

Distribuição espacial e estrutura populacional de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi e *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*
Spatial distribution and population structure of *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi and *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*
Distribución espacial y estructura de la población de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi y *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*

Recebido: 14/09/2020 | Revisado: 19/09/2020 | Aceito: 23/09/2020 | Publicado: 25/09/2020

Ivan Sérgio de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0046-146X>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: ivantecagro@gmail.com

Vênia Camelo de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1847-9182>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: venia_camelo@hotmail.com

Zelma Glebya Maciel Quirino

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0396-107X>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: zelmaglebya@gmail.com

Paulo Marks de Araújo Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6411-745X>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: paulomarksac@gmail.com

Alex da Silva Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7343-6134>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: aldasibarbosa@gmail.com

Daniel da Silva Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7293-7762>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: danielsgea@gmail.com

Resumo

A família Cactaceae apresenta mais de 1.500 espécies no mundo, ocorrendo espécies endêmicas em todo o território nacional. Em populações naturais, tais elementos sofrem fortes pressões antrópicas, o que aumenta consideravelmente o seu risco de extinção. O objetivo do trabalho foi realizar um estudo sobre a distribuição espacial e estrutura populacional de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi e *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* em duas áreas de Caatinga do Agreste do estado da Paraíba, Brasil. Os ambientes de estudo estão localizados no Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande-PB, e no Sítio Umbrana, Bananeiras-PB. Foram alocadas 10 parcelas amostrais de 400 m² em cada ambiente de estudo, e todos os indivíduos de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* foram contabilizados. A distribuição espacial das espécies, não apresentaram tendência ao agrupamento nas populações localizadas no INSA. Nas populações do Sítio Umbrana, a tendência é ao agrupamento. De acordo com índice de agrupamento de Payandeh (Pi) a densidade populacional e absoluta nas populações do Sítio Umbrana é maior, se comparado às populações do INSA. Para os padrões espaciais, nas populações de Cactaceae do Sítio Umbrana, os indivíduos de ambas as espécies apresentam distribuição agrupada e nas populações do INSA apresentaram a tendência ao não agrupamento. Fatores como distúrbios naturais ou antrópicos, condições ambientais e disponibilidade de recursos, influenciaram a estrutura populacional de *P. pachycladus* e *C. jamacaru*.

Palavras-chave: Caatinga; Cactáceas; Ecologia; Facheiro; Mandacaru.

Abstract

The cactus family has more than 1.500 species in the world, endemic species occurring throughout the national territory. In natural populations, Cactaceae suffer strong anthropic pressures, which considerably increases their risk of extinction. The objective of the work was to carry out a study on the spatial distribution and population structure of *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi and *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* in two Caatinga areas of Agreste in the Paraíba, state, Brazil. The study environments are located at the Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande, PB state and Sítio Umbrana, Bananeiras, PB state. It had been plotted 10 parcels with 400 m² to each study environment, and all individuals of *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* and *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* were accounted for. The spatial distribution of species did not show a tendency to group in populations located at INSA. In the populations of Sítio

Umburana, the tendency is towards grouping. According to the Payandeh cluster index (Pi), the population and absolute density in the populations of Sítio Umburana is higher when compared to INSA populations. For spatial patterns, in the cactus populations of Sítio Umburana, individuals of both species have a grouped distribution and in INSA populations they have a tendency to not cluster. Factors such as natural or man-made disturbances, environmental conditions and availability of resources, influenced the population structure of *P. pachycladus* and *C. jamacaru*.

Keywords: Caatinga; Cacti; Ecology; Facheiro; Mandacaru.

Resumen

La familia de las Cactaceae tiene más de 1.500 especies en el mundo, con especies endémicas presentes en todo el territorio nacional. En poblaciones naturales, las Cactaceae sufren fuertes presiones antrópicas, lo que aumenta considerablemente su riesgo de extinción. El objetivo del trabajo fue realizar un estudio sobre la distribución espacial y estructura poblacional de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi y *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* en dos áreas de Caatinga de Agreste en el estado de Paraíba, Brasil. Los ambientes de estudio están ubicados en el Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande y en el Sítio Umburana, Bananeiras. Se asignaron 10 parcelas de muestra de 400m² en cada ambiente de estudio, y todos los individuos de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* y *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* fueron contabilizados. La distribución espacial de las especies no mostró tendencia a agruparse en poblaciones ubicadas en el INSA. En las poblaciones de Sítio Umburana, la tendencia es al agrupamiento. Según el índice de conglomerados de Payandeh (Pi), la población y la densidad absoluta en las poblaciones del Sítio Umburana es mayor, en comparación con las poblaciones del INSA. Para patrones espaciales, en las poblaciones cactáceas de Sítio Umburana, los individuos de ambas especies tienen una distribución agrupada y en las poblaciones del INSA tienen tendencia a no agruparse. Factores como las perturbaciones naturales o provocadas por el hombre, las condiciones ambientales y la disponibilidad de recursos, influyeron en la estructura poblacional de *P. pachycladus* y *C. jamacaru*.

Palabras claves: Caatinga; Cactus; Ecología; Facheiro; Mandacaru.

1. Introdução

A família Cactaceae apresenta mais de 1.500 espécies no mundo (Cavalcante, Teles & Machado, 2013). Sendo o nordeste do México, Andes orientais da Bolívia e Argentina e o sudeste do Brasil seus principais centros de diversidade. Acredita-se que o número crescente de táxons encontrados em todo mundo assim como disseminação de suas espécies está relacionado principalmente a sua versatilidade adaptativa (Navoa et al., 2015; Camacho-Velázquez et al., 2018).

No Brasil, ocorrem aproximadamente 39 gêneros e 260 espécies distribuídas por todo território Nacional, e são encontradas com maior facilidade em solos pedregosos típicos das regiões semiáridas da Caatinga (Zappi et al., 2015; Silva et al., 2019). Os cactos colunares recebem elevada atenção dos geneticistas populacionais com quase 73% dos seus táxons já explorados, a ecologia reprodutiva é outro ponto que vem sendo estudado e que merece elevada atenção dos pesquisadores (Figueredo et al., 2010; Martins et al., 2016; Camacho-Velázquez et al., 2018).

Em populações naturais, as espécies de Cactaceae apresentam diferentes estruturas como, densidade, padrão de agregação e crescimento (Hughes et al., 2011; Fabricante & Oliveira, 2013). As ações antrópicas, condições ambientais e disponibilidade de recursos, afetam a dinâmica e estrutura de algumas populações, tais fatores podem fazer com que as espécies não se perpetuem ao longo do tempo (Barbosa et al., 2017).

As populações dos cactos colunares, *Cereus jamacaru* e *Pilosocereus pachycladus*, apresentam similaridade em estrutura e distribuição, porém, ações antrópicas e fatores climáticos podem interferir na estabilidade destas espécies nas populações (Barbosa et al., 2015 & 2017). Algumas espécies de Cactaceae em populações na América Central, demonstram resultados semelhantes para estrutura e fatores limitantes para o estabelecimento destas em diferentes populações (Ferrer-Cervantes et al., 2012; Mandujano et al., 2007).

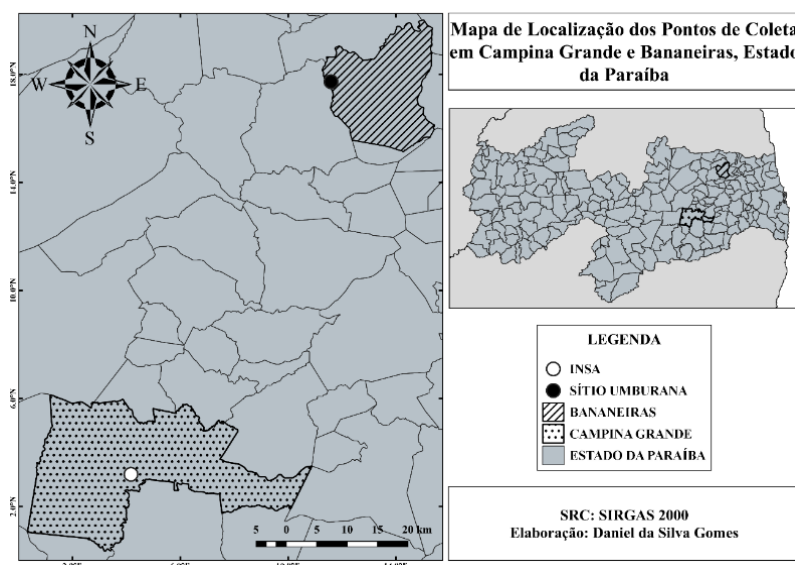
As populações de Cactaceae geralmente apresentam alterações para características de regeneração e estabilidade, mas estes fatores pouco interferem na similaridade espacial e características reprodutivas destas espécies em diferentes populações (Barbosa et al., 2017). Os fatores que podem interferir na similaridade fisiológica de espécies de Cactaceae são condições ambientais, principalmente altas temperaturas na estação do verão e baixas temperaturas na estação do inverno, além da umidade do solo na estação seca (Godínez-Álvarez et al., 2003; Cabral et al., 2004).

Estudos sobre a distribuição espacial e estrutura populacional de cactáceas colunares são importantes para o aferimento de respostas sobre o seu comportamento reprodutivo em campo. Considerando tais aspectos, o objetivo do trabalho foi realizar um estudo sobre a distribuição espacial e estrutura populacional de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi e *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* ocorrentes em duas áreas de Caatinga do Agreste do estado da Paraíba, Brasil, visando fornecer informações relevantes sobre a conservação das espécies em ambiente natural.

2. Metodologia

Os indivíduos de ambas as espécies foram selecionados em populações natural de um fragmento florestal de Caatinga situada no Instituto Nacional do Semiárido (INSA), localizado no município de Campina Grande, Paraíba (Figura 1). A fitofisionomia do município localizado na mesorregião do Agreste paraibano, apresenta altitude aproximada de 494 metros, com as coordenadas de Latitude: 7°16'47.24"S e Longitude: 35°58'29.97"O (Figura 1). O município está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema. A classificação do clima é As' segundo a Köppen e Geiger. A temperatura máxima de 30.0 °C e a temperatura mínima 18.0°C. A pluviosidade média anual é 876 mm. O solo apresenta-se em sua maior parte como Neossolo Litólico, que são solos mais rasos, pedregosos e rochosos, associado a Afloramentos de Rochas (Francisco et al., 2015).

Figura 1. Mapa de localização do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande e Sítio Umburana, Bananeiras, Paraíba, Brasil.



Fonte: Gomes (2020).

A área de estudo do Sítio Umburana situa-se em um fragmento florestal de Caatinga localizado no município de Bananeiras, Paraíba (Figura 1). A fitofisionomia do município de Bananeiras localizado na mesorregião do Agreste paraibano, apresenta altitude aproximada de 526 metros, com as coordenadas de Latitude: 06° 45' 00" S e Longitude: 35° 38' 00" W inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema. Os recursos vegetais desta área estão representados por espécies caducifólica e subcaducifólica. O clima da região é o As' (tropical chuvoso) quente e úmido (Classificação de Köppen) e se caracteriza por apresentar temperatura máxima de 28.5°C e mínima de 15.6°C, com chuvas de outono a inverno (concentradas nos meses de maio a agosto). O solo apresenta-se em sua maior parte do tipo Latossolo vermelho amarelo, textura franco arenosa a franco argilosa.

Os espécimes estudados estão localizados em dois fragmentos de Caatinga. Em cada ambiente, foram plotadas 10 parcelas amostrais com tamanho de 400 m² (Barbosa et al., 2015 & 2017). Cada parcela amostral foi subdividida em quatro subparcelas de 100 m², totalizando 20 subparcelas, em uma área experimental de 4.000 m² para cada ambiente de estudo. Essa divisão em subparcelas foi realizado para facilitar a leitura dos dados no software estatístico. Todos os indivíduos de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* existentes no perímetro foram georreferenciados.

O processamento dos dados quantitativos da população para obtenção dos valores de estrutura horizontal foi realizado por meio do programa Microsoft Office® – Excel 2010. A população foi descrita pela densidade absoluta (DA), frequência absoluta (FA) e índice de agrupamento de Payandeh (Pi) de acordo com os descritores estruturais.

Os mapas de isolinhas da distribuição espacial em relação ao número de indivíduos por caatinga, foram produzidos com auxílio dos aplicativos Microsoft Office® – Excel 2010, SURFER® v. 8 (Golden software, Colorado, EUA), para a tabulação dos dados iniciais.

Com auxílio de um GPS Garmin® eTrex®10 e eTrex®20 foram coletadas as coordenadas de cada espécime em cada área de Caatinga. As coordenadas geográficas foram convertidas de D°MM'SS" (graus, minutos e segundos), para modo de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator). As coordenadas foram importadas para o computador com auxílio do aplicativo MapSource Garmin®, em seguida os bancos de dados foram compilados no Microsoft Office® – Excel 2010.

Após verificação da ausência de correlação a curta distância pelos semivariogramas das variáveis consideradas neste trabalho, a heterogeneidade espacial das variáveis foi caracterizada pela estatística clássica, considerando que as observações são estatisticamente independentes umas das outras. No aplicativo SURFER® a conversão dos dados numéricos

para a malha base e plotagem dos mapas foi realizada por meio do algoritmo Krigagem (Isaaks & Srivastava, 1989).

Os mapas de distribuição espacial de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* foram elaborados na perspectiva de comparar a distribuição dos espécimes em cada uma das tipologias de Caatinga e, neste sentido observar as possíveis variações do comportamento destes e produzir informações sobre a ecologia e a conservação da espécie para a região.

3. Resultados

Estrutura Horizontal

Foram amostrados 33 indivíduos de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* na população localizada em área de caatinga no INSA, Campina Grande (Tabela 1). A espécie apresentou densidade absoluta de 83 ind. ha⁻¹, e frequência absoluta de 100%. Nas populações localizadas no Sítio Umburana, Bananeiras (Tabela 1), foram amostrados 56 indivíduos, apresentando densidade absoluta de 140 ind. ha⁻¹, e frequência absoluta de 100%.

Tabela 1. Estrutura horizontal de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi e *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* em áreas de Caatinga do estado da Paraíba, Brasil.

Populações	S	NP	N	NPE	DA	FA (%)
--- <i>Pilosocereus pachycladus</i> F. Ritter subsp. <i>pernambucoensis</i> (F. Ritter) Zappi ---						
Campina Grande, PB	0,4	10	33	10	83	100
Bananeiras, PB	0,4	10	56	10	140	100
----- <i>Cereus jamacaru</i> DC. subsp. <i>jamacaru</i> -----						
Campina Grande, PB	0,4	10	28	10	70	100
Bananeiras, PB	0,4	10	45	10	112	100

S = área amostrada em ha; NP = número de parcelas; N = número de indivíduos; NPE = número de parcelas de ocorrência da espécie; DA = densidade absoluta (ind.ha⁻¹); FA = frequência absoluta (%). Fonte: Autores.

Nas populações localizadas em área de Caatinga, em Campina Grande foram amostrados 28 indivíduos de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* (Tabela 1), apresentando densidade absoluta de 70 ind. ha⁻¹ e frequência absoluta de 100%. Na população de C.

jamacaru localizada em Bananeiras (Tabela 1), o número de indivíduos amostrados foi de 45 indivíduos, apresentando densidade absoluta de 112 ind. ha⁻¹, e frequência absoluta de 100%.

Segundo a classificação do Índice de Payandeh (Tabela 2), os indivíduos de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* na população localizada no INSA, Campina Grande apresentaram tendência ao não agrupamento ($P_i = 0,61$), e valor médio para o número de indivíduos ($D = 3,3$). Na população localizada em Bananeiras, ocorreu a tendência ao agrupamento ($P_i = 1,4$), e valor médio para o número de indivíduos ($D = 5,6$).

Tabela 2. Predição a tendência ao agrupamento de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi e *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* em áreas de Caatinga do estado da Paraíba, Brasil.

Populações	D	Pi	Classificação do Pi
--- <i>Pilosocereus pachycladus</i> F. Ritter subsp. <i>pernambucoensis</i> (F. Ritter) Zappi ---			
Campina Grande, PB	3,3	0,61	Não Agrupamento
Bananeiras, PB	5,6	1,4	Tendência ao Agrupamento
----- <i>Cereus jamacaru</i> DC. subsp. <i>jamacaru</i> -----			
Campina Grande, PB	2,8	0,14	Não Agrupamento
Bananeiras, PB	4,5	1,27	Tendência ao Agrupamento

D = número total de indivíduos da espécie/número total de parcelas alocadas; P_i = índice de Agregação de Payandeh. Fonte: Autores.

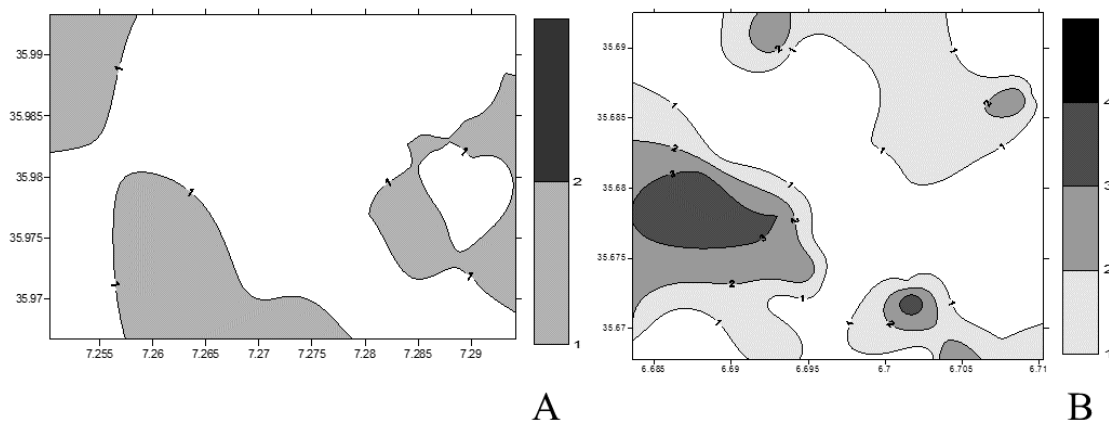
Os indivíduos de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* apresentaram valores semelhantes, havendo na população desta espécie, localizada no INSA, Campina Grande a tendência ao não agrupamento ($P_i = 0,14$), e valor médio para o número de indivíduos ($D = 2,8$). Em Bananeiras, no Sítio Umburana, a população apresentou tendência ao agrupamento ($P_i = 1,27$), e valor médio para o número de indivíduos ($D = 4,5$).

Estrutura Espacial

Nas populações localizadas em área de Caatinga em Campina Grande, observou-se que em 100% das parcelas amostrais ocorreu a presença de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis*, no entanto, essa distribuição não se apresenta uniforme (Figura 3A). Quanto a distribuição, esta ocorreu em pontos específicos, ou seja, nas subparcelas, com um total de 15 subparcelas sem a presença de indivíduos da espécie (45,45%), 17 com pelo menos um indivíduo (51,51%) e oito com ocorrência de dois indivíduos (24,24%). Nas

populações localizadas em Bananeiras (Figura 3B), os valores observados foram: nove subparcelas sem ocorrência de indivíduos (16,07%), 16 com pelo menos um indivíduo (28,57%), nove com ocorrência de dois indivíduos (16,07%), três com presença de três indivíduos (5,35%), duas com pelo menos quatro indivíduos (3,57%).

Figura 2. Predição do padrão da distribuição espacial de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi em áreas de Caatinga. (A) Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande, PB. (B) Sítio Umburana, Bananeiras, PB.



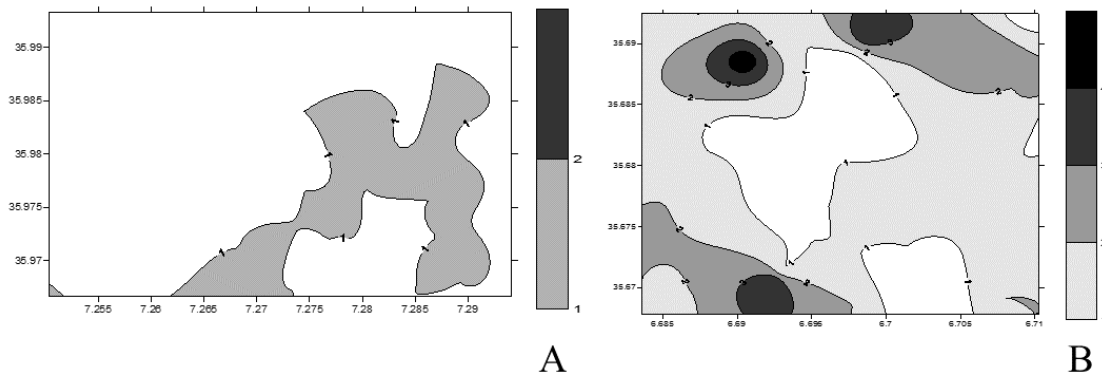
Fonte: Autores.

De acordo com a Figura 2 (A e B), pode-se observar o padrão de tendência ao agrupamento dos indivíduos de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* apenas na população de Bananeiras, na qual, apresentam-se alguns aglomerados com a presença de um, dois ou três indivíduos da espécie e a presença de bolsões vazios nas demais áreas. Na população localizada no INSA, Campina Grande, é possível observar maiores bolsões vazios e presença de alguns indivíduos solitários, essa população apresenta uma estrutura vertical com presença de indivíduos mais altos e com classe de tamanho homogênea. Em Bananeiras, também ocorrem bolsões vazios, mas com a presença de formações mais adensadas e com a maior presença de indivíduos nessas formações, essa característica ocorreu, provavelmente, pela presença de indivíduos de classes de tamanho e idade diferentes.

O *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* na população localizada no INSA, em Campina Grande ocorreu em 100% das parcelas amostrais, entretanto, sua distribuição também não se apresentou de maneira uniforme nas subparcelas (Figura 4A). No total, 17 subparcelas não apresentaram ocorrência de indivíduos (60,71%), 18 com pelo menos um indivíduo (64,28%) e cinco com ocorrência de dois indivíduos (17,85%). Na população localizada na área de Caatinga em Bananeiras (Figura 4B), os valores observados foram: 19 subparcelas sem

ocorrência de indivíduos (47,50%), sete com pelo menos um indivíduo (17,50%), seis com ocorrência de dois e três indivíduos (15,00%) e duas com presença de quatro indivíduos (5,00%).

Figura 3. Predição do padrão da distribuição espacial de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae) em áreas de Caatinga. (A) Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande, PB. (B) Sítio Umburana, Bananeiras, PB.



Fonte: Autores.

De acordo com a Figura 3 (A e B), pode-se observar o padrão espacial dos indivíduos de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* nas duas populações. Em Campina Grande, observou-se maiores bolsões vazios e presença de indivíduos isolados em apenas um local específico, estes indivíduos apresentaram uma maior uniformidade na classe de tamanho e não foi observado a presença de indivíduos regenerantes. Em Bananeiras, também ocorreu bolsões vazios, mas com a presença de formações mais densas e com a maior presença de espécimes nessas formações, que pode se dar pela presença de indivíduos de diferentes classes de tamanho. Apesar de não serem contabilizados as classes neste trabalho, observa-se esta diferença entre as populações de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* e *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis*.

4. Discussão

As populações de Cactaceae localizadas no INSA em Campina Grande apresentaram indivíduos mais velhos e baixa presença de regenerantes. Entretanto, o ambiente apresentou claros sinais de degradação antrópica e presença de bovinos. Nas populações estudadas em Bananeiras, também existem sinais de degradação pela presença de bovinos, no entanto, não apresentou sinais de perturbação antrópica recente. Tais fatores podem ter influenciado na

baixa quantidade de indivíduos regenerantes nas duas populações. No entanto, o ambiente de Bananeiras, encontra-se em fase de restauração ou melhor, de sucessão ecológica.

Os frutos das Cactaceae (facheiro e mandacaru) servem de recurso alimentar para fauna, a qual tem papel importante na dispersão das sementes, portanto, neste contexto ao se alimentarem dos frutos, os pássaros por exemplo, podem dispersar as sementes também para outras áreas, além do mais os frutos de mandacaru são deiscentes e praticamente consumidos pela fauna em pequeno intervalo de tempo, além da frutificação ocorrer uma vez no ano, sendo sazonal.

A densidade absoluta para *Pilosocereus pachycladus* foi observada em três ambientes de Caatinga localizados em Areial e Boa Vista (270 e 172, respectivamente) (Barbosa et al., 2015). Neste estudo para *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* nas Caatingas de Bananeiras e Campina Grande foi constatado na população de Bananeiras um valor menor que nas Caatingas de Areial e Boa Vista. A população do INSA em Campina Grande apresentou a menor densidade absoluta do estudo.

Cereus jamacaru apresentou densidade absoluta de 38 e 39 indivíduos em áreas de Caatinga localizadas em Monteiro e Campina Grande (Barbosa et al., 2017). Os valores observados neste estudo foram superiores aos observados pelo autor, onde, as populações localizadas na Caatinga de Bananeiras e Campina Grande apresentaram maior densidade absoluta do que as populações citadas pelo autor supracitado.

A frequência absoluta de 100% para ambas as espécies de cactáceas, pode ser explicado pelo fato de as parcelas amostrais terem sido plotadas apenas em locais com ocorrência das espécies, mesmo havendo parcelas experimentais mais abundantes do que outras.

As populações estudadas apresentaram tendências de distribuição espacial distintas, enquanto nas populações localizadas no Sítio Umburana em Bananeiras houve tendência ao agrupamento, as populações localizadas no INSA, Campina Grande apresentaram tendência ao não agrupamento. No entanto, apresentaram características semelhantes quando se compara uma espécie com a outra. As cactáceas do gênero *Pilosocereus* e *Cereus* apresentaram tendência ao agrupamento e à agregação (Barbosa et al., 2015 & 2017). Fato comum para espécies que possuem síndromes de dispersão zoocórica e autocórica (Janzen, 1976).

Fatores como, a heterogeneidade das condições edáficas do local; textura, profundidade, fertilidade e disponibilidade hídrica do solo, além de condições topográficas também devem ser consideradas para explicar o padrão de tendência ao agrupamento e agregação (Bernasol & Lima-Ribeiro, 2010; Qin et al., 2017).

De acordo com Odum (1988), o grau de agregação na população de uma dada espécie depende do habitat (uniforme ou descontínuo) do estado do tempo ou de fatores físicos, do padrão reprodutivo da espécie e do grau de sociabilidade, para esse mesmo autor, a falta ou excesso de agregação podem ser limitantes. As populações ocorrentes no Sítio Umburana em Bananeiras apresentaram maior uniformidade e sociabilidade entre as espécies, isso facilita a dispersão de sementes no habitat e pode formar microambientes também pela maior presença de espécies berçário.

As relações intra e interespecíficas nas comunidades vegetais podem ser favoráveis ao desenvolvimento de algumas espécies. O depósito e acúmulo de sementes sob outras plantas tendem a favorecer outras espécies que se encontram sob o dossel, essa relação positiva de comensalismo é possível pela presença de plantas berçário “nurse plants”, e essas podem variar entre espécies e ambientes ressaltando-se que múltiplas causas podem produzir essa associação (Flores & Jurado, 2003).

A relação entre planta mãe/protegida foi constatada de diversas maneiras, algumas espécies podem ser protegidas em fase de plântula e na fase adulta se tornar planta mãe, há também relações onde a própria espécie pode servir de planta mãe para plântulas, alguns estudos relatam a ação das cactáceas como berçário (Flores & Jurado, 2003). É comum a associação entre cactos colunares no mesmo ambiente, isso ocorre com *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* em ambiente natural, muito provavelmente essas espécies apresentam essa relação planta mãe/protegida, isso pode acontecer como meio de preservação dessas espécies e a própria estrutura composta por espinhos favorece essa relação com a proteção contra a herbivoria.

A associação de plantas mãe pode ser biótica, como nas plantas, ou abiótica, como nas rochas, e vem sendo estudada em cactos globosos (Dezner, 2006; Peters, Martorell & Ezcurra, 2008). Tais estudos são de suma importância para o entendimento do padrão de distribuição de cactáceas em ambiente natural. Dentre os principais benefícios está a criação de microclimas favoráveis ao desenvolvimento das espécies (Dezner, 2006).

Outro fator que interfere na distribuição espacial são os distúrbios, sejam eles antrópicos ou não. O *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* sofre fortes pressões antrópicos em comunidades tradicionais (Lucena et al., 2015). De acordo com Barbosa et al. (2017) foi observada a existência de perturbações sofridas por essa espécie em algum ponto do ciclo de sua vida em população localizada no Instituto Nacional do Semiárido, localizado em Campina Grande. É comum o uso de cactos na alimentação de bovinos na região semiárida, no entanto, nas áreas

de estudo não foi constatado esse tipo de prática, nesse caso, outros tipos de influências abióticas devem ser recorrentes nessas populações.

A presença de regenerantes na população localizada no Sítio Umburana em Bananeiras pode indicar que esta passou por perturbações. No entanto, nem sempre a presença de indivíduos adultos é sinal de ambientes conservados, pelo contrário, o distúrbio no ambiente, impossibilita o estabelecimento de indivíduos das classes inferiores (Andrade et al., 2007).

A reprodução destas espécies é predominantemente xenogâmica (Rocha et al., 2019; Costa et al., 2020). Portanto, a diferença entre a presença ou ausência de agentes dispersores nas populações pode gerar influência no recrutamento de plântulas. O próprio ambiente pode representar um fator ativo para determinar a distribuição espacial e atributos funcionais. Em estudo realizado no México, observou-se que o cacto colunar *Stenocereus dumortieri* (Scheidw.) Buxb apresentou atributos funcionais diferentes, melhor no Oeste (não exposto) em comparação ao leste (exposto) a ensolação, isso mostra que as características funcionais dos cactos variam entre condições microambientais em ambientes secos (Pablo et al., 2019).

O padrão de não agrupamento para ambas as espécies na população do INSA em Campina Grande implica dizer que, estas espécies podem ter alta relação interespecífica e relações mutualísticas que favorecem o padrão espacial apresentado. Entretanto, podem demonstrar alguma influência negativa na reprodução das cactáceas *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, uma vez que, como essa população abrange indivíduos mais velhos e baixa presença de regenerantes, o estabelecimento de novos indivíduos para ambas as espécies podem também, estar comprometido.

As duas espécies nas populações ocorrentes no Sítio Umburana em Bananeiras, apresentaram tendência ao agrupamento, isso pode se dar em função da maior densidade populacional das mesmas nesse ambiente. Isso revela que nas áreas existe predominância de poucas espécies, com elevado número de Cactaceae (facheiro e mandacaru), principalmente na área de Bananeiras, o que caracteriza o ambiente de estudo.

O método de estudos por parcelas amostrais pode influenciar as respostas sobre o padrão espacial de determinada população. De acordo com Viana et al. (2018), em estudo sobre índices de distribuição espacial em diferentes tamanhos de parcelas amostrais, observou-se que o tamanho da parcela influencia nos valores obtidos para o índice de agregação, e que a parcela com tamanho de 100 m² obteve as respostas mais coerentes ao censo. Tais respostas são elucidadas em outros estudos que utilizaram parcelas amostrais no tamanho de 100 m² (Ribeiro, 2010; Barbosa et al., 2015 & 2017).

Provavelmente a amostragem utilizada nesse estudo, não se adequa a todos os ambientes de Caatinga, sendo necessário testar outras metodologias assim como outras variáveis para que se possa elucidar a distribuição espacial das cactáceas em ambientes de Caatinga.

5. Considerações Finais

As populações de Cactaceae localizadas no Sítio Umburana em Bananeiras apresentaram distribuição agrupada, e, as populações localizadas no INSA, em Campina Grande, a tendência observada foi ao não agrupamento.

As populações do INSA apresentaram indivíduos mais altos, o que indica que essa população já está estabelecida e mais conservada, sem ação antrópica como corte. No entanto, em Bananeiras, as populações apresentaram indivíduos mais baixos e sinais de regeneração.

Fatores como distúrbios naturais ou antrópicos, condições ambientais e disponibilidade de recursos, influenciaram a estrutura populacional de *P. pachycladus* e *C. jamacaru*.

A reprodução das Cactaceae *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, nas populações ocorrentes no INSA, em Campina Grande, PB deve ser priorizada nos estudos para explicar a baixa quantidade de indivíduos regenerantes nesta área estudada.

As duas espécies nas populações ocorrentes no Sítio Umburana em Bananeiras, apresentaram maior densidade populacional indicando que existe predominância de Cactaceae, facheiro e mandacaru nesta área.

Este estudo foi de suma importância para conhecimento do padrão de distribuição de Cactaceae em ambiente natural, principalmente na Caatinga do Agreste do estado da Paraíba, Brasil, fornecendo subsídios para manejo e conservação das espécies.

O trabalho contribuiu para possíveis intervenções, sejam elas de caráter exploratório ou conservacionista em áreas de Caatinga no Agreste Paraibano, constatando-se a necessidade da preservação “in situ” destas espécies.

Referências

Andrade, L. D., Fabricante, J., Marques, F., & Bruno, R. (2007). Ecologia da faveleira na caatinga: bases para a exploração como lavoura xerófila. *João Pessoa/PB: Impresses Adilson.*

Barbosa, A. S., Neto, M. A. B., Andrade, A. P., Barbosa, A. J. S., Souza, V. C., & Anjos, F. (2015, June). Population structure of *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter in the anthropized caatingas areas from westland of Paraíba, Brazil. In *XXV International EUCARPIA Symposium Section Ornamentals: Crossing Borders* 1087 (pp. 234-248).

Barbosa, A. D. S., Andrade, A. P. D., Pereira Júnior, L. R., Bruno, R. D. L. A., Medeiros, R. L. S. D., & Barbosa Neto, M. A. (2017). Estrutura populacional e espacial de *Cereus jamacaru* DC. em duas áreas de caatinga do agreste da Paraíba, Brasil. *Ciência Florestal*, 27(1), 315-324.

Bernasol, W. P., & Lima-Ribeiro, M. D. S. (2010). Estrutura espacial e diamétrica de espécies arbóreas e seus condicionantes em um fragmento de cerrado sentido restrito no sudoeste goiano. *Hoehnea*, 37(2), 181-198.

Cabral, E. L., Barbosa, D. C. D. A., & Simabukuro, E. A. (2004). Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. *Acta botanica brasílica*, 18(2), 241-251.

Camacho-Velázquez, A., Arias, S., García-Campusano, F., Sánchez-Martínez, E., & Vázquez-Santana, S. (2018). Seed development and germination of *Strombocactus species* (Cactaceae): A comparative morphological and anatomical study. *Flora*, 242, 89-101.

Carlson, R. E., & Foley, T. A. (1991). The parameter R2 in multiquadric interpolation. *Computers & Mathematics with Applications*, 21(9), 29-42.

Cavalcante, A.; Teles, M. & Machado, M. (2013). Cactos do semiárido do Brasil: guia ilustrado. Campina Grande: *INSA*.

Costa, P. M. A, Souza, V. C., Oliveira, I. S. S, Costa, V. S., & Barros, E. S. (2020). Pollen viability and floral biology of Mandacaru (*Cereus jamacaru* (DC)(Cactaceae)). *Research, Society and Development*, 9(8), e997986671-e997986671.

- Drezner, T. D. (2006). Plant facilitation in extreme environments: the non-random distribution of saguaro cacti (*Carnegiea gigantea*) under their nurse associates and the relationship to nurse architecture. *Journal of Arid Environments*, 65(1), 46-61.
- Fabricante, J. R. & Oliveira, C. R. S. (2013). Estrutura populacional de *Melocactus ernestii* Vaupel (Cactaceae). *Scientia Plena*, 9(6).
- Ferrer-Cervantes, M. E., Méndez-González, M. E., Quintana-Ascencio, P. F., Dorantes, A., Dzib, G., & Durán, R. (2012). Population dynamics of the cactus *Mammillaria gaumeri*: an integral projection model approach. *Population Ecology*, 54(2), 321-334.
- Figueredo, C. J., Nassar, J. M., García-Rivas, A. E., & González-Carcacía, J. A. (2010). Population genetic diversity and structure of *Pilosocereus tillianus* (Cactaceae, Cereaceae), a columnar cactus endemic to the Venezuelan Andes. *Journal of Arid Environments*, 74(11), 1392-1398.
- Flores, J. & Jurado, E. (2003). Are nurse-protégé interactions more common among plants from arid environments. *Journal of Vegetation Science*, 14(6), 911-916.
- Francisco, P. R. M., Pereira, F. C., Brandão, Z. N., Zonta, J. H., Santos, D., & SILVA, J. (2015). Mapeamento da aptidão edáfica para fruticultura segundo o zoneamento agropecuário do Estado da Paraíba. *Embrapa Algodão-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Godínez-Álvarez, H., Valverde, T., & Ortega-Baes, P. (2003). Demographic trends in the Cactaceae. *The Botanical Review*, 69(2), 173-201.
- Hughes, F. M., De La Cruz Rot, M., Romão, R. L., & Castro, M. S. D. (2011). Dinâmica espaço-temporal de *Melocactus ernestii* subsp. *ernestii* (Cactaceae) no Nordeste do Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 34(3), 389-402.
- Isaaks, E. H.; Srivastava, R. M. (1989). An introduction to applied geostatistics. *New York: Oxford University Press*.

Janzen, D. H. (1976). Why bamboos take so long to flower. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *Palo Alto*, 7, 347-391.

Lucena, C. M., Carvalho, T. K., Ribeiro, J. E., Quirino, Z. G., Casas, A., & Lucena, R. F. P. (2015). Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. *Gaia scientia*, 9(2), 77-99.

Mandujano, M. C., Verhulst, J. A., Carrillo-Angeles, I. G., & Golubov, J. (2007). Population dynamics of *Ariocarpus scaphirostris* Bödeker (Cactaceae): evaluating the status of a threatened species. *International Journal of Plant Sciences*, 168(7), 1035-1044.

Martins, C., Oliveira, R., Mendonça Filho, C. V., Lopes, L. T., Silveira, R. A., de Silva, J. A. P., ... & Antonini, Y. (2016). Reproductive biology of *Cipocereus minensis* (Cactaceae) A columnar cactus endemic to rupestrian fields of a Neotropical savannah. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 218, 62-67.

Novoa, A., Le Roux, J. J., Robertson, M. P., Wilson, J. R., & Richardson, D. M. (2015). Introduced and invasive cactus species: a global review. *AoB Plants*, 7.

Odum, E.P. (1988). *Fundamentos de Ecologia*. (6a ed.), *Fundação Calouste Gulbenkian*.

Pablo, O. A., Paola, M. F. A., Arturo, S. G., Alberto, R. M., Alan, M. W., Aurelio, R. B., & Said, B. I. C. (2019). Influence of microhabitat on functional attributes of two columnar cacti with different distribution ranges. *Journal of Arid Environments*, 162, 18-25.

Payandeh, B. (1970). Comparison of method for assessing spatial distribution of trees. *Forest Science*, 16,312-317.

Peters, E. M., Martorell, C. & Ezcurra, E. (2008). Nurse rocks are more important than nurse plants in determining the distribution and establishment of globose cacti (*Mammillaria*) in the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of arid environments*, 72(5), 593-601.

Qin, H., Dong, G., Zhang, Y., Zhang, F., & Wang, M. (2017). Patterns of species and phylogenetic diversity of *Pinus tabuliformis* forests in the eastern Loess Plateau, China. *Forest Ecology and Management*, 394, 42-51.

Ranieri, B. D., Negreiros, D., Lana, T. C., Pezzini, F. F., & Fernandes, G. W. (2012). Fenologia reprodutiva, sazonalidade e germinação de *Kielmeyera regalis* Saddi (Clusiaceae), espécie endêmica dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 26(3), 632-641.

Rocha, E. A., Domingos-Melo, A., Zappi, D. C., & Machado, I. C. (2020). Reproductive biology of columnar cacti: are bats the only protagonists in the pollination of *Pilosocereus*, a typical chiropterophilous genus?. *Folia Geobotanica*, 1-18.

Silva, L. F. C. R., Valle, L. D. S., Nascimento, A. R. C., & Medeiros, M. F. T. (2019). *Cereus jamacaru* DC. (Cactaceae): From 17 th century naturalists to modern day scientific and technological prospecting. *Acta Botanica Brasilica*, 33(2), 191-197.

Viana, A. B. T., Torres, C. M. M. E., da Silva, L. F., & da Rocha, S. J. S. S. (2018). Influência do tamanho de parcela no cálculo da distribuição espacial de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speng. e *Apuleia leiocarpa* JF Macbr em uma floresta estacional semidecidual. *Nativa*, 6(2), 183-190.

Zappi and BFG. (2015). Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, 66(4), 1085-1113. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Ivan Sérgio de Oliveira -

Vênia Camelo de Souza -

Zelma Glebya Maciel Quirino -

Paulo Marks de Araújo Costa -

Alex da Silva Barbosa -

Daniel da Silva Gomes -