

Artigos

Análise da estrutura e distribuição espacial de *Pilosocereus pachycladus* subsp. *pernambucoensis* em vegetação da Caatinga e de brejo de altitude

Analysis of the structure and spatial distribution of *Pilosocereus pachycladus* subsp. *pernambucoensis* in vegetation of Caatinga and brejo de altitude

Fabiana dos Anjos Barbosa^I , Nair Helena Arriel Castro^{II} ,
Vênia Camelo de Souza^I , Alex da Silva Barbosa^I ,
Weleson Barbosa da Fonseca^{III} ,
João Henrique Constantino Sales Silva^{III} 

^IUniversidade Federal da Paraíba, Bananeiras, Paraíba, PB, Brasil

^{II}Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Campina Grande, PB, Brasil

^{III}Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, PB, Brasil

RESUMO

Conhecer a distribuição e o padrão espacial de espécies dentro de uma comunidade vegetal é imprescindível para o planejamento de estratégias de conservação e estabelecer medidas de manejo sustentável em formações florestais, sobretudo em áreas de Caatinga. Nesse sentido, o objetivo do estudo foi analisar a estrutura e a distribuição espacial de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) em populações naturais em áreas de Caatinga e de Brejo no Semiárido Paraibano, nos municípios de Bananeiras e Arara, respectivamente. Nas áreas de estudo, foram demarcadas 25 parcelas de 20 m x 20 m, totalizando uma área amostral de 10.000m² (1 ha). Dentro das parcelas, todos os indivíduos foram etiquetados e a altura total e a circunferência foram auferidas ao nível da base do caule com auxílio de uma fita métrica. A estrutura espacial das populações foi obtida pela coleta da coordenada geográfica de cada indivíduo em cada área e expressa por meio de mapas de distribuição espacial. Foram amostrados 61 espécimes na Caatinga do município de Bananeiras, apresentando densidade absoluta de 61 ind.ha⁻¹ e frequência absoluta (FA) de 52%. Foram amostrados 64 espécimes no bioma do município de Arara, apresentando densidade absoluta de 64 ind.ha⁻¹ e frequência absoluta (FA) de 56%. As duas populações estavam dispostas em padrão de agrupamento ($P_i = 3,74$ e $3,47$, respectivamente). Os indivíduos de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* das duas áreas possuem hábito de crescimento agregado e estrutura populacional com poucos indivíduos regenerantes. As ações regionais de conservação das espécies de Cactaceae em seu habitat precisam levar em consideração essas descobertas para garantir a sobrevivência dessas espécies.

Palavras-chave: Cactaceae; Conservação; Ecologia de populações; Facheiro



ABSTRACT

Knowing the distribution and spatial pattern of species within a plant community is essential for planning conservation strategies and establishing sustainable management measures in forest formations, especially in Caatinga areas. In this sense, the aim of the study was to analyze the structure and spatial distribution of *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) in natural populations in areas of Caatinga and Brejo vegetation in the semi-arid region of Paraíba, in the municipalities of Bananeiras and Arara, respectively. In the study areas, 25 plots of 20 m x 20 m were demarcated, totaling a sample area of 10,000 m² (1 ha). Within the plots, all individuals were labeled and the total height and circumference were measured at the base of the stem using a measuring tape. The spatial structure of the populations was obtained by collecting the geographic coordinate of each individual in each area and expressed through maps of spatial distribution. 61 specimens were sampled in the Caatinga of Bananeiras, with an absolute density of 61 ind.ha⁻¹ and absolute frequency (FA) of 52%. 64 specimens were sampled in the Caatinga of Arara, with an absolute density of 64 ind.ha⁻¹ and absolute frequency (FA) of 56%. The two populations were arranged in a cluster pattern ($P_i = 3.74$ and 3.47, respectively). *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* of the two areas have a habit of aggregate growth and population structure with few regenerating individuals. Regional conservation actions for Cactaceae species in their habitat need to take these findings into account to ensure the survival of these species.

Keywords: Cactaceae; Conservation; Population ecology; Facheiro

1 INTRODUÇÃO

A distribuição da vegetação da Caatinga é fortemente influenciada pelos gradientes edafoclimáticos que favorecem o desenvolvimento de uma vegetação adaptada às condições do semiárido. Por outro lado, grande parte da vegetação do semiárido brasileiro encontra-se em avançado processo de degradação e poucos estudos direcionam seu desenvolvimento em consonância com essa realidade, sendo fundamental o desenvolvimento de técnicas de pesquisa capazes de incorporar informações que identifiquem o estado dos recursos naturais, apontando os seus relacionamentos e alguns caminhos a serem tomados para uma intervenção eficiente que gere a recuperação e o aproveitamento sustentável das terras nesse ambiente (PEREIRA JUNIOR; ANDRADE; ARAÚJO; BARBOSA; BARBOSA, 2014; SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015). As cactáceas constituem um grupo de plantas que ocorrem em abundância nestas áreas e representam importantes componentes da flora das Caatingas.

As mudanças climáticas, juntamente com as atividades humanas, impactam os habitats naturais e representam uma grande ameaça à biodiversidade, especialmente



em ambientes com alto índice de endemismo onde as Cactaceae são profundamente adaptadas às condições ambientais específicas. Além disso, os fatores de ameaça mais significativos a este grupo de plantas incluem a conversão de terras para agricultura e aquicultura, coleta indiscriminada e desenvolvimento residencial e comercial (SIMÕES; ZAPPI; COSTA; OLIVEIRA; AONA, 2019).

Pesquisas recentes apontam que a precipitação média anual e a temperatura são os dois principais fatores climáticos que mais influenciam na distribuição geográfica das populações de cactáceas em áreas secas (ZEPEDA; GOLUBOV; MANDUJANO, 2017; ALBUQUERQUE; BENITO; RODRIGUEZ; GRAY, 2018; SIMÕES; ZAPPI; COSTA; OLIVEIRA; AONA, 2019). Não obstante, as cactáceas constituem um grupo de plantas com sensibilidade a perturbações ambientais, sobretudo a aquelas causadas por intervenções antrópicas, uma vez que possuem longos ciclos de vida, baixa taxa de crescimento individual, distribuição geográfica restrita, como também a dependência de outros organismos na sua fase reprodutiva (GODÍNEZ-ALVAREZ; VALVERDE; ORTEGA-BAES, 2006; BARBOSA ANDRADE; PEREIRA JÚNIOR; BRUNO; MEDEIROS; BARBOSA NETO, 2017).

Segundo Ribeiro (2011), em áreas antropicamente perturbadas, as cactáceas podem se apresentar como oportunistas em relação a outras espécies quando associadas a condições de solo favoráveis, no entanto, quando a perturbação atinge a predação dos agentes polinizadores, essa relação é invertida. Assim, estudos que possibilitem demonstrar a distribuição e a forma como estas plantas se comportam em ambientes naturais e com algum nível de antropização são importantes para o desenvolvimento de programas de manejo e conservação dos espécimes da família na região. Não obstante, a distribuição geográfica do gênero *Pilosocereus* é influenciada por fatores climáticos e geográficos, como a temperatura, a disponibilidade de água e o tipo de solo.

Outro estudo, realizado por Diniz, Ramos, Almeida, Pinto e Lopes (2021), avaliou a composição e a distribuição espacial de cinco espécies de cactos (*Pilosocereus gounellei*,



Pilosocereus pachycladus, *Tacinga palmadora*, *Tacinga inamoena* e *Melocactus zehntneri*) em uma área de vegetação geográfica elevada da Caatinga brasileira, especificamente na região semiárida do estado da Paraíba. Os resultados mostraram que todas as espécies exibiram distribuição espacial agregados associados à topografia local e diferentes condições ambientais associadas às interações com diferentes variáveis topográficas (encosta, rochoso e profundidade do solo), os quais influenciam simultaneamente nos padrões e abundância de espécies nessas áreas elevadas.

Investigações científicas abordando a distribuição espacial de Cactaceae são recentes em nosso país, estudos com *Melocactus zehntneri* (FABRICANTE; ANDRADE; MARQUES, 2010), *Melocactus ernestii* (FABRICANTE; OLIVEIRA, 2013), *Melocactus conoideus* (LUZ-FREIRE; TRINDADE; SÁ-NETO; CORRÊA, 2014), *Pilosocereus pachycladus* (BARBOSA; BARBOSA NETO; ANDRADE; BARBOSA; SOUZA; ANJOS, 2015; BRUNO; BARBOSA; ANDRADE; ALVES; SOUZA; BEZERRA, 2016), *Cereus jamacaru* (BARBOSA; ANDRADE; PEREIRA JÚNIOR; BRUNO; MEDEIROS; BARBOSA NETO, 2017), *Tacinga palmadora* (BARBOSA; MEDEIROS; SANTOS; ANDRADE; BARBOSA NETO, 2017), *Pilosocereus gounellei* (= *Xiquexique gounellei*) (SOARES, 2017) e *Tacinga inamoena* (BARBOSA; ANDRADE; SILVA; BARBOSA, 2020) apontaram importantes considerações sobre o comportamento dos espécimes, todavia é necessário apontar estruturas comparativas em decorrência do tipo do habitat onde as espécies estão inseridas.

Nesse sentido, há necessidade de investigações que caracterizem o comportamento de populações de cactáceas em seu ambiente natural como meio de estabelecer padrões estruturais e de distribuição no sentido de dar suporte para o estabelecimento de programas voltados para a conservação das espécies em áreas de Caatinga do semiárido Paraibano. Como a distribuição espacial de *Pilosocereus* é influenciada por fatores climáticos, geográficos e ecológicos, é provável que a diferença de altitude e estado de conservação das áreas pode afetar a estrutura horizontal, vertical e espacial de *Pilosocereus* em áreas de Caatinga. Portanto, o objetivo do estudo foi analisar a estrutura e a distribuição espacial populacional de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) da Caatinga no Brejo e Curimataú Paraibano.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudos

A escolha das áreas se deu devido ao endemismo existente para a espécie, apresentando domínio na vegetação. Os fragmentos de Caatinga apresentam algum grau de antropização em decorrência da atividade pecuária, corte de lenha e agricultura próxima, condições edafoclimáticas diferentes e fatores bióticos numa perspectiva de identificar se tais fatores interferem na distribuição espacial das plantas de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) em seu habitat natural. A coleta dos dados foi realizada durante o período experimental de quatro meses (janeiro a abril de 2020), em ambas as áreas amostrais.

2.1.1 Área de Arara – PB

O município de Arara está localizado na Mesorregião do Agreste e Microrregião do Curimataú Ocidental do Estado da Paraíba, com altitude aproximada de 467 metros, inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema formada por maciços e outeiros altos, com fertilidade do solo variada entre média e alta. A vegetação é formada pela Caatinga com espécies subcaducifólica e caducifólica, tipicamente dos agrestes da Paraíba, com clima do tropical chuvoso e verão seco, a precipitação pluvial, média anual de 666,13 mm (Instituto Nacional de Meteorologia [INMET], 2020). Essa região de Caatinga apresenta-se com características sucessionais em nível intermediário, contudo ainda com presença de corte seletivo de madeira e pastejo do gado bovino sazonal durante a estação seca. São encontradas também aberturas ao longo da vegetação para tráfego de animais, veículos e pessoas.

2.1.2 Área de Bananeiras – PB

O município de Bananeiras está localizado na Mesorregião do Agreste e na Microrregião do Brejo Paraibano, a uma altitude de aproximadamente 526 metros. A



fitofisionomia da região é típica de Brejos de Altitude nordestinos, que são enclaves no bioma Mata Atlântica em áreas de maior altitude e umidade em relação à matriz de vegetação xerófila (Caatinga). A umidade característica dessa região está associada ao efeito orográfico que aumenta os níveis de pluviosidade e diminuem as temperaturas, o que forma “ilhas” de microclima diferenciado, condição que torna essa região uma área de elevada biodiversidade (ARAUJO; QUEIROZ; LOPES, 2019). 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) com precipitação anual média de 1.200 a 1.500 mm (INMET, 2020). O solo apresenta-se em sua maior parte como um Latossolo vermelho amarelo, textura franco arenosa a franco argilosa. Os recursos vegetais desta área apresentam-se por espécies caducifólica e subcaducifólica. O ambiente de estudo está localizado a aproximadamente 11 km da sede do município de Bananeiras, PB, caracterizado por uma Caatinga, apresenta-se com características sucessionais em nível inicial a intermediário de conservação.

2.2 Identificação florística da espécie

Para identificação dos espécimes, foram coletadas partes botânicas com presença de descritores, as quais foram acondicionadas em estufa por 48 horas e posteriormente herborizadas. As exsicatas foram identificadas no Centro de Ciências Agrárias (UFPB/CCA) “Herbário Jayme Coelho de Moraes” (EAN). A sinonímia e a grafia do táxon foram atualizadas mediante consulta ao índice de espécies do banco de dados Tropicos® do *Missouri Botanical Garden*, Saint Louis - Missouri, EUA.

2.3 Determinação da estrutura horizontal e vertical

O método para amostragem dos indivíduos foi o de parcelas contíguas (MULLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974; RODAL; SAMPAIO; FIGUEIREDO, 1992) com adaptações, nas áreas de estudo foram demarcadas 25 parcelas de 20 x 20 m, totalizando uma



área amostral de 10.000 m² (1 ha). Foi aplicado o teste para dados com distribuição não-normal de Kruskal-Wallis (H) ($p \leq 0,05$) com finalidade de analisar as possíveis diferenças estatísticas na densidade das populações entre as áreas estudadas. Para a distribuição de indivíduos nas classes diamétricas e hipsométricas, foi usado o teste de Lilliefors ($p \leq 0,05$) (RAZALI; WAH, 2011).

As populações foram descritas pela densidade absoluta (DAi), frequência absoluta (FAi), área basal (AB), dominância absoluta (DoAi) e índice de agregação de Payandeh (P_i) de acordo com os descritores estruturais. Os dados quantitativos da população para obtenção dos valores de estrutura horizontal e vertical foram processados nos softwares *BioEstat 5.0*[®] e *Microsoft Office*[®] – *Excel 2010*.

2.4 Determinação da distribuição espacial

Foi usado um GPS *Garmin*[®] *eTrex Venture*[®] *HC* para coletar as coordenadas geográficas dos indivíduos de cada população. O instrumento foi ajustado para SAD-69 (Datum Sul Americano) e o modelo de coordenadas adotado foi o 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* (BARBOSA; BARBOSA NETO; ANDRADE; BARBOSA; SOUZA; ANJOS, 2015).

Os mapas de isolinhas de distribuição espacial em relação ao número de indivíduos por área de estudo foram produzidos com auxílio do aplicativo *SURFER*[®] v. 8 (Golden software, Colorado, EUA). No *SURFER*[®] a conversão dos dados numéricos para a malha base e plotagem dos mapas foi utilizado realizado por meio do algoritmo de Krigagem, que constitui um processo de estimação por médias móveis de valores de variáveis distribuídas no espaço a partir de valores adjacentes, enquanto considerados como interdependente por uma função matemática, o variograma (LANDIM, 2003).

Os mapas de distribuição espacial das Cactaceae foram elaborados na perspectiva de comparar a distribuição dos espécimes em cada uma das tipologias



vegetacionais, das condições do meio, da presença antrópica e em diferentes níveis de altitude onde as populações estão inseridas. Neste sentido, procurou-se observar as possíveis variações do comportamento destes e produzir informações sobre a ecologia e a conservação de Cactaceae para a Mesorregião do Agreste da Paraíba.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estrutura Horizontal

Foram amostrados 64 (sessenta e quatro) indivíduos de *Pilosocereus pachycladus* subsp. *pernambucoensis* na Caatinga de Arara, na qual a espécie apresentou densidade absoluta de 64 ind.ha⁻¹, dominância absoluta 1,6026 m², número de médio de plantas por parcela 2,56, e frequência absoluta de 56% nas 25 parcelas amostrais. Na população localizada em Bananeiras, o número de indivíduos amostrados foi de 61 (sessenta e um), apresentando densidade absoluta de 61 ind.ha⁻¹, dominância absoluta de 0,7381 m², número médio de plantas por parcela de 2,44 e frequência absoluta de 52% das 25 parcelas amostrais (Tabela 1). Com base na referida tabela, as duas áreas amostrais estudadas apresentam populações semelhantes em termos de estrutura horizontal. No entanto, é perceptível que a dominância absoluta (DoAi) por m² na população de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* do município de Arara foi maior (1,6026 m²) em comparação com a população de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* da localidade de Bananeiras (0,7381 m²), ou seja, foi duas vezes maior.

Tabela 1 – Estrutura horizontal de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil

Populações	S	NP	N	NPE	NPM ²	NMPP	DAi	FAi	DoAi	Pi
Arara, PB	1	25	64	14	0,0064	2,56	64	56	1,6026	3,47
Baneiras, PB	1	25	61	13	0,0061	2,44	61	52	0,7381	3,74

Fonte: Autores (2023)

Em que: S = área em amostral em ha; NP = número de parcelas; N = número de indivíduos; NPE = número de parcelas de ocorrência da espécie; NPM² = número de plantas por m²; NMPP = número médio de plantas por parcela; DAi = densidade absoluta (ind.ha⁻¹); FAi = frequência absoluta (%); DoAi = Dominância absoluta (m²); = índice de Agregação de Payandeh.



De acordo com a classificação do Índice de Agregação de Payandeh, tanto os indivíduos de *P. pachycladus* subsp. *Pernambucoensis* da população de Arara quanto a da população de Bananeiras apresentaram padrão de agrupamento distintos ($P_i = 3,47$ e $3,74$ respectivamente) (Tabela 1). Bruno, Barbosa, Andrade, Alves, Souza e Bezerra (2016), analisando a estrutura e distribuição espacial de *Pilosocereus pachycladus* em três áreas de caatinga antropizada no Agreste Paraibano, constataram que os espécimes apresentaram tendência ao agrupamento nas áreas estudadas, sob a forma de pequenos núcleos populacionais. Segundo esses autores, as três populações apresentaram similaridade em termos de distribuição espacial, porém, a antropização das áreas de Caatinga afeta estruturalmente estas populações. Quando há conversão de áreas de Cerrado e Caatinga em pastagens, plantações ou áreas urbanas, isso pode levar à redução do tamanho e fragmentação das populações de *Pilosocereus*, afetando sua distribuição e diversidade genética. Além disso, a antropização pode afetar a disponibilidade de recursos essenciais para a sobrevivência das espécies, como a água e nutrientes do solo. A supressão da vegetação natural e a construção de estradas e barragens podem alterar a dinâmica da água no solo, afetando a disponibilidade hídrica para as cactáceas. Outro fator importante é a coleta ilegal de espécimes para fins ornamentais ou medicinais. A coleta excessiva pode afetar drasticamente as populações de *Pilosocereus* e reduzir sua distribuição geográfica.

Barbosa, Barbosa Neto, Andrade, Barbosa, Souza e Anjos (2015), ao avaliarem a estrutura e a distribuição espacial de *P. pachycladus* em duas áreas de ocorrência natural da espécie no Semiárido Paraibano, observaram densidade absoluta de 270 ind. ha^{-1} para a população da Caatinga de Areial – PB e 172 ind. ha^{-1} para a população de Boa Vista – PB, ou seja, valores superiores aos encontrados no presente trabalho nas áreas de Arara – PB e Bananeiras – PB. Ainda de acordo com esses autores, provavelmente as características físico-químicas do solo, conteúdo de água no solo, textura, e disponibilidade de nutrientes podem estar favorecendo o desenvolvimento dessas cactáceas em suas populações naturais, sobretudo em Areial, onde foi observada a maior ocorrência desses indivíduos.



Diversos outros fatores além das características físico-químicas do solo podem estar relacionados à propagação e ao desenvolvimento da população de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* nas áreas de estudo, como o *status* de conservação da comunidade vegetal, polinização, meios de dispersão, presença de plantas berçário e os fatores edafoclimáticos. A associação de berçários na formação e distribuição espacial populacional de cactáceas pode ser de ordem biótica, como nas plantas berçário, ou de fundo abiótica, a exemplo das rochas, tem sido estudada em cactos globosos (DREZNER, 2006; PETERS; MARTORELL; EZCURRA, 2008). Esses estudos têm sido fundamentais para compreender o padrão de distribuição de cactáceas em seu habitat natural e estabelecer medidas de preservação da espécie se for necessário. O principal benefício está na criação de microclimas favoráveis ao desenvolvimento das espécies (DREZNER, 2006). No caso do *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis*, observou-se nas duas áreas que esta espécie ocorre próxima aos indivíduos de macambira (*Encholirium* sp.) e marmeleiro (*Croton blanchetianus*), sugerindo, portanto, uma possível relação entre cactos e *nurse-plants*.

As “plantas enfermeiras” podem fornecer uma série de benefícios para as espécies associadas, como proteção contra herbívoros, aumento da disponibilidade de nutrientes e água, redução da competição por recursos e melhoria das condições microclimáticas. As cactáceas, como *Pilosocereus*, são frequentemente beneficiadas por associações *nurse-plant*, especialmente em ambientes áridos e semiáridos. Um estudo realizado no México mostrou que a presença de árvores *nurse-plant* aumentou significativamente o crescimento de cactáceas associadas, incluindo *Pilosocereus leucocephalus* e *Stenocereus dumortieri* (MONTESINOS-NAVARRO; VERDÚ; QUEREJETA; VALIENTE-BANUET, 2017).

Outro tipo de associação *nurse* é a associação com rochas, conhecida como *nurse-rock*. Nesse tipo de associação, as cactáceas crescem sobre rochas ou fendas, que fornecem condições favoráveis de crescimento, como umidade e proteção contra herbívoros. Um estudo realizado no México mostrou que a presença de rochas aumentou significativamente a sobrevivência e crescimento de cactáceas associadas, incluindo *Pilosocereus leucocephalus* (VALIENTE-BANUET; ROJAS-MARTÍNEZ; GODÍNEZ-ÁLVAREZ, 1991).

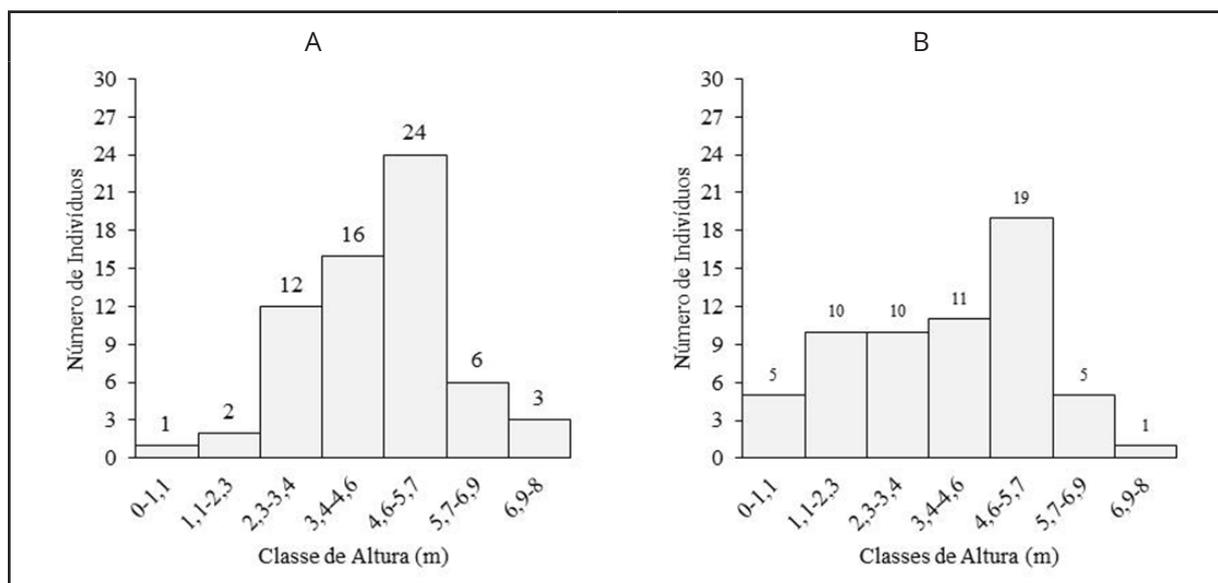


Neste sentido, as associações *nurse-plant* e *nurse-rock* são importantes para a sobrevivência e distribuição de cactáceas, como *Pilosocereus*, em ambientes áridos e semiáridos. A preservação dessas associações é fundamental para a conservação da biodiversidade nessas regiões.

3.2 Estrutura hipsométrica

A Estrutura hipsométrica da população de *Pilosocereus pachycladus* subsp. *pernambucoensis* na Caatinga dos municípios de Arara e Bananeiras mostraram-se heterogêneas, com uma concentração majoritária de indivíduos na quinta classe com 24 (37,5%) e 19 (31,1%) espécimes respectivamente, e altura variando entre 4,6 e 5,7 m (Figura 1A; Figura 1B). Nota-se também que a população de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* da área de Caatinga de Bananeiras apresentou indivíduos menos desenvolvidos, pois observa-se uma concentração de indivíduos mais jovens (Figura 1B), em comparação com os indivíduos da população de Arara, que conta com aporte de indivíduos jovens, adultos e velhos, e pouco indivíduos regenerantes, apresentando dessa forma uma população mais equilibrada ou já estabelecida (Figura 1A).

Figura 1 – Estrutura hipsométrica da população de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi nos municípios de Arara (A) e Bananeiras (B) no Estado da Paraíba, Brasil



Fonte: Autores (2023)



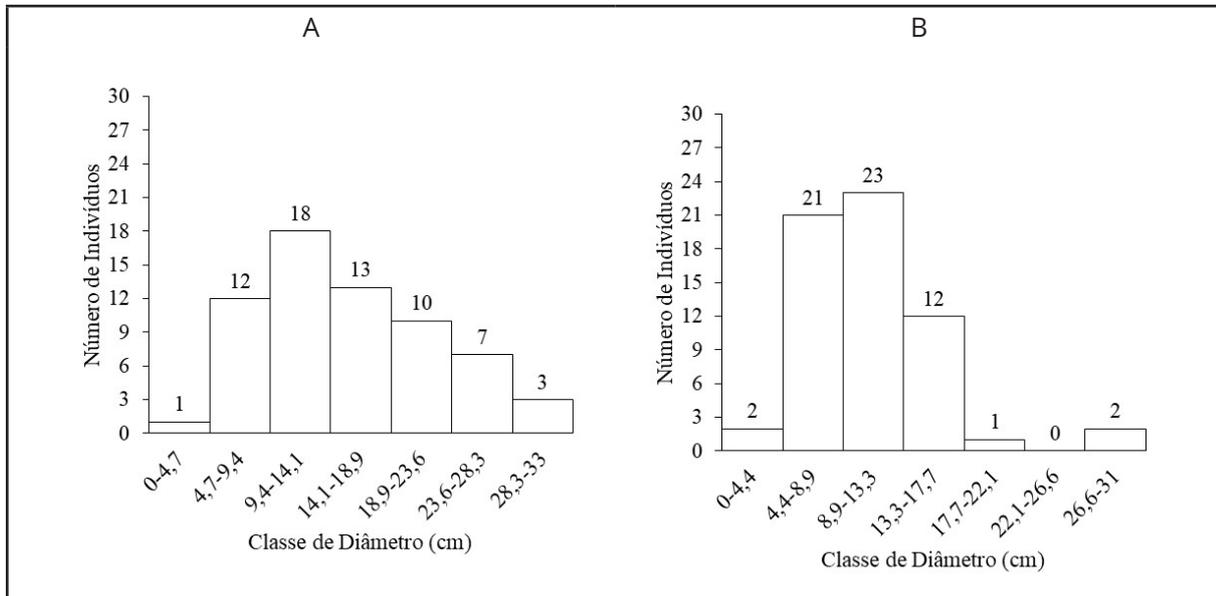
3.3 Estrutura diamétrica

Na área de Caatinga de Arara (Figura 2A), os espécimes estudados apresentaram-se diametricamente concentrados na terceira classe (28,1%) com 9,4 e 14,1 cm, seguidos da quarta (20,3%) e segunda classe (18,7%). Os indivíduos com diâmetro superior entre 28,3 e 33 cm somaram 4,68% da população e 1,5 % foram indivíduos com diâmetro pequeno medindo diametricamente entre 0 e 4,7 cm. Para a área de Caatinga de Bananeiras (Figura 2B), a espécie estudada apresentou espécimes concentrados na terceira classe (37,7%) com diâmetro variando entre 8,9 e 13,3 cm, seguidos da segunda classe (34,4%) e quarta classe (19,6%). Os espécimes pertencentes à primeira, quinta e sétima classes somam 8,2% da população. Deve-se destacar que nesta população não foi constatada a ocorrência de indivíduos na sexta classe (Figura 2B).

Nota-se que a população de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* da Caatinga de Arara apresentou indivíduos com diâmetro caulinares mais desenvolvidos em relação à população de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* de Bananeiras, portanto a população desta espécie na área de Caatinga localizada em Arara foi constatada indivíduos mais vigorosos quanto à altura e diâmetro com tendência à normalidade, ou seja, mais equilíbrio e mais estabelecida e provavelmente associado ao estado de conservação da área. Um estudo realizado em áreas de Caatinga no Brasil mostrou que a preservação de áreas naturais e o manejo adequado de áreas degradadas são importantes para a conservação de espécies de cactáceas, incluindo *Pilosocereus gounellei* (MACHADO; AMORIM; SAMPAIO; SIQUEIRA FILHO, 2015). Além disso, a implementação de programas de educação ambiental e conscientização pública sobre a importância da conservação de espécies de cactáceas pode contribuir para a conservação dessas espécies.



Figura 2 – Estrutura diamétrica das populações de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi nos municípios de Arara (A) e Bananeiras (B) no Estado da Paraíba, Brasil



Fonte: Autores (2023)

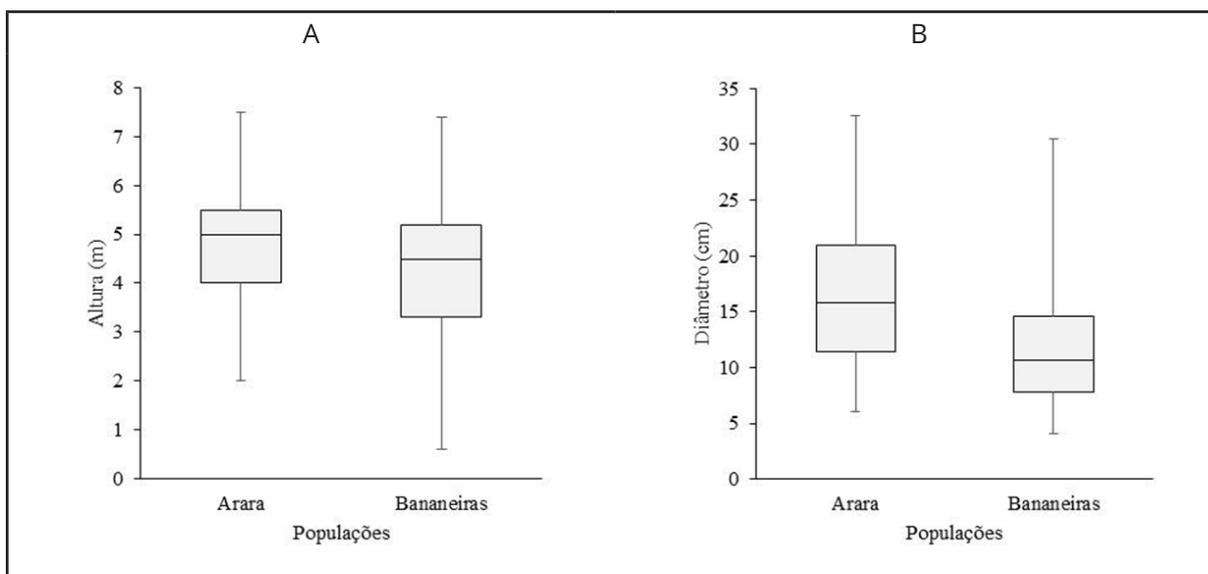
3.4 Boxplots: Distribuição de frequência da altura e diâmetro

As distribuições de frequência da altura dos espécimes de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* foram significativamente diferentes entre as duas áreas de Caatinga estudadas (Arara e Bananeiras). Na distribuição de frequência de altura de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* na vegetação de Arara ocorreu uma concentração de indivíduos com altura menor ou igual a 4 (quatro) m abaixo da mediana (quartil 25), e a mediana com 5 (cinco) m de alturas, caracterizando-se assim uma distribuição assimétrica e sem dados discrepantes (Figura 3A). Observa-se ainda que nesta população foram encontrados indivíduos com no máximo 7,5 (sete e meio) m e no mínimo 2 (dois) m de alturas. Na distribuição de frequência de altura de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* na área de Caatinga de Bananeiras ocorreu uma concentração de indivíduos com altura menor ou igual a 3,5 (três e meio) m abaixo da mediana (quartil 25), e a mediana com 4,5 (quatro e meio) m de



alturas, caracterizando-se uma distribuição assimétrica e sem dados discrepantes (Figura 3B). Nesta população, foram encontrados indivíduos com no máximo 7,4 (sete, quatro) m e no mínimo meio metro de altura.

Figura 3 – Distribuição de frequência da altura (A) e diâmetro (B) dos espécimes de populações de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi em Arara e Bananeiras no estado da Paraíba, Brasil



Fonte: Autores (2023)

Em que: Porção mais estreita dentro de cada caixa representa a mediana; limites do entalhe da caixa indicam o intervalo de confiança da mediana; limites inferior e superior da caixa mostram os quartis inferior e superior (25% e 75%, respectivamente); barras verticais apontam os valores de máximo e mínimo.

Quando comparadas as duas populações, observa-se que a população de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* da área de Caatinga do município de Bananeiras indica ser uma população juvenil e menos vigorosa e presença de maior número de regenerantes, apresentam uma maior concentração de indivíduos pequenos em relação à população de Arara que indica ser mais adulta. Uma concentração maior de indivíduos regenerantes na população de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* da área de Bananeiras pode indicar que esta área já sofreu perturbações, por exemplo atividade agropecuária ou perturbações de fundo biótico. Entretanto, mesmo que a



ausência de regenerantes em uma área indique ambiente perturbado, nem sempre a presença de indivíduos adultos é sinal de ambientes conservados, isso porque as alterações antrópicas ou bióticas no ambiente impossibilita o estabelecimento de regenerantes.

As distribuições de frequência de diâmetro dos espécimes de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* ou vulgarmente conhecido como facheiro foram também significativamente diferentes entre as duas áreas de Caatinga estudadas (Arara e Bananeiras), o que já era esperado tendo em vista os dados hipsométricos. Na distribuição de frequência de diâmetro na Caatinga de Arara ocorreu uma concentração de indivíduos com diâmetro menor ou igual a 21 (vinte um) cm acima da mediana (quartil 75), e a mediana com 16 (dezesesseis) m representando uma distribuição assimétrica e sem dados discrepantes (Figura 3B). Observa-se ainda que nesta população foram encontrados indivíduos com diâmetro máximo de 33 (trinta e três) cm e mínimo de 6 (seis) cm. Na distribuição de frequência de diâmetro dos espécimes da caatinga de Bananeiras, ocorreu uma concentração de indivíduos com diâmetro menor ou igual a 15 (quinze) cm acima da mediana (quartil 75) e mediana com 10 (dez) cm, ou seja, valor abaixo do quartil (25) da população de Arara (Figura 3B). Nesta população foram encontrados indivíduos com diâmetro máximo de 31 (trinta e um) cm e mínimo de 4 (quatro) cm. Esses dados corroboram com os reportados por Lucena, Ribeiro, Nunes, Meiado, Quirino, Casas e Lucena (2015), que encontraram indivíduos de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* com altura variando entre 0,95 m e 9,0 m e diâmetro médio na altura do solo (DNS) de 7,28 (\pm 27,65) cm.

A população de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* da vegetação do município de Arara representa uma população de plantas em estágio ontogenético mais desenvolvido, do que a população de plantas de Bananeiras. Isso se justifica pelo fato dessa vegetação apresentar indivíduos maiores, ou seja, quanto maior a altura maior será o diâmetro desses espécimes. Em Caatingas antropizadas, Barbosa, Barbosa Neto, Andrade, Barbosa, Souza e Anjos (2015) encontraram maior número



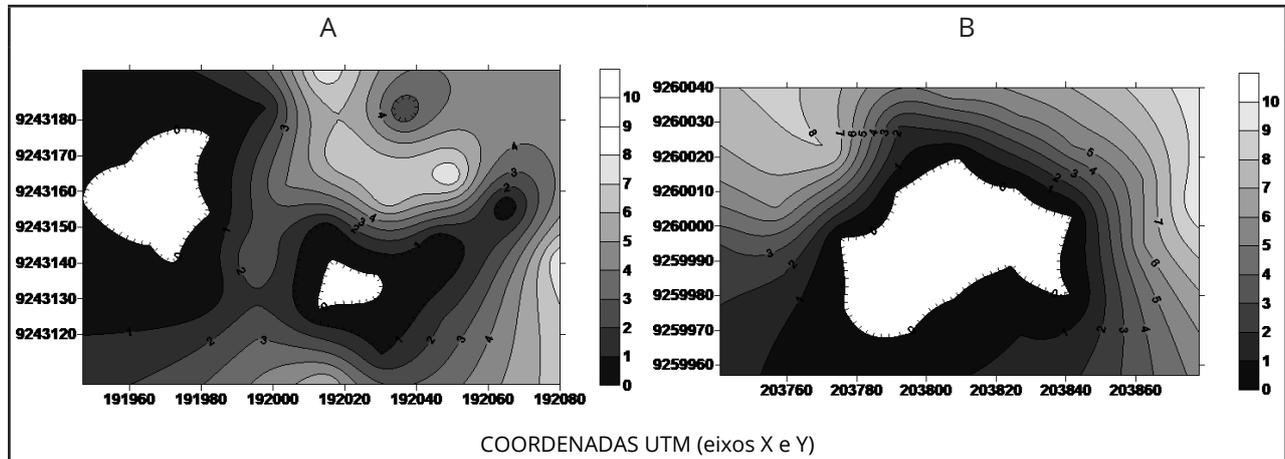
de *P. pachycladus* jovens em comparação às áreas mais preservadas, evidenciando a resiliência das espécies em restaurar o ecossistema, uma situação de desequilíbrio etário da população ou uma característica oportunista da espécie. Segundo esses autores, nas áreas mais conservadas e de difícil acesso, a estrutura de *P. pachycladus* apresentou natureza mais lenhosa, com melhor equilíbrio na abundância de plantas em idade reprodutiva. Faz-se válido enfatizar que alguns cactos constituem algumas das únicas espécies remanescentes em áreas cuja ação antrópica causou alterações na vegetação natural, sendo, portanto, retratados como bioindicadores do *status* de conservação das Caatingas (ZAPPI; TAYLOR, 2008). Das duas áreas amostrais estudadas, a área de Bananeiras é a mais antropizada.

3.5 Estrutura Espacial

Nas duas áreas de Caatinga, foi observada a ocorrência de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* em 56% (Arara) e 52% (Bananeiras) das parcelas amostrais, no entanto, essa distribuição ocorreu de maneira uniforme, mas em pontos específicos, para ambas as áreas (Figura 4A; Figura 4B). De acordo com a Figura 4 (A e B), pode-se observar o padrão de tendência ao agrupamento dos indivíduos de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* tanto na população de plantas de Caatinga do município de Arara quanto na área de Caatinga, na cidade de Bananeiras. Na Caatinga de Arara, apresentam-se alguns aglomerados com a presença de 1 (um), 2 (dois), 3 (três) ou (4) quatro indivíduos da espécie e a presença de bolsões vazios nas demais áreas (Figura 4A). Na população de Arara, é possível observar a presença de bolsões vazios, essa população apresentou uma estrutura vertical com presença de indivíduos mais adultos. 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, além da presença de indivíduos regenerantes (Figura 4B). Nesta população foram encontrados até 8 (oito) espécimes por parcela.



Figura 4 – Predição do padrão da distribuição espacial em relação à abundância absoluta de populações de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi em Arara (A) e Bananeiras (B) no estado da Paraíba, Brasil



Fonte: Autores (2023)

O teste H demonstrou que a densidade populacional é estatisticamente igual entre as áreas estudadas, para o total de indivíduos ($H = 0,0740$ e $p = 0,7856$). A estrutura diamétrica e hipsométrica das populações de plantas de Bananeiras e Arara não apresentam distribuição normal (p -valor < 0.01).

Ferreira, Lopes e Trovão (2016), ao estudarem padrões de riqueza e abundância de espécies de cactos entre comunidades com diferentes regimes de chuva e tipos de solo, observaram que a maior riqueza de espécies e abundância de cactos ocorreu em locais com baixa pluviosidade e solos com elevada porcentagem de partículas finas (argila e silte), o que permite uma maior capacidade de retenção de água. Tais características são importantes para a compreensão da formação de padrões de distribuição e diversidade entre as comunidades de cactos, uma vez que as cactáceas apresentam, em sua maioria, sistema radicular raso que se distribuem nas primeiras camadas do solo, tendo em vista a necessidade de captação e armazenamento de água ao cair das primeiras chuvas (BRUNO; BARBOSA; ANDRADE; ALVES; SOUZA; BEZERRA, 2016; FERREIRA; LOPES; TROVÃO, 2016).



Ferreira, Lopes e Trovão (2016) também observaram a ocorrência de *P. pachycladus* em quatro áreas no Semiárido Paraibano cuja precipitação média anual é de 650, 550, 450 e 350 mm e verificaram que a abundância dessa espécie em cada área foi de aproximadamente 37, 32, 29 e 6%, respectivamente. Esses autores ainda observaram a ocorrência de *P. gounellei* e que enquanto a sua abundância foi de 0% na área com maior precipitação, esta espécie apresentou abundância média de 225% na área com menor índice pluviométrico, ou seja, a ocorrência de *P. pachycladus* reduz à medida que precipitação média anual diminui, enquanto que com o *P. gounellei* ocorre o oposto. Além disso, segundo os autores, o *P. pachycladus* geralmente ocorre em ambientes com solos arenosos, comuns às características da Caatinga. Enquanto que o *P. gounellei* tem preferência por solos com partículas mais finas. Apesar de não ter sido avaliado a granulometria dos solos onde ocorrem as populações do presente trabalho nas áreas de Arara – PB e Bananeiras – PB, é interessante evidenciar o quanto essa característica pode influenciar na distribuição espacial de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis*.

Outros fatores que podem exercer influência sobre o estabelecimento de populações de cactáceas colunares que ocorrem na Caatinga são o déficit hídrico, seja por razões climáticas ou condições do tipo de solo, e a temperatura da superfície (MEDEIROS; SOUZA; AZERÊDO; BARBOSA NETO; BARBOSA; OLIVEIRA, 2017; SILVA; AZERÊDO, 2022). Além disso, outra característica quanto à distribuição do *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* é a tendência a ocorrer em lugares mais altos e de difícil acesso, como serras e lajedos (LUCENA; RIBEIRO; NUNES; MEIADO; QUIRINO; CASAS; LUCENA, 2015).

Simões, Zappi, Costa, Oliveira e Aona (2019), avaliando o impacto das mudanças climáticas na distribuição geográfica de cinco espécies de Cactaceae endêmicas da Caatinga, observaram através de um modelo espacial de nicho ecológico que futuramente as espécies *P. aureiflora* e *B. phaeacanthus*, devido ao seu habitat mais restrito, marginal e lenhoso, apresentarão um grande risco de extinção, enquanto *S.*



leucostele, *A. penicillata* e *T. inamoena* apresentarão uma menor redução na área de ocorrência. Nessa mesma perspectiva, Carvalho, Lima, Souza, Ribeiro, Ferreira, Cruz e Lucena (2021), ao realizarem projeções futuras acerca da distribuição do *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis*, apontam uma queda significativa na distribuição nos locais de ocorrência dessa espécie. As populações de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* podem, a médio e longo prazo, sofrer redução de espécimes devido à existência de fatores endógenos ou exógenos que podem impedir o recrutamento de novos indivíduos, a exemplo do vigor das plantas matrizes, herbivoria e corte para o rebanho bovino são alguns motivos que justificam uma formação estrutural desequilibrada (BARBOSA; BARBOSA NETO; ANDRADE; BARBOSA; SOUZA; ANJOS, 2015; BRUNO; BARBOSA; ANDRADE; ALVES; SOUZA; BEZERRA, 2016). Logo, programas de conservação devem levar em conta essas descobertas para garantir a sobrevivência dessas espécies, sobretudo nas áreas estudadas em Arara e Bananeiras – PB.

Nesta perspectiva, podemos apontar para: (1) Monitoramento da população – é importante realizar um monitoramento regular das populações de *Pilosocereus* para avaliar o seu estado de conservação e detectar possíveis ameaças, como a coleta ilegal, a perda de habitat e as mudanças climáticas; (2) Proteção da vegetação nativa – a conservação da vegetação nativa é fundamental para a sobrevivência do *Pilosocereus* e de outras espécies da Caatinga. É importante promover a conservação de áreas de Caatinga remanescentes e restaurar áreas degradadas; (3) Educação ambiental – é importante sensibilizar a população local e os visitantes sobre a importância da conservação do *Pilosocereus* e da Caatinga em geral. Isso pode ser feito por meio de programas de educação ambiental em escolas, comunidades e áreas de visitação turística; (4) Manejo sustentável – em áreas onde a coleta de *Pilosocereus* é permitida, é importante adotar práticas de manejo sustentável, como a colheita seletiva e o controle do número de indivíduos coletados; e (5) Pesquisa e conservação *ex situ* – a pesquisa científica pode contribuir para o conhecimento sobre as espécies de *Pilosocereus* e sua conservação.



4 CONCLUSÕES

Os indivíduos de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* possuem hábito de crescimento agregado e estrutura populacional com poucos indivíduos regenerantes.

Apesar de ambas as áreas apresentarem características de antropização, a Caatinga com melhor estado de sucessão ecológica permite a presença de indivíduos de *Pilosocereus* em estágio ontogenético mais desenvolvido.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia), a Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal da Paraíba e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F.; BENITO, B.; RODRIGUEZ, M. Á. M.; GRAY, C. Potential changes in the distribution of *Carnegiea gigantea* under future scenarios. **PeerJ**, v. 6, n. 5623, p. 1-17, 2018.

ARAUJO, T. G.; QUEIROZ, A. B.; LOPES, S. F. Fitossociologia de um brejo de altitude no semiárido brasileiro: variação das espécies dominantes ao longo do gradiente altitudinal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 779-794, 2019.

BARBOSA A. S.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA JÚNIOR, L. R.; BRUNO, R. L. A.; MEDEIROS, R. L. S.; BARBOSA NETO, M. A. Estrutura populacional e espacial de *Cereus jamacaru* DC. em duas áreas de caatinga do Agreste da Paraíba, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 315-324, jan./mar. 2017.

BARBOSA A. S.; MEDEIROS R. L. S.; SANTOS J. N. B.; ANDRADE, A. P.; BARBOSA NETO, M. A. Estrutura e padrão espacial de *Tacinga palmadora* (Britton & Rose) NP Taylor & Stuppy (Cactaceae) em vegetação de caatinga conservada. **Caderno de Pesquisa**, Santa Cruz do Sul, v. 29, n. 2, p. 36-44, mai./ago. 2017.

BARBOSA, A. S.; ANDRADE, A. P.; SILVA, J. H. C. S.; BARBOSA, F. A. Análise populacional de *Tacinga inamoena* (K. Schum.) NP Taylor & Stuppy numa Caatinga Hiperxerófila. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 11, p. e589119516, 2020.

BARBOSA, A. S.; BARBOSA NETO, M. A.; ANDRADE, A. P.; BARBOSA, A. J. S.; SOUZA, V. C.; ANJOS, F. Population structure of *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter in the anthropized Caatingas areas from Westland of Paraíba, Brazil. **Acta Horticulturae, ISHS**, v. 1087, p. 234-248, 2015.



MACHADO, M. C.; AMORIM, A. M.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Effects of land use and management practices on cacti species in the Caatinga region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 112, n, p. 92-97, 2015.

BRUNO, R. L. A.; BARBOSA, A. S.; ANDRADE, A. P.; ALVES, F. A. L.; SOUZA, M. A.; BEZERRA, J. D. C. Espacialização e estrutura de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter (Cactaceae) no Agreste da Paraíba, Brasil. In: SANCHEZ, R. A.; OSORIO, C. R.; MOLINA, H. P. (Org.). **Libro de Actas - VIII Congreso Ibérico de Agroingeniería: Retos de la Nueva Agricultura Mediterránea**. 1ed., 1, (pp. 650-659). Orihuela-Algorfa/ES: Universitas Miguel Hernández. 2016.

CARVALHO, T. K. N.; LIMA, J. R. F.; SOUZA, R. S.; RIBEIRO, J. E. S.; FERREIRA, E. C.; CRUZ, D. D.; LUCENA, R. F. P. *Cereus jamacaru* DC. and *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter (Cactaceae) in the Northeast region of Brazil: future perspectives and distribution. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 14, n. 1, p. 126-134, 2021.

DREZNER, T. D. 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**, v. 65, n. 1, p. 46-61, 2006.

DINIZ, F. C.; RAMOS, M. B.; ALMEIDA, H. A.; PINTO, A. S.; LOPES, S. F. Effects of topographic factors on distribution of cacti along an elevation gradient in Brazilian Caatinga. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 72, n. e02222018, p. 1-9, 2021.

FABRICANTE, J. R.; ANDRADE, L. A.; MARQUES, F. J. Caracterização populacional de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg (Cactaceae) ocorrente em um inselbergue da Caatinga paraibana. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 61-67, 2010.

FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, C. R. S. Estrutura populacional de *Melocactus ernestii* Vaupel subsp. *ernestii* (Cactaceae). **Scientia Plena**, v. 9, n. 6, p. 062401-1, 2013.

FERREIRA, P. S. M.; LOPES, S. F.; TROVÃO, D. M. B. M. Patterns of species richness and abundance among cactus communities receiving different rainfall levels in the semiarid region of Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 569-576, out./dez. 2016.

GODÍNEZ-ALVAREZ, H.; VALVERDE, T.; ORTEGA-BAES, P. Demographic trends in the Cactaceae. **Botanical Review**, v. 69, n. 2, p. 173-203, 2006.

GOMES, V. G. N.; CASSIMIRO, C. A. L.; FREITAS, J. G.; FELIX, C. M. P.; BATISTA, F. R. C. Ex situ conservation in the Brazilian semiarid: Cactaceae housed in the collection of the Guimarães Duque Cactarium. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 62608-62625, 2020.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2020. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>

LUCENA, C. M.; RIBEIRO, J. E. S.; NUNES, E. N.; MEIADO, M. V.; QUIRINO, Z. G. M.; CASAS, A.; LUCENA, R. F. P. Distribuição local de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* e *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi (Cactaceae) e sua relação com uma comunidade rural no município do Congo, Paraíba. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 97-103, 2015.



LUZ-FREIRE, H. P.; TRINDADE, D.P.F.; SÁ-NETO, R.J.; CORRÊA, M.M. Survival dynamics of *Melocactus conoideus* Buining & Brederoo (Cactaceae), a threatened species endemic to northeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 28, n. 2, 293-297, 2014.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. 2. ed. Revista e Ampliada. São Paulo: Editora Unesp, 2003. 264p.

MONTESINOS-NAVARRO, A.; VERDÚ, M.; QUEREJETA, J. I.; VALIENTE-BANUET, A. Nurse plants transfer more nitrogen to distantly related species. **Ecology**. v. 98, n. 5, p. 1300-1310, 2017.

MEDEIROS, R. L. S.; SOUZA, V. C.; AZERÊDO, G. A.; BARBOSA NETO, M. A.; BARBOSA, A. S.; OLIVEIRA, I. S. S. Seed vigor and germination of facheiro plants (*Pilosocereus catingicola* (Gurke) Byles & Rowley subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi (Cactaceae) at different temperatures. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 5, p. 2873-2886, 2017.

MULLER-DOMBOIS D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley, 1974. 574p.

PEREIRA JUNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D.; BARBOSA, A. S.; BARBOSA, F. M. Espécies da caatinga como alternativa para o desenvolvimento de novos fitofármacos. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 4, p. 509-520, 2014.

PETERS, E. M.; MARTORELL, C.; EZCURRA, E. 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**, v. 72, n. 5, 593-601, 2008.

RAZALI, N.M.; WAH, Y.B. Power comparisons of Shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. **Journal of Statistical Modeling and Analytics**, v. 2, n. 1, 21-33, 2011.

RIBEIRO, E. M. S. **Influência de perturbações antrópicas sobre populações de cactáceas em áreas de caatinga**. 2011. 55 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: ecossistema caatinga**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, Feira de Santana - BA, 1992. 24p.

SILVA, J. H. C. S.; AZERÊDO, G. A. Germination of cactus seeds under saline stress. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 35, n. 1, p. 79-86, jan-mar, 2022.

SIMÕES, S. S.; ZAPPI, D.; COSTA, G. M.; OLIVEIRA, G.; AONA, L. Y. S. Spatial niche modelling of five endemic cacti from the Brazilian Caatinga: Past, present and future. **Austral Ecology**, v. 45, n. 1, p. 35-47, 2019.

SOARES, G. S. C. **Distribuição espacial, composição químico-bromatológica e cinética da fermentação ruminal in vitro de *Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly ex Rowl**. 2017. 113 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.



SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

VALIENTE-BANUET, A.; ROJAS-MARTÍNEZ, A.; GODÍNEZ-ÁLVAREZ, H. Efecto de rocas sobre la vegetación en una zona árida de México. **Revista de Biología Tropical**, Costa Rica, v. 39, n. 2, p. 281-287, 1991.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. Fitofisionomia da Caatinga da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 34-38, 2008.

ZEPEDA, V.; GOLUBOV, J.; MANDUJANO, M. C. Distribución espacial, estructura de tamaños y reproducción de *Astrophytum ornatum* (Cactaceae). **Acta Botanica Mexicana**, México, v. 119, p. 35-49, abr. 2017.

Contribuição de Autoria

1 Fabiana dos Anjos Barbosa

Agroecóloga, Me.

<https://orcid.org/0000-0001-5818-455X> • fabianadosanjos2012@hotmail.com.br

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Validação de dados e experimentos; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

2 Nair Helena Arriel Castro

Engenheira Agrônoma, Dra., Professora

<https://orcid.org/0000-0003-3987-9553> • nair.arriel@embrapa.br

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Administração do projeto; Supervisão; Validação de dados e experimentos; Escrita – revisão e edição

3 Vênia Camelo de Souza

Bióloga, Dra., Professora

<https://orcid.org/0000-0002-1847-9182> • venia_camelo@hotmail.com

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Supervisão; Validação de dados e experimentos; Escrita – revisão e edição



4 Alex da Silva Barbosa

Licenciado em Ciências Agrárias, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0002-7343-6134> • alex.barbosa@academico.ufpb.br

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Administração do projeto; Supervisão; Validação de dados e experimentos; Escrita – revisão e edição

5 Weleson Barbosa da Fonseca

Licenciado em Ciências Agrárias

<https://orcid.org/0000-0002-1422-9581> • welesonbarbosa@hotmail.com

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa

6 João Henrique Constantino Sales Silva:

Agroecólogo, Me.

<https://orcid.org/0000-0001-6218-5096> • joaohenriqueconst@gmail.com

Contribuição: Conceitualização; Metodologia; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição; Design da apresentação de dados

Como citar este artigo

BARBOSA, F. A.; CASTRO, N. H. A.; SOUZA, V. C.; BARBOSA, A. S.; FONSECA, W. B.; SILVA, J. H. C. S. Análise da estrutura e distribuição espacial de *Pilosocereus pachycladus* subsp. *pernambucoensis* em vegetação da Caatinga e de brejo de altitude. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 3, e66471, p. 1-24, 2023. DOI 10.5902/1980509866471. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509866471>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.