

**Estrutura e padrão espacial de *Tacinga palmadora* (Britton & Rose)
N.P.Taylor & Stuppy (Cactaceae) em vegetação de caatinga conservada**
*Spatial pattern and Structure of the Tacinga Palmadora (Cactaceae) in fragment of Caatinga,
State of Paraíba, Brazil*

Alex da Silva Barbosa

Universidade Federal da Paraíba – UFPB – João Pessoa – Paraíba - Brasil

Robson Luis Silva de Medeiros

Universidade Estadual Paulista – UNESP – São Paulo – São Paulo – Brasil

José Nailson Barros Santos

Universidade Federal de Pernambuco – UFRPE – Recife – Pernambuco – Brasil

Alberício Pereira de Andrade

Miguel Avelino Barbosa Neto

Universidade Federal da Paraíba – UFPB – Areia – Paraíba - Brasil

Resumo

A família Cactaceae compreende a segunda maior família botânica endêmica das Américas. O objetivo do trabalho foi descrever a distribuição espacial de *Tacinga palmadora* obter subsídios sobre o comportamento ecológico e estrutural da espécie numa área de caatinga conservada, no município de Boa Vista, Paraíba. Para a avaliação quantitativa da população foi utilizado o método de parcelas contíguas que foram divididas em 100 parcelas de 10m x 10m. Para verificar o padrão de distribuição da espécie na área foram utilizados mapas de distribuição espacial, construídos através de sistema de coordenadas SURFER®. A população foi estimada em 1.883 indivíduos ha⁻¹, obtendo-se uma alta densidade absoluta e frequência relativa de 100% nas parcelas experimentais. Os espécimes encontram-se uniformemente distribuídos na área amostral, sem a presença de grandes aglomerados. Em aproximadamente 43,5% da área foram amostrados até 10 indivíduos por unidade amostral. A utilização dos mapas foi capaz de caracterizar a estrutura vertical e o modo de distribuição da população na área, demonstrando aleatoriedade no padrão de distribuição espacial. A população estudada demonstra estabilidade o que permite predizer que a espécie terá boa representatividade e ausência de problemas futuros. A *T. palmadora* tende a apresentar distribuição uniforme e elevada abundância em áreas de caatinga conservada.

Abstract

The Cactaceae family comprises the second largest endemic botanical family in the Americas. The objective of this work was to describe the spatial distribution of *Tacinga palmadora* to obtain subsidies on the ecological and structural behavior of the species in an area of conserved caatinga, in the municipality of Boa Vista, Paraíba. For the quantitative evaluation of the population was used the method of contiguous plots that were divided into 100 plots of 10m x 10m. In order to verify the pattern of distribution of the species in the area, spatial distribution maps were constructed using a SURFER® coordinate system. The population was estimated at 1,883 individuals ha⁻¹, obtaining a high absolute density and relative frequency of 100% in the experimental plots. The specimens are uniformly distributed in the sample area, without the presence of large agglomerates. In approximately 43.5% of the area, up to 10 individuals per sample unit were sampled. The use of the maps was able to characterize the vertical structure and the distribution mode of the population in the area, demonstrating randomness in the spatial distribution pattern. The studied population shows stability which allows predicting that the species will have good representation and absence of future problems. *T. palmadora* tends to have uniform distribution and high abundance in areas of conserved caatinga.

Palavras-chave

Ecologia de populações.
Cactaceae. Palmatória.

Keywords

Ecology of populations.
Cactaceae. Cactus pear.

1. Introdução

A família Cactaceae compreende 124 gêneros e 1.438 espécies (Hunt et al., 2006), configurando como a segunda maior família botânica endêmica das Américas. O Brasil é considerado como terceiro maior centro de diversidade da família Cactaceae, com um total de aproximadamente 200 espécies (Souza e Lorenzi, 2005). Seus espécimes possuem a capacidade de crescer nas mais diferentes fitofisionomias, entretanto a maior diversidade é encontrada em regiões áridas e semiáridas onde atuam com recursos importantes para vertebrados e invertebrados principalmente na estação seca (Taylor e Zappi, 2004).

No que diz respeito à agropecuária regional, algumas espécies possuem valor nutricional para bovinos, caprinos e ovinos, utilizadas principalmente na época de estiagem (Rocha e Agra, 2002). Levando-se em consideração as mudanças climáticas e a constante escassez de água em muitas áreas nordestinas, estas plantas perfazem um riquíssimo recurso alimentar, energético de importância significativa para as populações que dependem deste recurso (Mizrahi e Sitrit, 2002).

Neste sentido, sabemos que é imprescindível uma boa aplicação de técnicas de manejo, bem como a síntese de estudos inerentes às espécies florestais para um manejo sustentável. Apesar da existência de diversos estudos, vários autores apontam a carência de conhecimento, que apontem um direcionamento conciso sobre a ecologia de cactáceas no nordeste do Brasil (Abud et al., 2010). Pereira Filho et al. (2010) destacam as formações xerófilas como, lenhosas, decíduas, em geral espinhosas, com presença de plantas suculentas e estrato herbáceo estacional, com ampla variação florística.

Trabalhos sobre a abrangência da distribuição espacial das espécies é de grande importância para os estudos de ecologia florestal, pois, o nível de organização espacial dos indivíduos na floresta depende dos processos ecológicos e características próprias de cada ambiente, especialmente em ambientes em recuperação (Silva et al., 2012). Existem vários fatores que interagem e determinam, a estrutura da Caatinga, pois ela é muito complexa, e seus conhecimentos existentes, ainda são, em vários aspectos, incipientes e esparsos, dificultando o estabelecimento de uma política de conservação mais efetiva que mantenha, pelo menos, sua rica diversidade vegetal (da Silva et al., 2016).

Alguns trabalhos abordando autoecologia de cactáceas foram realizados, entretanto são tímidos os dessa natureza com espécies da caatinga, ou quando realizados no leste do Brasil procuraram correlacionar o desenvolvimento das espécies com as variáveis ambientais (Santos, 2009; Meiado, 2012). A oportunidade de reunir recursos tecnológicos, como sistemas de posicionamento, coordenadas e informática às metodologias comumente empregadas na análise do padrão espacial, surgem como uma ferramenta promissora em estudos de distribuição espacial de populações vegetais. O objetivo do presente trabalho foi descrever o padrão de distribuição espacial de *T. palmadora*, utilizando-se do aporte de mapas de análise espacial e obter subsídios sobre o comportamento ecológico e estrutural da espécie em uma vegetação de caatinga conservada.

2. Material e métodos

Área de estudo

A área pertence a uma propriedade particular, denominada de Sítio Caldeirão localizada no município de Boa Vista, Paraíba. Situada nas seguintes coordenadas 7°10'21,09"S 36°9'55,03"O (Figura 1). A área foi adquirida por meio de herança familiar e sempre foi mantida conservada, com finalidade de pastoreio controlado em época de escassez de alimentos para os animais. A vegetação da área é formada por espécies subcaducifólia e caducifólia, onde há pelo menos 30 anos não fora utilizada para agricultura. O clima

predominante, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSh, quente e seco, com precipitações locais que não ultrapassam 500 mm/ano. O município de Boa Vista apresenta solos basicamente Planossolos, os quais se caracterizam por apresentarem minerais hidromórficos no horizonte B plânico (Embrapa, 2006). Há amplo predomínio de solos com argila de atividade alta, com elevados valores de soma e de saturação por bases, além de apresentarem uma série de fatores limitantes e, por isso, são pouco aptos para agricultura, sendo mais apropriados para pastagens.

O levantamento da área (Sítio Caldeirão, Boa Vista-PB) foi realizado em fevereiro de 2014. Todos os indivíduos foram mensurados, a altura estimada através de tubos PVC graduados (gradações de 1 m) e a circunferência do caule mensurada com o auxílio de uma fita métrica. Para a avaliação quantitativa da população de *T. palmadora*, foi utilizado o método de parcelas contíguas (Muller-Dombois & Elleberg, 1974; Rodal et al., 1992) em áreas de um hectare de caatinga, estas áreas foram divididas em 100 parcelas de 10m x 10m.

O material botânico foi coletado e acondicionado em estufa por 48 horas, em seguida foram preparadas as exsicatas e posteriormente enviadas para identificação no Centro de Ciências Agrárias (UFPB/CCA) “Herbário Jayme Coelho de Moraes” (EAN), por meio de comparação com exsicatas que fazem parte da coleção do herbário, como também, comparações em literatura especializada. A sinonímia e a grafia do táxon foram atualizadas mediante consulta a lista da Flora do Brasil.

A determinação da aleatoriedade e ou agrupamento da espécie foi determinada através do Índice de McGuinnes. Os mapas de isolinhas de dispersão espacial da espécie foi realizada em relação ao número de indivíduos por parcela, diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) e altura total das plantas. Produzidos com auxílio dos programas Microsoft Office[®] – Excel 2010, SURFER[®] v. 8 (*Golden software*, Colorado, EUA) e Corel DRAW[®] v. X4. Com auxílio de um GPS Garmin[®] eTrex Venture[®] HC foram coletadas as coordenadas de cada área. O equipamento foi configurado para SAD-69 (*Datum Sul Americano*) e tipo de coordenada foi UTM (*Universal Transverse Mercator*).

No ambiente do SURFER[®] a conversão dos dados para a plotagem dos mapas foi utilizada a Função de Base Radial (*Radial Basis Function*). Após verificação da ausência de correlação a curta distância pelos semivariogramas das variáveis consideradas neste trabalho, a heterogeneidade espacial e das variáveis foi caracterizada pela estatística clássica, considerando que as observações são estatisticamente independentes umas das outras. E, neste caso, os mapas de contorno bidimensionais das variáveis estudadas foram construídos por interpolação utilizando o método da função de base radial (Ramalho, 2008).

O valor a ser interpolado para qualquer ponto da malha foi estimado pela equação (1):

$$G_j = \sum_{i=1}^{N_{PT}} w_{ij} Z_i \quad (1)$$

Onde: G_j =Valor do estimador para o ponto j

N_{PT} =Número de pontos usados para a interpolação

Z_i =Valor estimado no ponto i com valor conhecido

w_{ij} =Peso associado ao valor estimado i

No método de interpolação função de base radial, os pesos são variáveis de acordo com a função básica. A função básica ($B(L)$), neste contexto, é uma função real de L (distância (raio) a partir da origem), (Ramalho, 2008). Uma das funções mais utilizadas é a multiquádrica, representada pela equação (2):

$$B(L) = \sqrt{L^2 + R^2} \quad (2)$$

Onde:

B(L)=Função de ponderação do método Multiquadrático (Carlson & Foley, 1991)

R²=Parâmetro suavizador especificado pelo usuário

3. Resultados e discussões

Foram amostrados 1.883 indivíduos de *T. palmadora* (Figura 1A e 1B) com densidade absoluta de 1.883 ind. ha⁻¹, frequência absoluta de 100% e padrão de distribuição uniforme (Índice de McGuinnes, IGA<1,0). Uma das características que leva a população vegetal a essa distribuição espacial está na forma da síndrome de dispersão da espécie. (Silva e Rodal, 2009), disseminam as sementes ao longo do seu ambiente de nicho. Condição favorecida pela presença funcional de animais dispersores, de modo que a espécie tem ocupação em quase totalidade dos sítios de ocupação da área (Figura 2A).



Figura 1. Indivíduos de *T. palmadora* numa área preservada de Caatinga, Sítio Caldeirão, Município de Boa Vista, PB (1A); Detalhe de cladódios apicais (1B).

Em outros estudos a frequência da espécie foi bem inferior em relação aos apresentados neste trabalho (Pitrez, 2006). Tais achados estão associados ao tipo de fitofisionomia e pelas características da área, como solo e relevo e neste sentido, trabalhos que levem a correlação das condições edáficas e climáticas com a abundância de cactáceas se mostram necessários. Neste contexto, Na vertente edáfica, Teixeira (2014) afirmam que a presença de uma serrapilheira mais espessa na superfície do solo há uma tendência da ocorrência de indivíduos de maior porte e normalmente o tamanho do fragmento florestal influencia no número de indivíduos de *Tacinga* sp.

Os espécimes encontram-se uniformemente distribuídos na área amostral, demonstrativo dos mapas, sem a presença de grandes aglomerados. Em aproximadamente 43,5% da área foram amostrados até 10 espécimes de *T. palmadora* por unidade amostral, seguida de 38,3% da área contendo entre 11 e 20 indivíduos e 14,2% que conteve até 2 indivíduos (Figura 2A).

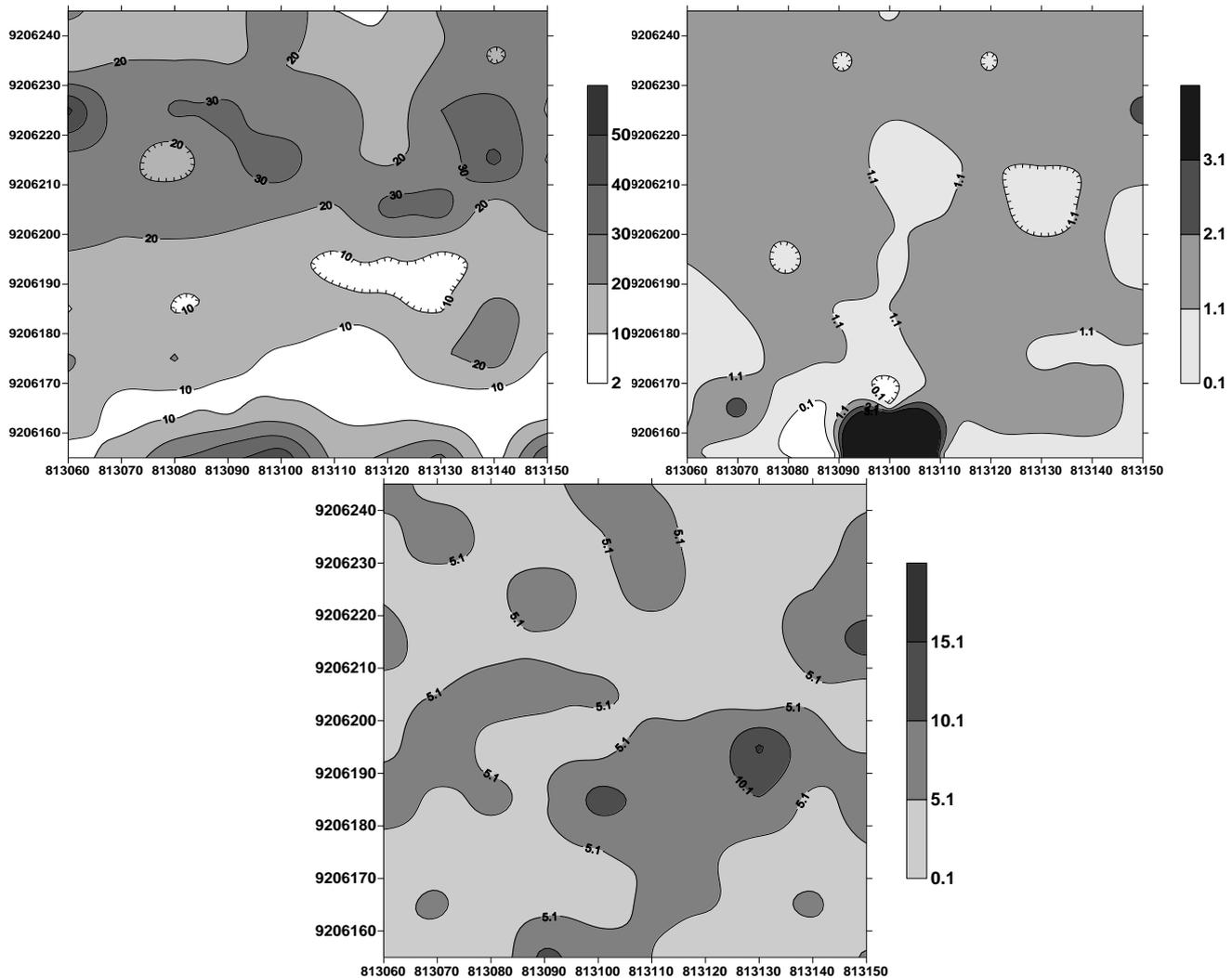


Figura 2. Mapas de distribuição espacial dos espécimes de *T. palmadora*. (2A) Plantas por parcela; (2B) Altura; (2C) Diâmetro. Município de Boa Vista, PB.

Aproximadamente em 72,7% da área observou-se espécimes com altura de 1,1m, seguida de indivíduos muito pequenos (0,1m) representando 24,1% da área. Os espécimes de maior porte com altura entre 2,2 a 3,1 ocupavam 2,3% da área estudada (Figura 2B). De modo geral, o padrão de distribuição das espécies vegetais numa comunidade é influenciado diretamente por variáveis abióticas e bióticas. Disponibilidade de luz, nutrientes, água e solo aparecem como abióticas. E bióticas os processos dependentes à densidade, como competição intraespecífica e interespecífica, herbivoria, doenças e dispersão de sementes (Capretz, 2004).

Baseando no estado de conservação da área, bem como representatividade da espécie em vários sítios amostrados, não foi verificado problema e ou desequilíbrio nos processos que regem a dispersão da espécie no ecossistema. Barbosa et al., 2015, trabalhou com a população e estrutura de *Pilosocereus pachycladus* RITTER no município de Boa Vista-PB, com 100 parcelas de 10X10m, amostraram 172 indivíduos, mas apenas 3 regenerantes.

Embora as informações coletadas neste trabalho denotem a uniformidade da distribuição de *T. palmadora*, ainda não se pode definir um padrão da espécie, já que a formação de grupos agregados é uma natureza comum de maior parte das espécies florestais, (Murphy e Lugo, 1986; Teixeira, 2014), especialmente em regiões tropicais secas. O cruzamento dos dados através da ocorrência dos indivíduos na área e a construção dos mapas foram capazes de elucidar o padrão espacial, e transmitir realmente o que se vê em campo.

Podendo, também, esta metodologia ser crucial na eficácia e precisão em estudos de autoecologia de diversas populações vegetais.

A distribuição dos espécimes de *T. palmadora* por classe de diâmetro demonstrou que em 59% da área foram amostrados espécimes com diâmetro de 0,1 a 5,1cm, 36,7% representada por indivíduos com diâmetro de 5,2 a 10,1cm e 1,9% da área foram amostrados plantas com diâmetro acima de 10,1cm (Figura 2C).

Os indivíduos de *T. Palmadora* encontram-se em fase de estabelecimento na área. A estrutura hipsométrica denota o estabelecimento de espécimes em fase madura com plena atividade de reprodução (Figura 3A). De acordo com o histograma de altura, 22% dos indivíduos encontraram-se na sexta classe de altura com altura variando entre 1,21 a 1,50m e na quinta classe com altura entre 0,91 a 1,20m (22%), seguida da sétima classe caracterizada por indivíduos de maior porte representando 18% da população (Figura 3A).

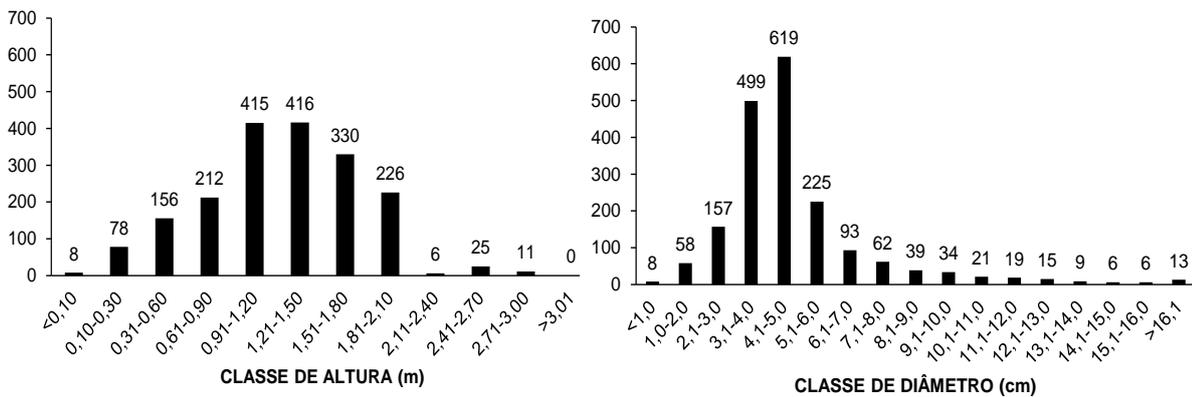


Figura 3. Estrutura hipsométrica (3A); Diamétrica (3B) de *T. palmadora*, Sítio Caldeirão, Município de Boa Vista, PB.

Seguindo a tendência apresentada pela estrutura hipsométrica, a estrutura diamétrica demonstra que 33% dos indivíduos apresentaram diâmetro entre 4,1 a 5cm, seguida de 27% representando os espécimes com diâmetro entre 3,1 e 4,0cm. A sexta classe diamétrica foi representada por 12% dos espécimes presentes na área (5,1-6,0cm). Todas as classes estruturais, portam a presença da espécie denotando um certo nível de estabelecimento, o que permite um prognóstico de ausência de problemas futuros nas taxas demográficas da população. Levando-se em conta que uma população estável apresenta estabelecimento característico de indivíduos jovens, adultos e senescentes (Primack, 2001).

Sobre a distribuição de *Cactaceae* no leste do Brasil, Santos (2009) afirma que tal distribuição está correlacionada com variáveis geoclimáticas, particularmente as vinculadas à latitude e longitude, com a sazonalidade da precipitação pluvial e temperatura. E que estes fatores têm influenciado na evolução e especiação da família em regiões semiáridas (Murphy; Lugo, 1986). As variáveis de temperatura e precipitação são fatores de determinação das formações vegetais na biosfera, bem como a dinâmica adaptativa aos eventos hídricos (Ledru et al., 1998; Safford, 2007), sendo estes fatores que interferem em padrões ecológicos mais amplos. Santos (2009) sugere que o modelo “Efeito do Domínio Médio” de distribuição pode estar relacionado com a maioria dos padrões encontrados para a *Cactaceae* do leste do Brasil, em relação à latitude e altitude. De modo geral, Mourelle & Ezcurra (1997) analisaram cactáceas colunares ao longo de gradientes tropical-subtropical nas Américas do Sul e do Norte e observaram que os efeitos da latitude co-variaram com outros como a extensão do habitat. Ausência de estudos sobre a *T. palmadora*, bem como de outras espécies da família *Cactaceae*, apontam para a necessidade de pesquisas para a melhor compreensão dos processos que regem a distribuição destas espécies em áreas de caatinga.

Conclusão

As populações de *Tacinga palmadora* apresentam distribuição uniforme e elevada abundância nas áreas de caatinga conservada do Agreste da Paraíba.

Referências

1. ABUD H.F.; GONÇALVES N.R.; REIS R. G. E.; PEREIRA D. S.; BEZERRA A. M. E. Germinação e expressão morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pilosocereus pachycladus* Ritter. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n.3, p. 468- 474. 2010.
2. BARBOSA, A.S.; NETO, M.A.B.; ANDRADE, A.P.; BARBOSA, A.J.S.; SOUZA, V.C. AND ANJOS, F. POPULATION STRUCTURE OF *PILOSOCEREUS PACHYCLADUS* F. RITTER IN THE ANTHROPIZED CAATINGAS AREAS FROM WESTLAND OF PARAÍBA, BRAZIL. **Acta Hortic.** V. 1087, p.234-248. 2015. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1087.30>
3. CAPRETZ, R.L. **Análise dos padrões espaciais de árvores em quatro formações florestais do estado de São Paulo, através de análises de segunda ordem como a função K de Ripley**. 2004. 94 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ecologia – Mestrado). Universidade Paulista, USP, 2004.
4. CARLSON, R. E.; FOLEY, T.A. The parameter R2 in multiquadric interpolation. **Computers & Mathematics with Applications**, New York, v. 21, n. 9, p. 29-42, 1991.
5. DA SILVA SANTANA, J. A.; JÚNIOR, J. A. S. S.; DA SILVA BARRETO, W.; DA SILVA FERREIRA, A. T. Estrutura e distribuição espacial da vegetação da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó, RN. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 355-361, 2016.
6. EMBRAPA. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p.
7. HUNT, D.; TAYLOR, N.P.; CHARLES, G. 2006. **Milborne**: DH Books, 560 p.
8. LEDRU, M.P.; SALGADO-LABOURIAU, M. L.; LORSCHTEITER L. Vegetation dynamics in southern and central Brazil during the last 10,000 yr. **Review of Paleobotany and Palynology**, London, v. 99, p. 131-142, 1998.
9. MIZRAHI YAN, SITRIT Y. New fruits for arids climates. In: Alexandria: ASHS Press (Org). cap. Trends in new crops and new uses, 2002, p.378-384.
10. MOURELLE, C.; EZCURRA E. Differentiation diversity of Argentine cacti an its relationship to environmental factors. **Journal of Vegetation Science**, USA, v. 8, n. 1, p. 547-558, 1997.
11. MULLER-DOMBOIS, D, ELLENBERG H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley, 574.
12. MURPHY, P.G; LUGO, A. E. Ecology of tropical dry forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 17, 1986, p. 67-88.

13. PITREZ, S. R. **Florística, fitossociologia e citogenética de angiospermas ocorrentes em inselbergues**. 2006. 123 p. Tese ((Programa de Pós-Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2006.
14. PRIMACK, R. E. 2001. **Biologia da Conservação**. Londrina: Editora Planta, 327p.
15. MEIADO, M. V. **Germinação de cactos do nordeste do Brasil**. 2012. 142p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, 2012.
16. PEREIRA FILHO, J. O. S. É. M.; VIEIRA, E. D. L.; AZEVEDO SILVA, A. D. E. R. B. A. L.; MARCOS, D.; FONTES CÉZAR, M. A. R. C. Í. L. I. O.; MONTEIRO DE CARVALHO JÚNIOR, A. L. O. Í. S. I. O. Efeito da altura de corte no controle da jurema-preta [*Mimosa tenuiflora* (WILD) POIR.]. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, 2010.
17. RAMALHO, C. I. **Estrutura da vegetação e distribuição espacial do licuri (*Syagrus coronata* (Mart) Becc.) em dois municípios do centro norte da Bahia, Brasil**. 2008. 168 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2008.
18. ROCHA, E. A.; AGRA M. F. Flora do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil: Cactaceae. Juss. **Acta Botânica Brasileira**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 15-21, 2002.
19. RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S.; FIGUEIREDO, M. A. 1992. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: ecossistema caatinga**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 24.
20. SAFFORD, H. D. 2007. **Phytogeography of the campos de altitude**. **Journal of Biogeography**. Oxford: 1701-1722.
21. SANTOS, M. R. **Influência de variáveis ambientais e espaciais na distribuição geográfica da família cactaceae no leste do Brasil**. 2009. 76 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em em Ecologia Aplicada). Universidade Federal de Lavras, 2009.
22. SILVA, K. E.; SANTOS, N.T.; RIBEIRO, C. A. S. 2012. **Ecologia de Florestas Tropicais do Barsil**. Viçosa: UFV, 326-351
23. SILVA, M. C. N. A.; RODAL, M. J. N. Padrões das síndromes de dispersão de plantas em áreas com diferentes graus de pluviosidade, PE, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, Proto Alegre, v. 23, n. 4, p. 1040-1047, 2009.
24. SOUZA, V. C.; LORENZI, H. 2005. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 639p.
25. TAYLOR, N.P.; ZAPPI, D. C. 2004. **Cacti of eastern Brazil**. Richmond: Royal Botanic Gardens.
26. TEIXEIRA, V. D. **Distribuição espacial e biologia floral reprodutiva de *Uebelmannia Buiningii* Donald (Cactoideae, Cactaceae): espécie endêmica dos campos rupestres, Minas Gerais – Brasil**. 2014. 97 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recusos

Genéticos). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2014 Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.