies que correspondem cerca de 93% da biomassa da comunidade amostrada nas áreas foram coletadas para a determinação da densidade da madeira. Para as demais espécies que não foram realizadas coletas e análises, foram utilizados os valores encontrados no banco de dados de densidade da madeira global (ZANNE et al., 2009; <http://datadryad.org/handle/10255/dryad.235>). O valor usado para as morfoespécies foi obtido através da média da densidade de madeira para sua área. Para as espécies da família Cactaceae foi utilizado o valor de 0,54 de acordo com Chave e colaboradores (2014).

Após a coleta, o material vegetal foi devidamente selecionado e identificado para realização das análises. Foi retirada a casca externa (periderme suberosa), o câmbio cortical (felogênio) feloderme, utilizado para quantificar a densidade da madeira, o cerne e alburno (TRUGILHO et al., 1990). Posteriormente as peças foram imersas em recipientes com água por cinco dias para

reidratação e determinarmos seu ponto de saturação a partir do “volume-verde” (BARBOSA; FERREIRA, 2004).

Passados cinco dias submergidas, as amostras foram retiradas dos recipientes e mantidas em descanso por um período de cinco a dez minutos para a remoção do excesso de água. Depois desses procedimentos, foi determinado o volume através do método de imersão baseado no princípio de Arquimedes, em que as amostras de madeira de cada espécie foram mergulhadas em uma proveta graduada, para quantificar o volume através do líquido deslocado, que foram medidos e anotados na forma de volume (cm<sup>3</sup>) (BARBOSA; FERREIRA, 2004; TRUGILHO et al., 1990).

Em seguida, todo o material foi disposto em estufa à 60°C para secagem até peso constante, não havendo variação superior a 0,5 g. Com os dados obtidos foram calculados a densidade da madeira através da seguinte fórmula:

- Densidade da madeira = Massa da matéria seca (g) / Volume (cm<sup>3</sup>)

### **Quantificação de Biomassa Acima do Solo (BAS)**

Os valores de biomassa acima do solo foram obtidos por meio da aplicação de uma equação alométrica, que leva em consideração o diâmetro ao nível do solo (DNS/cm), altura (A/m) e densidade da madeira (DM/g.cm<sup>-3</sup>):  $BAS = 0.0673 \times (DM \times DNS^2 \times A)^{0.976}$  (CHAVE et al., 2014). Após a quantificação os dados foram divididos por 1.000 e então foi determinado o valor de biomassa total em megagramas por hectare (Mg. ha<sup>-1</sup>).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As Serras da Arara e Bodocongó acumularam respectivamente 76,70 e 84,73 Mg. ha<sup>-1</sup> de biomassa total acima do solo. Foram contabilizadas 35 espécies para a Serra da Arara, sendo cinco delas ainda não identificadas e, portanto, tratadas como morfoespécies. Para a Serra de Bodocongó foram identificadas ao nível de gênero 41 espécies, sendo 27 espécies não identificadas e também tratadas como morfoespécies (**Tabela 1**). Por se localizarem em áreas menos alteradas, devido a acessibilidade principalmente nos níveis maiores de altitude (SILVA et al., 2014), a biomassa acima do solo alcançou maior valor em relação a outras áreas de Caatinga não serranas, que apresentam diferentes estágios de regeneração e estão localizadas no Sertão Paraibano (entre 22,2 a 60,0 Mg.ha<sup>-1</sup>) (COSTA et al., 2014). Dados de sensoriamento remoto para a mesma região subestimam os

valores encontrados, variando de 25 a 50 Mg. ha<sup>-1</sup>, principalmente devido aos métodos empregados, (SAATCHI et al., 2011), mas, atingem valores médios previstos para a região.

Das 35 espécies registradas apenas 10 contribuíram com 70 % da biomassa acima do solo acumulada na Serra da Arara, são elas, *Croton heliotropiifolius*, *Poincianella pyramidalis*, *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*, *Commiphora leptophloeos*, *Pilosocereus glaucescens*, *Erythrina velutina*, *Schinopsis brasiliensis*, *Piptadenia stipulacea*, *Aspidosperma pyriformium*. No entanto, para a Serra de Bodocongó, um número maior de espécies contribuiu para a acumulação de aproximadamente 70 % de biomassa acima do solo, foram as seguintes espécies, *Schinopsis brasiliensis*, *Poincianella pyramidalis*, *Anadenanthera colubrina*, *Allophylus laevigatus*, *Croton blanchetianus*, *Aspidosperma pyriformium*, *Myracrodruon urundeuva*, Morfoespécies, *Ceiba glaziovii*, *Clusia paralicola*, *Syagrus oleracea*, *Bauhinia cheilantha*, *Tabebuia* sp., *Commiphora leptophloeos*, *Mimosa ophthalmocentra*. É importante considerar que algumas espécies foram comuns às duas áreas, porém com valores de biomassa variável, além de que outras foram exclusivas para uma determinada serra.

**Tabela 1.** Biomassa Acima do Solo (BAS) das espécies registradas em duas Serras no Cariri Paraibano, Serra da Arara, Barra de Santana – PB, e Serra de Bodocongó, Queimadas – PB. Ausência da espécie amostrada na área representada pela letra = x.

<b>Espécies</b>	<b>Biomassa Serra da Arara (Mg.ha-1)</b>	<b>Biomassa Serra de Bodocongó (Mg.ha-1)</b>
<i>Acalypha multicaulis</i> Müll. Arg.	x	0,05
<i>Allophylus puberulus</i> (Cambess.) Radlk.	x	5,00
<i>Allophylos</i> sp.	0,21	x
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão ) A.C.Sm.	0,32	0,53
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan.	4,56	5,58
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) Blake.	x	0,05
<i>Aspidosperma pyriformium</i> Mart.	3,10	4,76
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	2,29	2,24
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.	0,70	2,99
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	x	0,70
<i>Clusia paralicola</i> G. Mariz.	x	2,56
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	2,36	x
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	4,74	2,01
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	1,59	4,84
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth.	12,47	1,16
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl.	1,30	0,93
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	3,58	0,61
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	0,23	x
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	0,07	0,07
<i>Lantana microphylla</i> Mart.	x	0,23

<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. Ex Tul.)L.P.Queiroz	x	1,93
<i>Luetzelburgia</i> sp.	0,30	x
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	1,03	0,43
<i>Maytenus rigida</i> Mart.	2,56	0,05
<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.	x	1,06
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	2,61	2,00
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	0,09	0,85
Morfoespécies	1,21	3,06
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	6,18	4,63
<i>Neocalyptrocalyx longifolium</i> (Mart.) Cornejo & Iltis	0,12	0,43
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	x	0,17
<i>Pilosocereus glaucescens</i> (Labuor)Byles & G.D. Rowsley	4,10	0,40
<i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C.Weber) Byles & Rowley	0,08	x
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	3,27	1,52
<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P.Queiroz	8,37	6,68
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil.) A. Robyns	1,89	0,66
<i>Sapium glandulosom</i> (F .) Morong	2,59	1,45
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	3,39	8,42
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	x	0,14
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	0,40	0,18
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	x	2,47
<i>Tabebuia</i> sp.	x	2,06
<i>Tacinga palmadora</i> (Britton & Rose) N.P.Taylor & Stuppy.	0,56	0,02
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	x	0,76
<i>Vitex rufescens</i> A.Juss.	x	1,59
<i>Ximenia americana</i> L.	x	0,00
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	x	0,98
<b>Total</b>	<b>76,70</b>	<b>84,73</b>

A estrutura da vegetação possui total relação com a biomassa (HOUGHTON; HALL; GOETZ, 2009). Dados como esses são importantes, visto que, estudos de biomassa nem sempre citam a quantidade de biomassa acumulada pelas espécies. Na Caatinga, o avanço do processo de degradação ambiental está associado a vários fatores, dentre os quais destacam-se: as práticas agrícolas inadequadas, o desmatamento, infertilidade e compactação do solo, os processos erosivos e a salinização de algumas áreas (BRASILEIRO, 2009), além de ser considerado como uma das regiões semiáridas e de maior adensamento populacional no planeta (SAMPAIO; ARAÚJO; SAMPAIO, 2005). Portanto, o uso sustentável dos recursos naturais por parte do ser humano,

viabiliza a manutenção da biodiversidade, resultando numa menor degradação ambiental (BRASILEIRO, 2009).

## CONCLUSÕES

As áreas Serranas na Paraíba detêm valores de biomassa acima do solo superiores aos encontrados em outras áreas situadas na Caatinga com diferentes estágios de recuperação. Quando analisamos os resultados obtidos por técnicas de geoprocessamento, como o Sensoriamento Remoto em uma análise global, os valores para a região semiárida no Brasil, também são inferiores aos obtidos pelas serras localizadas no Cariri Paraibano, indicando que tais resultados podem ser reflexo da influência dos *filtros de habitat* (KRAFT et al., 2015) menos severos em que as áreas serranas estão submetidas. Estudos dessa natureza são relevantes, visto que, a biomassa é altamente correlacionada com a quantidade de carbono. Assim, quando os ecossistemas no geral são conservados, a contribuição não é apenas para o estoque de carbono, mas também, na promoção e manutenção de diversos outros serviços ecossistêmicos, principalmente em áreas de Caatinga, visando necessidade de manejo adequado para tais refúgios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. **Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba.** CERNE, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.

ANDRADE, M. V. M.; DE ANDRADE, A. P.; DA SILVA, D. S.; DE ALCÂNTARA, B, R. L.; GUEDES, D. S. **Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato herbáceo e subarbustivo em áreas de caatinga no Cariri paraibano.** Revista Caatinga, v. 22, n. 1, 2009.

ARAÚJO, K. D.; DE ANDRADE, A. P.; RAPOSO, R. W. C.; DE OLIVEIRA, R, P. R.; PAZERA JÚNIOR, E. **Análise das condições meteorológicas de São João do Cariri no semiárido paraibano.** GEOGRAFIA (Londrina), v. 14, n. 1, p. 61-72, 2010.



BARBOSA, R. I.; FERREIRA, C. A.C. **Densidade básica da madeira de um ecossistema de campina em Roraima, Amazônia brasileira.** Acta Amazonica, v. 34, n. 4, p. 587-591, 2004.

BRASILEIRO, R. S. **Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação.** Scientia Plena, v. 5, n. 5, p. 1-12, 2009.

CHAVE, J.; RÉJOU-MÉCHAIN, M.; BÚRQUEZ, A.; CHIDUMAYO, E.; COLGAN, M. S.; DELITTI, W. B.; ... & HENRY, M. **Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees.** Global Change Biology, 20, 3177-3190, 2014.

COSTA, T. C.; DE OLIVEIRA, M. A.; ACCIOLY, L. J. D. O.; DA SILVA, F. H. **Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB).** 2009.

COSTA, T. L.; SAMPAIO, E. V.; SALES, M. F.; ACCIOLY, L. J.; ALTHOFF, T. D.; PAREYN, F. G.; ALBUQUERQUE, E. R. G. M.; MENEZES, R. S. **Root and shoot biomasses in the tropical dry forest of semi-arid Northeast Brazil.** Plant and soil, v. 378, n. 1-2, p. 113-123, 2014.

EMBRAPA. 2006. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Second Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 306p.

HOUGHTON, R. A.; HALL, F.; GOETZ, S. J. **Importance of biomass in the global carbon cycle.** Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, v. 114, n. G2, 2009.

KRAFT, N. J.; ADLER, P. B.; GODOY, O.; JAMES, E. C.; FULLER, S.; LEVINE, J. M. **Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor.** Functional Ecology, v. 29, n. 5, p. 592-599, 2015.

LEWIS, S. L.; SONKÉ, B.; SUNDERLAND, T.; BEGNE, S. K.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; VAN DER HEIJDEN, G. M.; ... & BASTIN, J. F. **Above-ground biomass and structure of 260 African tropical forests.** Phil. Trans. R. Soc. B, v. 368, n. 1625, p. 20120295, 2013.

LOMOLINO, M. A. R. K. **Elevation gradients of species-density: historical and prospective views.** *Global Ecology and biogeography*, v. 10, n. 1, p. 3-13, 2001.

MORO, M. F.; LUGHADHA, E. N.; DE ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. **A Phylogeographical Metaanalysis of the Semi-arid Caatinga Domain in Brazil.** *The Botanical Review*, p. 1-58, 2016.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. **Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification.** *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, v. 4, n. 2, p. 439-473, 2007.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P.; ARAUJO, K. D. **Composição florística e fitossociologia de um fragmento de caatinga em Monteiro, Paraíba.** *Holos* v. 6, p. 73-87, 2012.

POORTER, L.; SANDE, M. T.; THOMPSON, J.; ARETS, E. J. M. M.; ALARCÓN, A.; ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, J.; ... & BONGERS, F. **Diversity enhances carbon storage in tropical forests.** *Global Ecology and Biogeography*, v. 24, n. 11, p. 1314-1328, 2015.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L. D.; NARDELLI, A. M. B. **Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais.** *Revista Árvore*, v. 33, n. 5, p. 917-926, 2009.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico-ecossistema caatinga.** *Sociedade botânica do Brasil*, 2013.

SAATCHI, S. S.; HARRIS, N. L.; BROWN, S.; LEFSKY, M.; MITCHARD, E. T.; SALAS, W.; ... & PETROVA, S. **Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 108, n. 24, p. 9899-9904, 2011.

SAMPAIO, E.; RODAL, M. de J. N. **Fitofisionomia da Caatinga.** Petrolina, 2000.

SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, Y.S.B. **Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil.** Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 22, nº 1, jan/jun. 2005.

SILVA, F. K. G.; DE FARIA LOPES, S.; LOPEZ, L. C. S.; DE MELO, J. I. M.; & TROVÃO, D. M. D. B. M. **Patterns of species richness and conservation in the Caatinga along elevational gradients in a semiarid ecosystem.** Journal of Arid Environments, v. 110, p. 47-52, 2014.

TROVÃO, D. M. de B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A. de; DANTAS NETO, J. **Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande. v. 11, n. 03. p. 307-311, 2007.

TRUGILHO, P. F.; DA SILVA, D. A.; FRAZÃO, F. J. L., & DE MATOS, J. L. M. **Comparação de métodos de determinação da densidade básica em madeira.** Acta amazônica, v. 20, p. 307-319, 1990.

ZANNE, A.E; LOPEZ-GONZALEZ, G.; COOMES, D.A.; ILIC, J.; JANSEN, S.; LEWIS, S.L.; MILLER, R.B.; SWENSON, N.G.; WIEMANN, M.C.; CHAVE, J. **Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum.** Dryad Data Repository. 2009.

ZAPPI, D. **Fitofisionomia da Caatinga associada à Cadeia do Espinhaço.** Megadiversidade, v. 4, n. 1-2, p. 34-37, 2008.

