



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

ELAINNE CRISTINA SILVA COSTA

**ANÁLISE FLORÍSTICA, SÍNDROMES DE DISPERSÃO E ASPECTOS  
ESTRUTURAIS EM “ILHAS” DE VEGETAÇÃO DE UM  
AFLORAMENTO ROCHOSO NO AGRESTE PARAIBANO**

CAMPINA GRANDE – PB

AGOSTO/2014

ELAINNE CRISTINA SILVA COSTA

**ANÁLISE FLORÍSTICA, SÍNDROMES DE DISPERSÃO E ASPECTOS  
ESTRUTURAIS EM “ILHAS” DE VEGETAÇÃO DE UM  
AFLORAMENTO ROCHOSO NO AGRESTE PARAIBANO**

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como requisito para obtenção do título de Mestre.

**Orientador:** Prof. Dr. José Iranildo Miranda de Melo (UEPB)

**Co-Orientador:** Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes (UEPB)

CAMPINA GRANDE - PB

AGOSTO/2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C837a Costa, Elaine Cristina Silva.

Análise florística, síndromes de dispersão e aspectos estruturais em "ilhas" de vegetação de um afloramento rochoso no agreste paraibano [manuscrito] / Elaine Cristina Silva Costa. - 2014.

103 p. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. José Iranildo Miranda de Melo, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa".

1. Flora regional. 2. Ambiente rochoso. 3. Similaridade florística. 4. Diversidade florística. 5. Caatinga. I. Título.

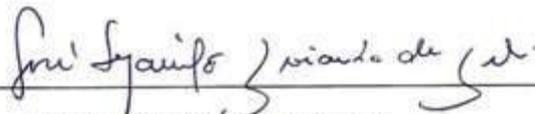
21. ed. CDD 582.16

ELAINNE CRISTINA SILVA COSTA

**ANÁLISE FLORÍSTICA, SÍNDROMES DE DISPERSÃO E ASPECTOS  
ESTRUTURAIS EM “ILHAS” DE VEGETAÇÃO DE UM AFLORAMENTO  
ROCHOSO NO AGRESTE PARAIBANO**

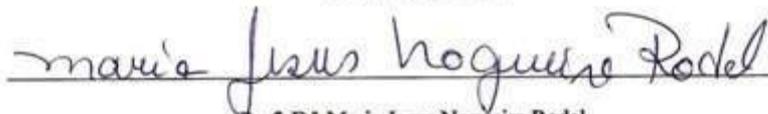
Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como requisito para obtenção do título de Mestre.

**Aprovado 14/07/2014**



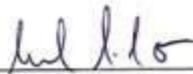
Prof. Dr. José Iranildo Miranda de Melo

Orientador (UEPB)



Prof. Dr. Maria Jesus Nogueira Rodal

Membro Titular (UFRPE)



Prof. Dr. Cleber Ibraim Salimon

Membro Titular (UEPB)

## **DEDICATÓRIA**

Ao Deus da minha vida, que me amparou, conduziu e me fortaleceu, especialmente durante estes dois anos de luta e perseverança. **DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Dr. José Iranildo Miranda de Melo pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação e por sua dedicação.

Ao professor Dr. Sérgio de Faria Lopes por sua co-orientação e contribuição que veio a somar para o enriquecimento deste trabalho.

À minha família pelo apoio nos momentos difíceis, em especial o meu esposo, Cleyton Moraes, por compreender minha ausência em nosso lar.

Aos meus colegas de laboratório: Thaynara Sousa, Herbert Crisóstomo, Francisco Siqueira, Manoel Jeovane por todo apoio durante a execução deste trabalho. Aos técnicos de laboratório: Elimar Alves, Macelly Medeiros e Robson Cesar por toda atenção, carinho e cuidado, além de nossos momentos de descontração que jamais esquecerei.

Aos colegas do Mestrado: Natalice Santos, Paulo Sérgio, Daniele Jovem, Romilda Narzisa, Augusto Queiroz, Climélia Nóbrega, Iara Cristina e Rafaela Brito, pelo auxílio nos dados estatísticos e por compartilhar comigo deliciosos momentos de estudos madrugada a fora.

Ao Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba (PPGEC/UEPB) pela oportunidade em realizar este trabalho. Em especial à coordenação, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Thelma Dias e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Joseline Molozzi.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de mestrado.

À família Gondim pela permissão e auxílio durante os trabalhos de campo. E a todos aqueles que indiretamente contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional, meus mais sinceros agradecimentos.

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

**Tabela 1.** Lista florística contendo nomes de famílias e espécies, tipos de frutos e respectivas síndromes de dispersão das espécies registradas na área de estudo, Parque das Pedras, Pocinhos, Paraíba, Brasil..... 56

**Tabela 2.** Estudos florísticos realizados no semiárido do Nordeste brasileiro compilados na matriz de similaridade..... 66

### Capítulo II

**Tabela 1.** Valores para os dados ambientais e ecológicos das 20 ilhas registradas no afloramento. O índice de Shannon-Wiener foi calculado com base nos dados de abundância. S = riqueza de espécies; Abund. = abundância; Densid. = densidade;  $H'$  = Índice de Diversidade de Shanonn; Decliv. = declividade; Elev. = elevação; BV = barlavento; SV = sotavento..... 95

**Tabela 2.** Lista florística contendo nomes de famílias, respectivas síndromes de dispersão e espécies registradas para os tratamentos **SV** – sotavento; **BV** – barlavento na área de estudo, Parque das Pedras, Pocinhos, Paraíba, Brasil. Anemo = anemocórica; Auto = autocórica; Zooc. = zoocórica; Herb. = herbácea; Arbust. = arbustiva; Arbór. = arbórea; Subarb. = subarbórea..... 96

**Tabela 3.** Valores de correlação de Pearson entre as variáveis ambientais: **Elev.** – Elevação, **Decliv.** – Declividade,  $M^2$  - Área e variáveis ecológicas: **S** – Riqueza,  $H'$  – Diversidade de Shanonn-Wiener, **Abund.** – Abundância para cada tratamento..... 99

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I

**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo, Parque das Pedras, Pocinhos, Paraíba, Brasil..... 67

**Figura 2.** Espécies registradas no afloramento rochoso estudado: A) *Libidibia ferrea* - Fabaceae. B) *Jatropha mollissima* - Euphorbiaceae. C) *Angelonia campestris* - Plantaginaceae. D) *Cynophalla flexuosa* - Capparaceae. E) *Stigmaphyllon paraliasias* - Malpighiaceae. F) *Spondias tuberosa* - Anacardiaceae..... 68

**Figura 3.** Espécies registradas no afloramento rochoso estudado: A) *Cyrtopodium holstii* - Orchidaceae. B) *Mandevilla tenuifolia* - Apocynaceae. C) *Lantana camara* - Verbenaceae. D) *Tacinga inamoena* - Cactaceae. E) *Lafoensia pacari* - Lythraceae. F) *Turbina cordata* - Convolvulaceae..... 69

**Figura 4.** Frutos de espécies registradas no afloramento estudado: A) *Angelonia campestris* - Plantaginaceae. B) *Erythrina velutina* - Fabaceae. C) *Neocalyptrocalyx longifolium* - Capparaceae. D) *Pilosocereus pachycladus* - Cactaceae. E) *Lonchocarpus araripensis* - Fabaceae. F) *Marsdenia caatingae* - Apocynaceae..... 70

**Figura 5.** Frutos de espécies registradas no afloramento estudado: A) *Cyrtopodium holstii* - Orchidaceae. B) *Sapium argutum* - Euphorbiaceae. C) *Momordica charantia* - Cucurbitaceae. D) *Jatropha mollissima* - Euphorbiaceae. E) *Dioscorea campestris* - Dioscoreaceae. F) *Aspidosperma pyriforme* - Apocynaceae..... 71

**Figura 6.** Dendrograma de similaridade florística relacionando a área estudada com 12 estudos feitos em afloramentos rochosos e em outras áreas da matriz circundante (Caatinga). **A1** – Presente estudo; **A2** – Gomes *et al.* (2011); **A3** – Porto *et al.* (2008); **A4** – Araújo *et al.* (2008); **A5** – França *et al.* (2005); **A6** – Tölke *et al.* (2011); **A7** – Gomes & Alves (2009); **A8**

– Machado-Filho (2012); **A9** - Lima (2012); **A10** – Araújo *et al.* (2005); **A11** – Barbosa *et al.* (2005); **A12** - Araújo *et al.* (Inéd. 2013).....72

**Figura 7.** Síndromes de dispersão e respectivos percentuais registrados na área de estudo, Parque das Pedras, Pocinhos, Paraíba, Brasil ..... 73

## Capítulo II

**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo, Parque das Pedras, Pocinhos, Paraíba, Brasil..... 91

**Figura 2.** “Ilhas” de vegetação presentes no afloramento: A-B) Ilhas localizadas na porção Sotavento, região de maior declividade do afloramento. C-D) Ilhas situadas na porção Barlavento, área com menor declividade..... 92

**Figura 3.** Dendrograma calculado pela matriz de presença/ausência das 20 “ilhas” registradas na área de estudo por meio do método UPGMA utilizando o índice de Jaccard. **SV** – porção sotavento; **BV** – porção barlavento..... 93

**Figura 4.** Dendrograma calculado pela matriz quantitativa com dados de abundância das 20 “ilhas” registradas na área de estudo, utilizando o índice de similaridade de Bray–Curtis. **SV** – porção sotavento; **BV** – porção barlavento..... 94

**ANÁLISE FLORÍSTICA, SÍNDROMES DE DISPERSÃO E ASPECTOS  
ESTRUTURAIS EM “ILHAS” DE VEGETAÇÃO DE UM AFLORAMENTO  
ROCHOSO NO AGRESTE PARAIBANO**

**RESUMO**

Este trabalho apresenta o estudo da composição e análise de similaridade florística, destacando os tipos de síndromes de dispersão classificados em anemocoria, autocoria e zoocoria de um afloramento rochoso no município de Pocinhos, Agreste paraibano, visando contribuir para uma melhor compreensão da flora local e regional. Também foi caracterizada a estrutura das “ilhas” de vegetação com o objetivo de determinar os padrões de distribuição das espécies segundo variáveis biológicas e ambientais, além de verificar o efeito do tamanho insular e da distância na diversidade florística das ilhas. Foram realizadas coletas de material botânico fértil e observações “*in loco*” em toda extensão do afloramento no período de Dezembro de 2012 a Novembro de 2013. A identificação taxonômica foi feita por meio de literatura especializada, visitas aos herbários regionais (EAN e JPB) e consultas aos herbários virtuais, e com o auxílio de especialistas. Com base no APG (*Angiosperm Phylogeny Group*) III elaborou-se a lista florística. Para a detecção da similaridade florística, inicialmente confeccionou-se uma matriz binária de presença/ausência incluindo as espécies registradas na área de estudo e de outras 12 áreas situadas no Nordeste do Brasil. Para as ilhas de vegetação o método *Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages* (UPGMA) foi utilizado para determinar a similaridade e estrutura das ilhas, já para testar a diferença entre as duas vertentes (barlavento e sotavento) em relação à riqueza e abundância das espécies utilizou-se a *Multivariate Permutational Analysis* (PERMANOVA) baseando-se em variáveis ambientais de altitude, declividade e tamanho insular. Foram registradas 161 espécies pertencentes a 127 gêneros e 50 famílias de Angiospermas. As famílias mais importantes em riqueza de espécies foram: Fabaceae (24 spp.), Asteraceae (12 spp.) e Convolvulaceae (11 spp.). No que se refere às síndromes de dispersão, predominou a autocoria, com 50,3%, a anemocoria corresponde a 26,7% e a zoocoria, englobou 23,6% do total das espécies registradas. A análise de similaridade evidenciou a formação de três grupos bem definidos, com a área de maior índice situada na microrregião do Cariri paraibano. As áreas inseridas na mesorregião Agreste também apresentaram uma flora similar entre si, o que está relacionado às condições climáticas e natureza geomorfológica semelhantes. O menor índice observado foi com uma área localizada em um complexo granitoide e uma região planáltica do Estado do

Ceará, o que se deve às condições topográficas e heterogeneidade edáfica decorrentes da constituição geológica da área. No que se refere à estrutura das ilhas de vegetação, verificou-se a ocorrência de padrões diferenciados entre os tratamentos, caracterizando a heterogeneidade ambiental do afloramento. Deste modo, observou-se que a premissa de que, ilhas maiores com baixo grau de isolamento apresentam uma biota mais rica em relação a ilhas menores e mais isoladas aplicaram-se principalmente à vertente a barlavento, cuja variável preditora não foi o grau de isolamento das unidades insulares como esperado e sim a declividade.

**Palavras-chave:** Ambiente rochoso; Caatinga; diásporos; estrutura; flora.

**FLORISTIC ANALYSIS, DISPERSAL SYNDROMES AND STRUCTURAL  
ASPECTS OF VEGETATION ISLANDS IN A ROCKY OUTCROP, PARAIBA  
AGRESTE**

**ABSTRACT**

This paper presents a study of the floristic and analysis of floristic similarity, highlighting the types of dispersal syndromes classified anemochory, autocory and zoochory, a rocky outcrop in the municipality of Pocinhos, Paraiba Wasteland, to contribute to a better understanding of the local and regional flora. It was also characterized the structure of the "islands" of vegetation with the objective of determining the patterns of species distribution according to biological and environmental variables besides to verify the effect of island size and distance of the floristic diversity of the islands. Collections of fertile botanical material and observations "in loco" all along the outcrop in the period December 2012 to November 2013 were performed. The taxonomic identification was made by means of literature, visits to regional herbaria (EAN and JPB) and consultations to virtual herbarium, and with the assistance of experts. Based on APG (Angiosperm Phylogeny Group) III it was produced the floristic list. For the detection of the floristic similarity, initially it was made a binary matrix of presence / absence including species recorded in the study area and 12 other areas in the Northeast of Brazil. To the islands of the vegetation, the Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages (UPGMA) method was used to determine the similarity and structure of islands, to test the difference between the two sections (upwind and lee side) regarding to the richness and species abundance it was used the Multivariate Analysis Permutational (PERMANOVA) based on altitudinal environmental variables, slope and island size. 161 species belonging to 127 genera and 50 families of Angiosperms were recorded. The most important families in species richness were Fabaceae (24 species), Asteraceae (12 species) and Convolvulaceae (11 species). With respect to the dispersion syndromes predominated autochory with 50.3% anemochory corresponds to 26.7% and 23.6% zoochory comprised of all species reported. Similarity analysis showed the formation of three well-defined groups, with the highest area located in the micro Cariri. The areas inserted in meso Wasteland also showed a similar flora among themselves, which is related to the climatic conditions and similar geomorphological nature. The lowest rate was observed in an area

located in a granitoid complex and a plateau region of Ceará, which is due to topographical and edaphic heterogeneity arising from the geological formation of the area. Regarding to the structure of vegetation islands it was verified that the occurrence of differences between the treatments patterns characterizing the environmental heterogeneity of the outcrop. Thus we observe that the premise that larger islands with a low degree of isolation have a richer biota in relation to smaller and more isolated islands were applied principally strand to upwind, whose predictor variable was not the degree of isolation of island units, as expected, but the slope.

**Keywords:** rocky Environment; Caatinga; Diasporas; structure; flora.

## SUMÁRIO

	<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>07</b>
	<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>08</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>10</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>12</b>
1.	Introdução Geral.....	17
	Caracterização do Problema e Apresentação do Objeto de Trabalho.....	17
2.	Estado da Arte.....	20
2.1	Aspectos Gerais da Caatinga.....	20
2.2	Síndromes de Dispersão.....	23
2.3	Inventários florísticos em afloramentos rochosos.....	25
2.4	“Ilhas” de vegetação em afloramentos rochosos.....	26
3.	Referências.....	28
4.	<b>CAPÍTULO I</b>	
	Manuscrito a ser encaminhado à Revista de Biologia Tropical: <b>Composição florística e síndromes de dispersão em um afloramento rochoso no semiárido do nordeste brasileiro.....</b>	<b>39</b>
	Resumo .....	39
1.	Introdução .....	41
2.	Materiais e Métodos .....	42
3.	Resultados .....	44
4.	Discussão .....	46
5.	Resumen .....	49

6.	Referências .....	50
7.	<b>CAPÍTULO II</b>	
	Manuscrito a ser encaminhado à Revista Journal of Arid Environments: <b>Estrutura de “ilhas” de vegetação em um afloramento rochoso no semiárido brasileiro .....</b>	75
	Resumo .....	75
1.	Introdução .....	76
2.	Materiais e Métodos.....	78
2.1	Área de estudo.....	78
2.2	Amostragem e Coleta de dados.....	78
2.3	Análise estatística.....	79
3.	Resultados.....	80
3.1	Composição e síndromes de dispersão.....	80
3.2	Similaridade e estrutura das “ilhas”.....	80
3.3	Padrões entre os tratamentos.....	81
4.	Discussão.....	82
4.1	Composição florística e síndromes de dispersão.....	82
4.2	Estrutura das “ilhas” de vegetação.....	83
5.	Referências.....	86
	<b>APÊNDICES.....</b>	90
8.	<b>CAPÍTULO III</b>	
	Guia de campo a ser encaminhado ao Environmental and Conservation Programs Rapid Color Guides: <b>Flores e frutos de afloramentos rochosos do semiárido brasileiro.....</b>	100

9.	<b>CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>103</b>
----	------------------------------	------------

## 1. Introdução Geral

### Caracterização do Problema e Apresentação do Objeto de Trabalho

O termo “*inselberg*” foi introduzido pelo geólogo alemão Bornhardt, em 1900, denotando a característica de montanhas monolíticas ou grupos de montanhas que se elevam abruptamente da planície circundante, resultantes de processos de pediplanação ocorridos entre o fim do Terciário e início do Quaternário (POREMBSKI et al., 1998; SARTHOU; VILLIERS, 1998). Outra característica muito marcante nestas formações rochosas é a pouca vulnerabilidade ao intemperismo acarretando desta forma uma esparsa cobertura de solo (TWIDALE, 1964).

Estas formações rochosas geralmente apresentam vegetação restrita a áreas planas, como platôs ou depressões formadas na rocha, onde é possível a germinação de sementes e o acúmulo de substratos, favorecendo a formação de ilhas (CONCEIÇÃO; GIULIETTI; MEIRELLES, 2007; SOUZA; SIQUEIRA; MARTINS, 2011). Estas apresentam tamanhos e formas variadas, compostas de inúmeras espécies e indivíduos, assim como uma única espécie com um ou vários indivíduos, gerando uma paisagem que varia de acordo com a declividade da rocha e a profundidade do substrato (MEIRELLES; PIVELLO; JOLY, 1999; OLIVEIRA et al., 2004; OLIVEIRA; GODOY, 2007; SCARANO, 2007).

Devido à multiplicidade e variação de formas, tamanhos, graus de isolamento e ecologia, as ilhas mostram-se ideais para testes de hipóteses evolutivas, facilitando a compreensão de processos envolvidos na dispersão, invasão, competição, adaptação e extinção das espécies que a compõe (CONCEIÇÃO; GIULIETTI; MEIRELLES, 2007). Estes ambientes rochosos, em especial, aqueles presentes em regiões tropicais, se comportam como ilhas xéricas nos ambientes úmidos, enquanto que em regiões desérticas proporcionam refúgio para diversas espécies vegetais. Suas condições abióticas e uma forte heterogeneidade espacial são responsáveis pelo desenvolvimento de vários habitats e, conseqüentemente, favorece uma alta diversidade regional (SCHULTZ; POREMBSKI; BÜDEL, 2000; BURKE, 2002).

No Brasil, os *inselbergs* são amplamente distribuídos nos escudos cristalinos antigos e ocorrem principalmente em regiões tropicais e subtropicais (POREMBSKI et al., 1998). Na Caatinga, a flora dos *inselbergs* se encontra influenciada por filtros ambientais fortes. A importância deste habitat para plantas vasculares tolerantes à seca tem sido enfatizada, uma vez que esta adaptação é de fundamental importância para espécies que são submetidas a um elevado déficit hídrico e altas temperaturas (TWIDALE, 1964; POREMBSKI; BARTHLOTT,

2000; FRANÇA et al., 2005; MORAES et al., 2009; TOLKE et al., 2011a). A ocorrência de solo nestas formações é geralmente muito restrita, cuja disponibilidade de nutrientes indica que a concentração de alguns compostos como fósforo e nitrogênio são muito limitados (POREMBSKI, 2007). Assim, devido à ausência de grandes acumulações de solo, pouca água da chuva é armazenada, e boa parte é rapidamente perdida por escoamento. Em decorrência do pouco substrato e extremas condições microclimáticas, a vegetação desses afloramentos é muito diferente dos arredores, favorecendo até o desenvolvimento de uma vegetação efêmera (SARTHOU; VILLIERS, 1998; CONCEIÇÃO; PIRANI; MEIRELLES, 2007; POREMBSKI, 2007).

Comunidades de plantas que vivem sobre afloramentos rochosos são comumente encontradas no semiárido brasileiro, cujas síndromes abióticas, principalmente a anemocoria, representam mais de 80% da sua flora. Tal condição reflete a aridez microclimática dessas ilhas rochosas em relação à vegetação do entorno, pois representam habitats sob maior exposição aos ventos e à insolação, e, assim, favorecem a entrada e a colonização de espécies de síndromes abióticas (ARAÚJO; OLIVEIRA; LIMA–VERDE, 2008). Em afloramentos rochosos, a maioria das espécies depende de suas sementes para reproduzir e manter populações viáveis, e mesmo em solos rasos apresentam uma germinação eficaz (MEDINA; FERNANDES, 2007).

Apesar de sua onipresença e de sua valorização do ponto de vista científico nos últimos 20 anos, por ser um dos poucos habitats terrestres ainda bem preservados em todo o mundo, as comunidades de plantas em afloramentos rochosos ainda são insuficientemente incluídas em inventários florísticos (SANTOS, 2009; PARMENTIER, 2003; FRANÇA; MELO; GONÇALVES, 2006; GROGER; HUBER, 2007). Tal realidade pode estar associada às dificuldades de acesso a estes habitats ou a uma baixa expectativa referente à diversidade de espécies. As superfícies rochosas constituem uma barreira ecológica para a maioria das espécies de plantas presentes na matriz de entorno devido a uma combinação de fatores, como baixa retenção de água, escassez de nutrientes, maior exposição a ventos e insolação em relação às áreas vizinhas (RIBEIRO; MEDINA, 2002; RIBEIRO; MEDINA; SCARANO, 2007).

Os *inselbergs* de modo abrangente constituem centros de diversidade para determinados grupos funcionais de plantas que são bem adaptados para a sobrevivência sob condições ambientais extremas, e a ocorrência de sementes adaptadas a estas condições também é maior nestas formações do que na matriz adjacente (HUNTER, 2003; POREMBSKI, 2007). Em

especial, a escassez da água e baixa disponibilidade de nutrientes tiveram um profundo impacto sobre a composição florística destes habitats (POREMBSKI, 2007).

Burke (2003), afirma que os *inselbergs* são capazes de fornecer nichos para diferentes *taxa*, dependendo da vegetação circundante e pressão ambiental. Segundo esse mesmo autor, as interações bióticas nestes habitats são consideravelmente seletivas, frente à dificuldade de acesso que grandes herbívoros teriam durante o forrageamento, podendo, desta forma, influenciar na vegetação dos *inselbergs*.

A escassez hídrica comum em *inselbergs* se reflete na presença de numerosas plantas adaptadas à seca. Neste sentido, as plantas vasculares suculentas e tolerantes a dessecação é particularmente proeminente (POREMBSKI, 2007). Segundo o mesmo autor, períodos imprevisíveis de seca podem causar o esgotamento dos locais úmidos, imprescindíveis às espécies menos adaptadas, desencadeando eventos de extinção local em *inselbergs*.

A dispersão de sementes de um modo geral é de suma importância para a sobrevivência das plântulas, e tal mecanismo permite que os diásporos escapem das condições severas existentes próximas a planta matriz, onde a abundância de predação, ocorrência de patógenos e competição intraespecífica são mais altas. Além disso, a dispersão aumenta a probabilidade de que as sementes cheguem a locais seguros, propiciando melhores condições para seu estabelecimento e germinação (GRIZ; MACHADO, 2001). Pressupõe-se que nos ecossistemas que apresentam uma pluviosidade elevada e bem distribuída ao longo do ano, há uma maior ocorrência de plantas cuja dispersão é realizada por vertebrados (SILVA; RODAL, 2009).

À medida que o grau de sazonalidade aumenta e há uma diminuição na precipitação, os ambientes tornam-se mais secos prevalecendo à dispersão de sementes pelo vento (VICENTE; SANTOS; TABARELLI, 2003; SILVA; RODAL, 2009). Segundo Silva e Rodal (2009), os vetores abióticos tornam-se mais importantes em áreas de Caatinga, e tal afirmação está associada à baixa pluviosidade nesta formação vegetacional, evidenciando a autocoria e a anemocoria como as síndromes mais representativas em áreas secas.

Tratando-se da região Nordeste do Brasil, a mesorregião do Agreste paraibano se caracteriza como área de transição entre a Zona da Mata e a Zona das Caatingas interioranas, com trechos quase tão úmidos como no litoral e outros secos como no sertão (PEREIRA et al., 2002). Em especial as regiões semi-áridas, a presença de afloramentos rochosos é bastante

expressiva, contudo ainda são pouco estudados, em especial ao que concerne à diversidade florística (TOLKE et al., 2011b).

O presente estudo será dividido em dois capítulos; o primeiro, objetiva caracterizar a composição florística e realizar a análise de similaridade de um afloramento rochoso na mesorregião do Agreste paraibano, além de detectar as síndromes de dispersão das espécies amostradas no afloramento estudado. No capítulo II, o enfoque será a caracterização da estrutura das ilhas de vegetação associadas ao afloramento, também destacando a similaridade/dissimilaridade florística entre elas com base nos atributos de síndromes de dispersão, distância e declividade.

## **2. Estado da Arte**

### **2.1 Aspectos Gerais da Caatinga**

A Caatinga compreende uma área aproximada de 800.000 km<sup>2</sup>, representando 70% da região nordeste e 11% do território nacional (BUCHER, 1982; CASTELLETTI et al., 2003). O domínio ecogeográfico da Caatinga engloba partes dos territórios pertencentes aos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte de Minas Gerais (TABARELLI; SILVA, 2003; ALVES, 2007; ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009).

Este território é caracterizado por períodos críticos de prolongadas estiagens, possuindo uma isoieta que chega aproximadamente a 700 mm anuais. Contudo, na maior parte desse domínio, chove menos de 750 mm, concentrados e distribuídos irregularmente em três meses consecutivos no período de novembro a junho, caracterizando períodos chuvosos no verão e início do outono (ANDRADE-LIMA, 1981; ARAÚJO; RODAL; BARBOSA, 2005; ALVES, 2007; ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009). Os climas a que esta região está submetida variam de clima tropical quente e seco a semiáridos cujas temperaturas médias anuais são relativamente elevadas, variando de 26°C a 29°C, com insolação média de 2.800 horas/ano (ALVES, 2007).

A Caatinga durante muito tempo foi vista como uma formação pobre em espécies e em endemismo altamente modificada pelas ações antrópicas e, portanto, de baixa prioridade para conservação (CASTELLETTI et al., 2003; ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009). Contudo, embora esteja realmente bastante alterada, a Caatinga ainda apresenta uma grande variedade de fisionomias, com elevado número de espécies e também remanescentes de vegetação ainda bem preservados, que incluem um número expressivo de táxons raros e

endêmicos (GUILIETTI et al., 2004). Alguns inventários florísticos desenvolvidos nos últimos anos demonstram bem esta realidade (RODAL; NASCIMENTO; MELO, 1999; ALCOFORADO-FILHO; SAMPAIO; RODAL, 2003; ANDRADE et al., 2004; LIMA et al., 2009; SILVA; LOPES; SILVA, 2012).

A origem da vegetação de Caatinga é uma discussão antiga, no entanto, resultados de estudos recentes sugerem que esta vegetação tão característica é parte de uma floresta tropical seca sazonal que ocupou grandes áreas da América do Sul em períodos de clima extremo no Pleistoceno (PENNINGTON; PRADO; PENDRY, 2000; PENNINGTON et al., 2004; LEAL et al., 2005). Sua cobertura vegetal encontra-se representada por formações xerófilas muito diversificadas por razões climáticas, edáficas, topográficas, e antrópicas, onde a ocorrência de árvores e arbustos de pequeno porte dotados muitas vezes de espinhos é bastante evidente (PRADO, 2003; ALVES; ARÚJO; NASCIMENTO, 2009). De acordo com os estudos supracitados, a Caatinga apresenta fisionomias muito variáveis, dependendo do regime de chuvas e do tipo de solo, variando desde florestas altas e secas com até 15-20 m de altura, denominada de “Caatinga arbórea” até florestas perenifólias e subperenifólias dos brejos de altitude, bem como florestas ripárias e os Cerrados.

A heterogeneidade espacial da Caatinga é uma característica inerente a esta formação, esta condição heterogênea dificulta a caracterização dos efeitos das pressões antrópicas, ocultando até que ponto as variações encontradas são reflexos do histórico de uso ou de variações pedológicas e climáticas (BARBOSA et al., 2005). É importante ressaltar que a Caatinga não se limita apenas a biodiversidade e endemismos. Como uma região árida altamente imprevisível e cercada de biomas tropicais méxicos, assume um importante papel para o desenvolvimento de estudos ecológicos, voltados para a compreensão de como as comunidades vegetais se adaptam a um regime de chuvas altamente variável e estressante (LEAL et al., 2005).

Apesar de ser uma importante região natural brasileira cujos limites se restringem ao território nacional, pouca atenção tem sido dada à conservação de sua paisagem marcante e variada, onde a contribuição da sua biota à biodiversidade extremamente alta tem sido subestimada (LEAL et al., 2005). Deste modo, a conservação da diversidade biológica da Caatinga é um dos maiores desafios da ciência brasileira, pois, tanto os estudos quanto as políticas de preservação ainda são incipientes (PRADO et al., 2010).

Uma das medidas mais eficazes para garantir a preservação de agrupamentos florestais ainda nativos é a implementação de Unidades de Conservação, haja vista que o *status* de

conservação da biodiversidade da Caatinga é um dos mais críticos a nível nacional (CASTRO et al., 2003; CASTELETTI et al., 2003; BARBOSA et al., 2005; PRADO et al., 2010).

De acordo com o MMA (Ministério do Meio Ambiente, 2013), em 2009 foi criado o Monumento Natural do Rio São Francisco, com cerca de 27 mil hectares protegidos, englobando os Estados de Alagoas, Bahia e Sergipe. No ano de 2010 houve a ampliação do Parque Nacional das Confusões, no Piauí, cujo acréscimo de mais 300 mil hectares, elevou a área protegida para 823.435,7 hectares. Já recentemente, em 2011, foi criado o Parque Nacional da Furna Feia, nos Municípios de Baraúna e Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte, com 8.494 ha, aumentando de 1% para 7,5% o percentual de áreas protegidas por unidades de conservação.

A Caatinga ora é classificada como domínio ora como bioma ou ecossistema, e estes termos têm se tornado frequentes em publicações. Todavia, os autores geralmente omitem o conceito pessoal que fazem de tais termos gerando desta forma uma enorme confusão (COUTINHO, 2006). Segundo Sampaio (2010), a confusão ocorre pela falta de critérios nítidos para as áreas de transição, onde a vegetação de Caatinga mistura-se com as das matas secas, principalmente no seu limite Leste, e com as de Cerrado, principalmente no seu limite Oeste.

Andrade-Lima (1981) universaliza o termo domínio para classificar a Caatinga ressaltando a semelhança existente entre a sua vegetação com a do Cerrado. Posteriormente, Velloso, Rangel-Filho e Lima (1991) classificaram a Caatinga como savana-estépica, aproximando-a de outras formações como Cerrado e o Chaco paraguaio. Nesse sentido, Sampaio (2010) observa que sem dúvida, a diversidade de fisionomias presentes na Caatinga dificulta o enquadramento em qualquer tipologia a esta formação e sempre haverá áreas de exceção.

Coutinho (2006) classifica a Caatinga como um Zonobioma assemelhando-se ao bioma savana do Cerrado formando um complexo com diferentes fisionomias, como caatinga arbórea, caatinga arbustiva, caatinga espinhosa. Em suma, o entendimento geral do que é a Caatinga é subjetivo e impreciso, faltando critérios exatos e amplamente aceitos que permita classificar inequivocadamente esta formação como bioma (SAMPAIO, 2010).

Independente das discussões acerca das fisionomias da Caatinga, esta apresenta imensa variedade de vida e um acentuado grau de endemismo. No entanto, ainda faltam dados atualizados e estudos contínuos que exemplifiquem as relações biogeográficas esclarecendo a dinâmica vegetacional da própria Caatinga e de todo o leste da América do Sul (GIULIETTI et al., 2004; ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009).

## 2.2 Síndromes de Dispersão

Um dos eventos de importância vital para as espécies vegetais é a propagação de seus diásporos para longe da planta-mãe, processo este chamado de dispersão (HOWE; SMALLWOOD, 1982; GIEHL et al., 2007). A dispersão é sem dúvida um dos principais eventos envolvidos no sucesso do estabelecimento, na determinação da estrutura demográfica e na manutenção local de populações vegetais (HOWE; SMALLWOOD, 1982; GRIZ; MACHADO; TABARELLI, 2002). Este processo propicia às espécies a expansão de suas áreas de ocorrência, viabilizando um aumento nas taxas de sobrevivência dos indivíduos jovens, seja pela redução da competição intraespecífica ou pela diminuição da quantidade e concentração de predadores, possibilitando flutuações genéticas entre populações (VAN DER PIJL, 1982; GIEHL et al., 2007).

Diversas síndromes de dispersão estão relacionadas à pelo menos um tipo de dispersor, desempenhando um importante papel no processo de colonização, tornando-as importantes na evolução das espécies (NOGUCHI; NUNES; SARTORI, 2009; OLIVEIRA et al., 2011). O transporte dos diásporos pode ser feito por vetores bióticos, cuja dispersão é realizada por animais, ou abióticos quando a propagação é realizada por vetores como água, vento e por mecanismos balísticos (BARBOSA; SILVA; BARBOSA, 2002). O sucesso desempenhado por uma espécie em um determinado ambiente depende em parte da energia que é utilizada na sua biologia reprodutiva, ou seja, nos processos de polinização, produção de sementes, dispersão e estabelecimento das plântulas (STEFANELLO et al., 2010).

Se a dispersão é vantajosa, é de se esperar que os diásporos tenham adaptações que aumentem a sua dispersão. Dispositivos morfológicos que facilitam a dispersão dos diásporos são frequentemente muito evidentes e interpretáveis (HUGHES et al., 1994; WILLSON; TRAVESET, 2000). Diásporos dispersos pelo vento geralmente têm asas ou plumas que aumentam a resistência do ar e diminuem as chances de cair, favorecendo uma propagação mais longa, longe da planta mãe. Diásporos dispersos por animais comumente têm apêndices comestíveis ou revestimentos que são consumidos por estes animais que posteriormente expõem as sementes. Outros diásporos dispersos por animais apresentam estruturas como ganchos ou revestimentos pegajosos que aderem aos vetores animais possibilitando seu deslocamento no ambiente. Outros grupos vegetais por sua vez dispersam sua descendência balisticamente, por meio da abertura explosiva dos frutos (WILLSON; TRAVESET, 2000).

O potencial dos diferentes modos de dispersão varia consideravelmente. Tanto os mecanismos bióticos quanto abióticos potencialmente podem levar as sementes para longe da planta-mãe, contudo, mecanismos balísticos normalmente proporcionam uma dispersão mais curta de sementes (WILLSON; TRAVESET, 2000). Para que a reprodução resulte em recrutamento na próxima geração, as sementes necessitam ser dispersas para locais favoráveis ao seu crescimento, visando escapar da agregação e competição entre si aumentando suas chances de sobrevivência (CANEDO et al., 2009). Segundo Almeida et al. (2008), a relação existente entre a dispersão de sementes com os vários agentes dispersores contribui no intercâmbio de materiais genéticos possibilitando assim a manutenção da biodiversidade.

Baseando-se na relevância das síndromes de dispersão, na determinação da estrutura da comunidade e na regeneração de ambientes degradados alguns autores tem se dedicado ao estudo das síndromes de dispersão como um fator de suma importância à manutenção da biodiversidade. Trabalhos desenvolvidos em florestas úmidas como os de Spina, Ferreira e Leitão-Filho (2001); Kinoshita et al. (2006); Almeida et al. (2008); Noguchi, Nunes e Sartori (2009); Stefanello et al. (2010) e Oliveira et al. (2011), evidenciaram uma predominância de síndromes bióticas seguidas pelas abióticas, demonstrando uma forte interação entre fauna e flora.

Comparada com as florestas úmidas, a Caatinga normalmente apresenta menores percentuais de espécies de plantas lenhosas dispersas por vertebrados por ser considerada um tipo de floresta seca (TABARELLI; VICENTE; BARBOSA, 2003). Estudos realizados em áreas de Caatinga demonstram uma correlação positiva entre o aumento da pluviosidade com os percentuais de dispersão biótica (TABARELLI; VICENTE; BARBOSA, 2003; SILVA; RODAL, 2009). As síndromes abióticas, por sua vez, ocorrem em maior frequência em áreas de vegetação aberta com pouca umidade e grande circulação de vento (HOWE; SMALLWOOD, 1982; BARBOSA; SILVA; BARBOSA, 2002).

A dispersão de sementes é um dos processos mais importantes na regeneração natural das florestas tropicais, onde o manejo e a recuperação de áreas alteradas dependem da eficiência dos processos de dispersão dos propágulos e do estabelecimento das espécies de diferentes estádios sucessionais, ressaltando não apenas a regeneração destas áreas, mas também contribui para o conhecimento acerca de sua dinâmica populacional (RONDONNETO; WATZLAWICK; CALDEIRA, 2001; ALMEIDA et al., 2008).

### 2.3 Inventários florísticos em afloramentos rochosos

A realização de trabalhos de cunho florístico traz informações valiosas quanto à riqueza e diversidade de espécies ocorrentes numa região. No entanto, trabalhos desta natureza muitas vezes mostram-se limitados e não permitem interpretações ecológicas mais aprofundadas. Deve-se considerar, contudo, que o conhecimento da composição florística e da estrutura vegetacional de regiões onde ocorrem afloramentos rochosos são necessárias para promover estudos com propósitos comparativos. As análises de similaridade de áreas possibilitam compreensão dos padrões de variação da vegetação no espaço e no tempo e suas inter-relações com fatores ambientais (SANTOS; GRIFFO; SILVA, 2010).

O estudo de ambientes rochosos desenvolvidos em diferentes regiões tropicais tem revelado uma gama de similaridades ambientais, em especial aquelas relacionadas às condições edáficas e microclimáticas, decorrentes das diferenças no processo de decomposição das rochas (POREMBSKI et al., 1998; OLIVEIRA; GODOY, 2007).

Estudos em áreas de afloramentos rochosos tropicais se intensificaram desde o final do século passado (GOMES; ALVES, 2010). A maioria desses trabalhos concentrou-se na estrutura da vegetação em afloramentos graníticos (CAIAFA; SILVA, 2007), destacando as publicações de Porembski e colaboradores (POREMBSKI; BROWN; BARTHLOTT, 1996; POREMBSKI et al., 1998; POREMBSKI, 2000; POREMBSKI; BARTHLOTT, 2000), enfatizando principalmente formações rochosas da África, tornando-se referência para futuros estudos relacionados aos “*inselbergs*”. É oportuno ressaltar que este termo é utilizado para designar formações que apresentam formas bem escarpas, separadas da planície por uma transição abrupta (MABESSONE, 1978), o que não se adequa às dimensões do afloramento estudado.

Para o Brasil, Mieirelles *et al.* (1999) ressaltaram a fragilidade destes habitats afirmando, ainda, que os afloramentos rochosos brasileiros não estão protegidos pela legislação ambiental específica e, portanto, é necessário propor ações urgentes para sua proteção. Outros autores como SCARANO (2002), MEDINA; RIBEIRO; SCARANO, (2006) e MEDINA; FERNANDES, (2007) estudaram a ecologia destes ambientes pesquisando não apenas a composição mais também as relações biogeográficas da flora destas áreas.

Os inventários florísticos de ambientes rochosos para o Nordeste tiveram início com França, Melo e Santos (1997), no estado da Bahia, cujo trabalho limitou-se à caracterização da vegetação (GOMES; ALVES, 2010). França e colaboradores (2005, 2006) apresentaram

trabalhos mais completos abordando aspectos ecológicos e de diversidade destas formações. Ainda para a Bahia (CONCEIÇÃO; GIULIETTI; MEIRELLES, 2007; NEVES; CONCEIÇÃO, 2007) desenvolveram estudos na Chapada Diamantina. Posteriormente, listas florísticas enfocaram ambientes rochosos em outros estados do nordeste brasileiro: para o estado da Paraíba, os estudos de Porto *et al.* (2008) e Tolke *et al.* (2011b), ambos realizados na mesorregião Agreste; no Ceará, o trabalho de Araújo, Oliveira e Lima – Verde (2008) e para Pernambuco, Gomes e Alves (2009; 2010), Gomes *et al.* (2011) e Gomes e Sobral–Leite (2013).

#### **2.4 Ilhas de vegetação em afloramentos rochosos**

Além de suas peculiaridades, a vegetação que se estabelece em afloramentos rochosos mostra padrões interessantes de distribuição e afinidade ao substrato. Espécies distintas são normalmente instaladas em uma camada fina de solo, formando ilhas elípticas ou alongadas variando em tamanho de alguns centímetros de diâmetro a centenas de metros quadrados de área. Estas ilhas apresentam-se cercadas pela rocha exposta com condições ambientais severas como: a escassez de solo, deficiência de nutrientes no pouco substrato existente, oscilações de alta temperatura durante o dia e irradiação intensa restringindo o estabelecimento de plantas nestas áreas (MEIRELLES; PIVELLO; JOLY, 1999; CONCEIÇÃO; PIRANI; MEIRELLES, 2007).

Comparados às ilhas oceânicas, os processos ecológicos de interação e estrutura das espécies também podem ser investigados em sistemas insulares terrestres, como aqueles encontrados em montanhas, ou ainda, em uma escala bem mais restrita, nos agregados de vegetação separados por um “oceano” representado pela rocha exposta (WISER; PEET; WHITE, 1996; CONCEIÇÃO; GIULIETTI; MEIRELLES, 2007). Estas ilhas podem se agrupar em pequenas ou grandes áreas bem delimitadas pelo substrato rochoso. Os estudos desenvolvidos na África e nos Estados Unidos enfocaram variados aspectos ecológicos, como descrição estrutural e aspectos funcionais e temporais relacionados à sucessão primária (POREMBSKI; BROWN; BARTHLOTT, 1995; CONCEIÇÃO; GIULIETTI; MEIRELLES, 2007).

Os afloramentos rochosos norte-americanos têm sido o foco de estudos detalhados, enfocando o mapeamento das comunidades presentes nas ilhas de vegetação e da análise de composição de espécies, além das relações espécie-área e padrões de sucessão (PHILLIPS,

1981; MEIRELLES; PIVELLO; JOLY, 1999). Para o Brasil, podem-se citar os trabalhos de Ribeiro e Medina (2002), no planalto do Itatiaia, Rio de Janeiro, englobando aspectos estruturais e dinâmicos das ilhas presentes nesta formação rochosa e Caiafa e Silva (2007), que estudaram a estrutura da vegetação estabelecida sobre a Serra do Brigadeiro, Minas Gerais. Para a região Nordeste, destacam-se os trabalhos de França *et al.* (2005), onde abordaram a ecologia e florística de “ilhas” estabelecidas em *inselbergs* e o de Conceição, Giulietti e Meirelles (2007), sobre os aspectos ecológicos das “ilhas” de vegetação distribuídas em dois platôs na Chapada Diamantina, ambos no estado da Bahia.

De acordo com Meirelles, Pivello e Joly (1999), os estudos relacionados às ilhas de vegetação em afloramentos rochosos ainda são incipientes no Brasil, contudo a ampla distribuição de tais formações pelo país, principalmente nas regiões Nordeste e Sudeste, oferece uma oportunidade de estudar sua composição de espécies, riqueza e diversidade, bem como a compreensão de aspectos ecológicos voltados à estrutura e distribuição das comunidades.

### 3. REFERÊNCIAS

- ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em caruaru, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 287-303, 2003.
- ALMEIDA, S. R.; WATZLAWICK, L. F.; MYSZKA, E.; VALERIO, A. F. Florística e síndromes de dispersão de um remanescente de floresta ombrófila mista em sistema faxinal. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 289–297, 2008.
- ALVES, J. J. A. Geocologia da Caatinga no semiárido do Nordeste brasileiro. **Climatologia e Estudo de Paisagem**, Guarabira, v. 2, n. 1, p. 58–71, 2007.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.
- ANDRADE, K. V. S. A.; RODAL, M. J. N.; LUCENA, M. F. A.; GOMES, A. P. S. Composição florística de um trecho do Parque Nacional do Catimbau, Buíque, Pernambuco, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 337–348, 2004.
- ANDRADE–LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, p. 149–153, 1981.
- ARAÚJO, F. S.; OLIVEIRA, R. F.; LIMA-VERDE, L. W. Composição, espectro biológico e síndromes de dispersão da vegetação de um inselbergue no domínio da caatinga, Ceará. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 4, p. 659-671, 2008.
- ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V. **Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 433p.
- BARBOSA, D. C. A.; SILVA, P. G. G.; BARBOSA, M. C. A. Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. *In*: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.) **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Fundação Joaquim Nabuco e Editora Massangana. Vol. 2, 2002. p. 609-621.

BARBOSA, M. R. V.; CASTRO, R.; ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N. Estratégias para conservação da biodiversidade e prioridades para a pesquisa científica no bioma Caatinga. *In*: ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R.V. (Eds.). **Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga**. Brasília – DF. 2005, p. 415 - 429.

BUCHER, E. H. Chaco and Caatinga - South American Arid Savannas, Woodlands and Thickets. **Ecology of Tropical Savannas**, Springer-Verlag Berlin, p. 48–79, 1982.

BURKE, A. Inselbergs in a changing world - global trends. **Diversity and Distributions**, Oxford, v. 9, p. 375-383, 2003.

BURKE, A. Island-matrix relationships in Nama Karoo inselberg landscapes. Part I: Do inselbergs provide a refuge for matrix species? **Plant Ecology**, Perth, v. 160, p. 79-90, 2002.

CAIAFA, A. N.; SILVA, A. F. Structural analysis of the vegetation on a highland granitic rock outcrop in Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 657-664, 2007.

CANEDO, S. C.; FREITAS, M. M.; SOUSA, C. A. M.; FREITAS, J. R.; AMARAL, A. F. Síndromes de dispersão em mata de galeria no parque municipal do mocambo, em patos de Minas-MG. **Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão do UNIPAM**, Patos de Minas, v. 6, p. 17-25, 2009.

CASTELLETTI, C. H. M.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Quanto ainda resta da caatinga? Uma estimativa preliminar. *In*: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. P. 719–734.

CASTRO, R.; REED, P.; SALDANHA, M.; OLSEN, A. Caatinga um bioma brasileiro desprotegido. *In*: **Congresso de Ecologia do Brasil**, Simpósios Biodiversidade, Unidades de Conservação, Indicadores Ambientais, Caatinga, Cerrado (Anais de Trabalhos Completos), Fortaleza - CE, p. 68, 2003.

CONCEIÇÃO, A. A.; GIULIETTI, A. M.; MEIRELLES, S. T. Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 21, p. 335-347, 2007.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R.; MEIRELLES, S. T. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of “Chapada Diamantina”, Northeast Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 641-656, 2007.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 13-23, 2006.

FRANÇA, F.; MELO, E.; GONÇALVES, J. M. Aspectos da diversidade da vegetação no topo de um inselbergue no semiárido da Bahia, Brasil. **Sitientibus, Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 6, n. 1, p. 30-35, 2006.

FRANÇA, F.; MELO, E.; SANTOS, A. K. A.; MELO, J. G. A. N.; MARQUES, M.; SILVA-FILHO, M. F. B.; MORAES, L.; MACHADO, C. Estudos ecológico e florístico em ilhas de vegetação de um inselberg no semiárido da Bahia, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 93-101, 2005.

FRANÇA, F.; MELO, E.; SANTOS, C. C. Flora de inselbergs da região de Milagres, Bahia, Brasil: Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs. **Sitientibus, Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, n. 17, p. 163–184, 1997.

GIEHL, E. L. H.; ATHAYDE, E. A.; BUDKE, J. C.; GESING, J. P. A.; EINSIGER, S. M.; CANTO-DOROW, T. S. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 137-145, 2007.

GIULIETTI, A. M.; BOCAGE-NETA, A. L.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. *In*: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004, p. 48–78.

GOMES, P.; ALVES, M. Floristic and vegetational aspects of an inselberg in the semi-arid region of Northeast Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 66, n. 2, p. 329–346, 2009.

GOMES, P.; ALVES, M. Floristic diversity of two crystalline rocky outcrops in the Brazilian northeast semi-arid region. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 661-676, 2010.

GOMES, P.; COSTA, K. C. C.; RODAL, M. J. N.; ALVES, M. Checklist of Angiosperms from the Pedra Furada Municipal Park, northeastern Brazil. **Check List**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 173–181, 2011.

GOMES, P.; SOBRAL-LEITE, M. Crystalline rock outcrops in the Atlantic Forest of northeastern Brazil: vascular flora, biological spectrum, and invasive species. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 111–123, 2013.

GRIZ, L. M. S.; MACHADO, I. C. S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 17, p. 303-321, 2001.

GRIZ, L. M. S.; MACHADO, I. C. S.; TABARELLI, M. Ecologia de dispersão de sementes: progressos e perspectivas. *In*: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Orgs.). **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Fundação Joaquim Nabuco e Editora Massangana. Vol. 2, 2002. p. 597-608.

GRÖGER, A.; HUBER, O. Rock outcrop habitats in the Venezuelan Guayana lowlands: their main vegetation types and floristic components. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.30, n.4, p.599-609, 2007.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of Seed Dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 13 p. 201-228, 1982.

HUGHES, L.; DUNLOP, M.; FRENCH, K.; LEISHMAN, M. R.; RICE, B.; RODGERSON, L.; WESTOBY, M. Predicting dispersal spectra: a minimal set of hypotheses based on plant attributes. **Journal of Ecology**, London, v. 82, n. 4, p. 933-950, 1994.

HUNTER, J. T. Persistence on inselbergs: the role of obligate seeders and resprouters. **Journal of Biogeography**, Sydney, v. 30, p. 497-510, 2003.

KINOSHITA, L. S.; TORRES, R. B.; FORNI-MARTINS, E. R.; SPINELLI, T.; AHN, Y. J.; CONSTÂNCIO, S. S. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da

mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 313-327, 2006.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JR., T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 140-146, 2005.

LIMA, J. R.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N.; ARAÚJO, F. S. Composição florística da floresta estacional decídua Montana de Serra das Almas, CE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 756-763, 2009.

MABESSONE, J. M. **Panorama Geomorfológico do Nordeste Brasileiro**. Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 2–16, 1978.

MEDINA, B. M. O.; FERNANDES, G. W. The potential of natural regeneration of rocky outcrop vegetation on rupestrian field soils in “Serra do Cipó”, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 665-678, 2007.

MEDINA, B. M. O.; RIBEIRO, K. T.; SCARANO, F. R. Plant–Plant and Plant–Topography Interactions on a Rock Outcrop at High Altitude in Southeastern Brazil. **Biotropica**, Washington, v. 38, n. 1, p. 27–34, 2006.

MEIRELES, S. T.; PIVELLO, V. R.; JOLY, C. A. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. **Environmental Conservation**, London, v. 1, p. 10-20, 1999.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em: 09 Set. 2013.

MORAES, A. O.; MELO, E.; AGRA, M. F.; FRANÇA, F. A família Solanaceae nos “Inselbergs” do semi-árido da Bahia, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 64, n.2, p. 109-122, 2009.

NEVES, S. P. S.; CONCEIÇÃO, A. A. Vegetação em afloramentos rochosos na serra do Sincorá, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Sitientibus, Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 7, n. 1, p. 36–45, 2007.

NOGUCHI, D. K.; NUNES, G. P.; SARTORI, A. L. B. Florística e síndromes de dispersão de espécies arbóreas em remanescentes de Chaco de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 2, p. 353-365, 2009.

OLIVEIRA, L. S. B.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; LIMA, A. S.; CARDOSO, M. O.; SILVA, V. F. Classificação sucessional e síndromes de dispersão em um remanescente de floresta atlântica, Moreno-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 3, p. 502-507, 2011.

OLIVEIRA, R. B.; GODOY, S. A. P. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 7, p. 37-47, 2007.

OLIVEIRA, T. D.; RIBEIRO, M. C.; COSTA, I. L. L.; FARIA, F. S.; FIGUEIRA, J. E. C. Estabelecimento de espécies vegetais em um inselberg granítico de Mata Atlântica. **Revista Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 26, p. 17-24, 2004.

PARMENTIER, I. Study of the vegetation composition in three inselbergs from continental Equatorial Guinea (Western Central Africa): effects of site, soil factors and position relative to forest fringe. **Belgian Journal of Botany**, Bruxelles, v. 136, n. 1, p. 63-72, 2003.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; PRADO, D. E.; PENDRY, C. A.; PELL, S. K.; BUTTERWORTH, C. A. Historical climate change and speciation: Neotropical seasonally dry forest plants show patterns of both Tertiary and Quaternary diversification. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v. 359, n. 1443, p. 515–537, 2004.

PENNINGTON, R. T.; PRADO, D. E.; PENDRY, C. A. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography**, Paris, v. 27, n. 2, p. 261–273, 2000.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; BARBOSA, M. R. V.; SAMPAIO, E. V. S. B. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no agreste paraibano. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 16, p. 357-369, 2002.

PHILLIPS, D. L. Succession in Granite Outcrop Shrub-tree Communities. **American Midland Naturalist**, Notre Dame, v. 106, n. 2, p. 313-317, 1981.

- POREMBSKI, S. The invasibility of tropical granite outcrops (inselbergs) by exotic weeds. **Journal of the Royal Society of Western Australia**, Sydney, v. 83, p.131-137, 2000.
- POREMBSKI, S. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, p. 579-586, 2007.
- POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. Granitic and gnaissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. **Plant Ecology**, Perth, v. 151, p. 19-28, 2000.
- POREMBSKI, S.; BROWN, G.; BARTHLOTT, W. A species-poor tropical sedge community: *Afrotrilepis pilosa* mats on inselbergs in West Africa. **Nordic Journal of Botany**, Estocolmo, v. 16, n. 3, p. 239–245, 1996.
- POREMBSKI, S.; BROWN, G.; BARTHLOTT, W. An inverted latitudinal gradient of plant diversity in shallow depressions on Ivorian inselbergs. **Kluwer Academic Publishers**, Norwell, v. 117, p. 151-163, 1995.
- POREMBSKI, S.; MARTINELLI, G.; OHLEMÜLLER, R.; BARTHLOTT, W. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. **Diversity and Distributions**, Oxford, v. 4, p. 107-119, 1998.
- PORTO, P. A. F.; ALMEIDA, A.; PESSOA, W. J.; TROVÃO, D.; FELIX, L. P. Composição florística de um inselbergue no agreste paraibano, município de esperança, nordeste do Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 214–223, 2008.
- PRADO, D. E. As Caatingas da América do sul. *In*: LEA, I. R; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da (Ed.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p. 3–73.
- PRADO, F. M. V.; NOJOSA, D. M. B.; FILHO, N. M. G.; LEITE, M. J. B. Mastofauna de duas áreas sob manejo florestal na Caatinga. *In*: Gariglio, M. A.; Sampaio, E. V. S. B.; Cestaro, L. A.; Kageyama, P. Y. (Eds.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2010, p. 331 – 345.

RIBEIRO, K. T.; MEDINA, B. M. O. Estrutura, dinâmica e biogeografia das ilhas de vegetação sobre rocha do Planalto do Itatiaia, RJ. **Boletim do Parque Nacional do Itatiaia**, Rio de Janeiro, n. 10, p. 11-82, 2002.

RIBEIRO, K. T.; MEDINA, B. M. O.; SCARANO, F. R. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n.4, p. 623-639, 2007.

RODAL, M. J. N.; NASCIMENTO, L. M.; MELO, A. L. Composição florística de um trecho de vegetação arbustiva caducifólia, no município de Ibimirim, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 15-28, 1999.

RONDON-NETO, R. M.; WATZLAWICK, L. F.; CALDEIRA, M. V. W. Diversidade florística e síndromes de dispersão de diásporos das espécies arbóreas de um fragmento de floresta ombrófila mista. **Revista de Ciências Exatas e Naturais**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 209–216, 2001.

SAMPAIO, E. V. S. B. Caracterização do bioma Caatinga. *In*: GARIGLIO, M. A.; SANTOS, L. G. R.; GRIFFO, C. L. S.; SILVA, A. G. Estrutura da vegetação arbustivo-herbácea de um afloramento rochoso da ilha de Vitória, Espírito Santo, sudeste do Brasil. **Natureza Online**, Santa Teresa, v. 8, n. 1, p. 14-23, 2010.

SANTOS, L. G. R.; GRIFFO, C. L. S.; SILVA, A. G. Estrutura da vegetação arbustivo-herbácea de um afloramento rochoso da ilha de Vitória, Espírito Santo, Sudeste do Brasil. **Natureza on line**, Santa Teresa, v. 8, n. 1, p. 14-23, 2010.

SANTOS, P. R. G. **A vegetação em afloramentos rochosos no semi-árido: diversidade e respostas ao ambiente**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2009. 71 p.

SARTHOU, C.; VILLIERS, J. F. Epilithic plant communities on inselbergs in French Guiana. **Journal of Vegetation Science**, Paris, v. 9, n. 6, p. 847-860, 1998.

SCARANO, F. R. Rocky outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 561-568, 2007.

SCARANO, F. R. Structure, Function and Floristic Relationships of Plant Communities in Stressful Habitats Marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, Oxford, v. 90, n. 4, p. 517-524, 2002.

SCHULTZ, M.; POREMBSKI, S.; BÜDEL, B. Diversity of Rock-Inhabiting Cyanobacterial Lichens: Studies on Granite Inselbergs along the Orinoco and in Guyana. **Plant Biology**, East Lansing, v. 2, n. 4, p. 482–495, 2000.

SILVA, E. C. A.; LOPES, I. S.; SILVA, J. L. Composição florística de um fragmento de caatinga do município de Itapetim, Pernambuco. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 8, n. 4, p. 1-5, 2012.

SILVA, J. M. C.; OREN, D. C. Geographic variation and conservation of the Moustached Woodcreeper *Xiphocolaptes falcirostris*, an endemic and threatened species of north-eastern Brazil. **Bird Conservation International**, Cambridge, v. 7, n. 3, p. 263-274, 1997.

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 Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 1040-1047, 2009.

SOUZA, P. F.; SIQUEIRA, T. C.; MARTINS, R. L. Plantas daninhas em ilhas de vegetação em processo de regeneração natural. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 745-750, 2011.

SPINA, A. P.; FERREIRA, W. M.; LEITÃO-FILHO, H. F. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 349-368, 2001.

STEFANELLO, D.; IVANAUSKAS, N. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, E.; KUNZ, S. H. Síndromes de dispersão de diásporos das espécies de trechos de vegetação ciliar do rio das Pacas, Querência – MT. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 141–150, 2010.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 777-796.

TABARELLI, M.; VICENTE, A.; BARBOSA, D. C. A. Variation of seed dispersal spectrum of woody plants across a rainfall gradient in north-eastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 53, p. 197–210, 2003.

TÖLKE, E. E. A. D.; PEREIRA, A. R. L.; SILVA, J. B.; MELO, J. I. M. *Passiflora luetzelburgii* Harms (Passifloraceae): Nova ocorrência para o estado da Paraíba, Brasil. **Rojasiana**, Asunción, v. 10, p. 21- 28, 2011a.

TÖLKE, E. E. A. D.; SILVA, J. B.; PEREIRA, A. R. L.; MELO, J. I. M. Flora vascular de um inselbergue no estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 24, n. 4, p. 39-48, 2011b.

TWIDALE, C. R. A Contribution to the General Theory of Domed Inselbergs: Conclusions Derived from Observations in South Australia. **Wiley and The Royal Geographical Society**, Adelaide, v. 34, p. 91-113, 1964.

VAN der PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. New York: Springer Verlag, 1982. 162p.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. 123p.

VICENTE, A.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M. Variação no modo de dispersão de espécies lenhosas em um gradiente de precipitação entre floresta seca e úmida no Nordeste do Brasil. *In*: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 565-592.

WILLSON, M. F.; TRAVESET, A. The ecology of seed dispersal. *In*: M. FENNER (Ed.), **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. 2. Ed. CABI, Wallingford, 2000, cap. 4. p. 85-102.

WISER, S. K.; PEET, R. K.; WHITE, P. S. High-Elevation Rock Outcrop Vegetation of the Southern Appalachian Mountains. **Journal of Vegetation Science**, Paris, v. 7, n. 5, p. 703-722, 1996.

## CAPÍTULO I

Manuscrito a ser encaminhado à “**Revista de Biología Tropical**”

### **COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E SÍNDROMES DE DISPERSÃO EM UM AFLORAMENTO ROCHOSO NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO**

[elainne.bio@gmail.com](mailto:elainne.bio@gmail.com)

[defarialopes@gmail.com](mailto:defarialopes@gmail.com)

[tournefort@gmail.com](mailto:tournefort@gmail.com)

## **Composição florística e síndromes de dispersão em um afloramento rochoso no semiárido do nordeste brasileiro**

Elainne Cristina Silva Costa<sup>1</sup>, Sérgio de Faria Lopes<sup>2</sup> & José Iranildo Miranda de Melo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Parte da dissertação de Mestrado da primeira autora, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba, Av. das Baraúnas, 351, Bairro Universitário, CEP 58429-500 Campina Grande, Paraíba, Brasil; elainne.bio@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Estadual da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Av. das Baraúnas, 351, Bairro Universitário, CEP 58429-500 Campina Grande, Paraíba, Brasil; defarialopes@gmail.com, tournefort@gmail.com

**Resumo: Composição florística e síndromes de dispersão em um afloramento rochoso no semiárido do nordeste brasileiro.** Este estudo consiste em um levantamento florístico de um afloramento granítico-gnaíssico com o objetivo de ampliar o conhecimento sobre a diversidade vegetal em afloramentos da região semiárida do Brasil por meio de uma análise de similaridade florística e detecção das síndromes de dispersão das espécies amostradas. Os trabalhos de campo abrangeram 12 meses com excursões para coleta e observação ‘*in loco*’ do material botânico. Foram registradas 161 espécies pertencentes a 127 gêneros e 50 famílias de angiospermas. Fabaceae, Asteraceae e Convolvulaceae foram as famílias mais representativas em número de espécies. *Allophylus quercifolius* (Mart.) Radlk. (Capparaceae) e *Lafoensia pacari* A. St.-Hil. (Lythraceae) representam novas ocorrências para o Estado da Paraíba. A síndrome autocórica foi a mais representativa, com 51,5% das espécies registradas. A anemocoria foi a segunda síndrome mais representativa, com 26,7% das espécies e por fim a zoocoria representando 22,3% das espécies. O dendrograma de similaridade florística apresentou a formação de três grupos bem definidos, cuja área com maior índice (J= 33,2) situa-se em uma região de Caatinga denominada Cariri paraibano, enquanto o menor índice observado (J= 5,2) foi em uma área assentada em duas unidades geomorfológicas: um

complexo cristalino e uma região planáltica, o que se deve às condições variáveis da topografia e heterogeneidade edáfica decorrentes da constituição geológica da região. Estes resultados demonstram que em afloramentos rochosos as síndromes abióticas representam uma dispersão eficaz de seus diásporos favorecendo a dinâmica de colonização das espécies.

**Palavras-chave:** inselbergs, diásporos, autocoria, Paraíba.

## INTRODUÇÃO

Com ampla distribuição em áreas tropicais, os *inselbergs* apresentam uma gama de tamanhos e graus de isolamento associados aos principais biomas do globo, permitindo a realização de trabalhos experimentais, além de constituírem em excelentes oportunidades para a abordagem de diferentes tópicos relacionados à biodiversidade e conservação (Porembski & Barthlott 2000, Romer 2005).

Devido às suas características próprias, os *inselbergs* formam centros de diversidade para determinados grupos funcionais de plantas que são bem adaptados a condições ambientais extremas, onde a ocorrência de sementes adaptadas a estas condições também se torna maior nestas formações que na matriz adjacente (Hunter 2003, Porembski 2007). Sua estrutura rochosa é capaz de formar ilhas xéricas dentro de uma matriz de floresta tropical resistindo a duras condições edáficas e microclimática (Sarhou et al., 2010).

Estudos realizados em afloramentos do semiárido brasileiro demonstraram que embora o clima dominante seja semiárido, pode ocorrer a formação de florestas semi-decíduas, o que caracteriza a ocorrência local de ambientes mais úmidos, favorecendo o estabelecimento de fanerófitas (França et al., 1997). De acordo com Araújo et al. (2008), a vegetação que se estabelece sobre afloramentos rochosos no semiárido apresenta uma alta riqueza de espécies, demonstrando a relevância de estudos relacionados à biologia e ecologia dessas espécies e de ações para a conservação dessas áreas (Scarano, 2007).

Mediante a ausência de grandes acúmulos de substrato, o armazenamento de água torna-se incipiente, onde boa parte é rapidamente perdida por escoamento. Em decorrência do pouco substrato e extremas condições microclimáticas, a vegetação que se estabelece nestes ambientes é muito diferente dos arredores, favorecendo até o desenvolvimento de uma vegetação efêmera (Sarhou & Villiers, 1998). As condições ambientais inerentes a estas formações rochosas são capazes de fornecer nichos para diferentes *taxa*, dependendo da vegetação circundante e pressão ambiental. Em ambientes tão severos, a presença de mecanismos dispersivos eficazes é de suma importância para o desenvolvimento e estabelecimento da plântula (Willson & Traveset, 2000).

Baseando-se na premissa de que curtas distâncias associadas às síndromes abióticas podem influenciar a composição florística em ambientes rochosos, este trabalho teve por objetivo verificar a composição, realizar a análise de similaridade florística e detectar as

síndromes de dispersão das espécies de um afloramento granítico-gnaíssico situado no trópico semiárido na região Nordeste do Brasil, o qual buscou responder às seguintes questões: a) Qual o grau de similaridade/dissimilaridade desta área com as demais áreas de ambientes rochosos já estudadas no Nordeste do Brasil?; b) As síndromes de dispersão corroboram com os padrões encontrados em afloramentos de outras regiões de clima árido ou semiárido?

## MATERIAIS E MÉTODOS

**Área de estudo:** O afloramento selecionado para este estudo situa-se no município de Pocinhos, mesorregião Agreste do Estado da Paraíba, semiárido do Nordeste brasileiro. Está inserido em uma propriedade particular de aproximadamente 55 ha, conhecida como Parque das Pedras (07°05'14" S, 36°03'56" W) e, embora se trate de uma área aberta ao turismo encontra-se visivelmente preservado (Fig. 1). O Agreste é uma das mesorregiões do Estado da Paraíba, caracterizando-se por ser uma área de transição climática onde os ventos aquecidos na zona de depressão elevam-se e resfriam-se dando origem às chuvas (Rodríguez, 2000), com índices médios anuais variando de 600 a 1000 mm (AESA, 2014). Segundo a nova classificação atualizada de Köppen–Geiger (Peel et al., 2007), o clima para esta região é caracterizado como BSH semi-árido quente, sendo que os índices pluviométricos anuais aproximam-se aos do litoral (Rodríguez, 2000). Apresenta solos bem desenvolvidos com aspectos argilosos (Oliveira & Oliveira, 2008). A vegetação desta unidade é formada por Florestas Subcaducifólia e Caducifólia, próprias das áreas de Agreste (Beltrão et al., 2005).

**Levantamento florístico:** Para o registro das espécies que ocorrem no afloramento foram feitas 16 excursões no período de Dezembro de 2012 a Novembro de 2013, consistindo em coletas mensais no período seco e quinzenais durante o período chuvoso através de caminhadas aleatórias por toda a área de estudo. Foram obtidos ramos férteis (flores e ou frutos) de indivíduos pertencentes a todos os estratos da vegetação (Figs. 2-5). Os espécimes foram processados de acordo as técnicas usuais (Judd et al., 2009) e conduzidos para herborização no Herbário Manual de Arruda Câmara (ACAM) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, Paraíba, Brasil. A identificação taxonômica foi realizada com base em literatura taxonômica, ou por comparação com espécimes identificados por especialistas pertencentes às coleções dos herbários do Estado da Paraíba (EAN, JPB) e no Herbário Virtual da Flora Brasileira (REFLORA). Os acrônimos dos herbários foram mencionados segundo Holmgren et al. (1990). Espécimes e imagens digitalizadas foram

encaminhados para confirmação e ou identificação por especialistas de diferentes grupos taxonômicos no Brasil. As exsicatas foram incorporadas ao acervo do Herbário Manuel de Arruda Câmara (ACAM). As espécies foram listadas em ordem alfabética, por família, de acordo com o *Angiosperm Phylogeny Group – APG III* (2009). A grafia dos nomes das espécies e respectivos autores foram verificados na base de dados do *Missouri Botanical Garden* (Tropicos, 2013) e na Lista de Espécies da Flora do Brasil ‘*online*’ (Forzza et al., 2014). Espécies exóticas registradas na área de estudo não foram incluídas na lista florística.

**Síndromes de dispersão:** Para a determinação das síndromes de dispersão foram coletados frutos jovens e maduros de quase todas as espécies registradas no afloramento, com exceção de *Lippia grata* Schauer (Verbenaceae), *Justicia aequilabris* (Nees) Lindau (Acanthaceae), *Mitracarpus salzmannianus* DC., *Staelia virgata* (Link ex Roem. & Schult.) K. Schum. (Rubiaceae) e *Evolvulus ovatus* Fernald (Convolvulaceae), cujas determinações das síndromes foram realizadas por meio de literatura especializada ou com auxílio de especialista. Para as demais espécies, as síndromes foram classificadas de acordo com o trabalho de Van der Pijl (1972) sendo agrupadas em três categorias: I – Anemocóricas: quando os diásporos apresentaram algum tipo de apêndice com alas, plumas ou em forma de poeira; II – Zoocóricas: quando apresentaram algum elemento atrativo como, por exemplo, cores fortes e/ou fontes alimentares em seus diásporos, e também aqueles com estruturas adesivas na forma de ganchos, cerdas, mucilagem ou espinhos; III – Autocóricas: quando os diásporos não apresentaram nenhuma característica que permitisse sua classificação nas duas categorias anteriores.

De acordo com Van der Pijl (1972), a dispersão autocórica pode ocorrer por duas formas principais; uma ativa, quando a planta expele os diásporos por ação balística associada à deiscência do fruto e passiva, quando os mesmos são carreados pela movimentação do sedimento ou por pequenos animais. Nesta última foram agrupadas as espécies com dispersão explosiva ou por gravidade (barocóricas). Das espécies registradas na área, duas não tiveram suas síndromes de dispersões identificadas, devido à ausência de material frutífero ou com frutos ainda imaturos. Todos os frutos coletados na área de estudo foram classificados de acordo com Spjut (1994), e para as espécies que não frutificaram durante os trabalhos de campo a classificação foi determinada com base na literatura específica e auxílio de especialista.

**Análise de similaridade:** Para o cálculo da similaridade florística, inicialmente confeccionou-se uma tabela composta pela compilação de 12 trabalhos de cunho florístico

através do uso do software Excel versão 7.0, gerando-se uma matriz binária de presença/ausência de todos os elementos identificados no nível de espécie. Os trabalhos selecionados incluíram ambientes rochosos inseridos em áreas de Caatinga de estados da porção setentrional e meridional da região Nordeste do Brasil: A1 – Presente estudo; A2 – Gomes et al. (2011), Parque Municipal da Pedra Furada, Venturosa Pernambuco; A3 – Porto et al. (2008), município de Esperança, mesorregião Agreste da Paraíba; A4 – Araújo et al. (2008), município de Quixadá, Ceará; A5 – França et al. (2005), Feira de Santana, Bahia; A6 – Tölke et al. (2011), Puxinanã, Paraíba; A7 – Gomes & Alves (2009), Pedra Antonio Bezerra, Pernambuco; A8 – Machado-Filho (2012); A9 - Lima (2012) Boa Vista, Paraíba; A10 – Araújo et al. (2005), Reserva Serra das Almas, Ceará; A11 – Barbosa et al. (2005), Curimataú Oriental, Paraíba; A12 - Araújo et al. (Inéd. 2013), Puxinanã, Paraíba.

Para evitar repetições e sinonímias foi consultada a nomenclatura vigente de cada espécie. O dendrograma foi obtido no software Primer 6.0 utilizando-se o índice de Jaccard, com base no método *Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages* (UPGMA).

## RESULTADOS

**Florística:** Na área de estudo foram registradas 161 espécies pertencentes a 127 gêneros e 50 famílias de Angiospermas (Tabela 1). Dentre as espécies, cinco foram identificadas até o nível genérico. As famílias com maior representatividade foram Fabaceae (24 spp.), seguida por Asteraceae e Convolvulaceae, com 12 e 11 espécies respectivamente; correspondendo juntas a 29% do total das espécies registradas. *Allophylus quercifolius* (Mart.) Radlk (Sapindaceae) e *Lafoensia pacari* A. St.-Hil. (Lythraceae) (Fig. 3 E) constituem novas ocorrências para o estado da Paraíba. Referindo-se às monocotiledôneas, merecem destaque as família Bromeliaceae, representada por sete espécies e cinco gêneros, sendo *Tillandsia* o mais representativo, com três espécies e Orchidaceae, representada por cinco espécies e três gêneros, sendo *Cyrtopodium* o mais bem representado para a família, com duas espécies. Poaceae, Cyperaceae e Araceae totalizaram 3,1 % do total de espécies registradas.

No que diz respeito ao hábito, o estrato herbáceo foi o mais representativo com 54% da composição total do afloramento. O componente arbustivo (15%) e o subarbustivo (12%) perfazem juntos 27% do total das espécies registradas e as trepadeiras e epífitas somam 12,5%. Foram registradas ainda três espécies de hemiparasitas pertencentes a duas famílias:

*Phoradendron affine* Pohl ex DC. e *Phoradendron piperoides* (Kunth) Trel. (Santalaceae) e *Struthanthus marginatus* (Desr.) Blume (Loranthaceae).

**Análise de similaridade:** O dendrograma de similaridade apresentou a formação de agrupamentos bem definidos e um bloco cujas áreas aparecem formando subgrupos similares entre si (Fig. 6). O primeiro grupo reúne afloramentos rochosos situados no município de Puxinanã (Araújo et al. dados não publicados – A12, Tölke et al. 2011 – A6), com índice de similaridade florística entre as áreas de  $J= 30$ . A área estudada (A1) demonstrou maior afinidade com este grupo, apresentando-se no dendrograma como subgrupo deste. Esta relação florística pode ser explicada pelo fato que todos os trabalhos foram desenvolvidos em áreas geograficamente próximas entre si. O segundo grupo formado compreende os trabalhos de Machado-Filho (2012) – A8 e Lima (2012) – A9 (ambos com dados ainda não publicados), apresentando o maior índice de similaridade ( $J = 33,2$ ), desenvolvidos em uma região denominada Cariri paraibano, situada no nordeste brasileiro. O terceiro grupo engloba os estudos de Barbosa et al. 2005 – A11, realizado no Curimataú Oriental da Paraíba e o de Gomes et al. 2011 – A2, na mesorregião Agreste do estado da Pernambuco.

Algumas áreas assentadas no domínio da Caatinga formaram subgrupos à parte dos demais. Estas áreas incluem habitats rochosos (França et al., 2005; Araújo et al., 2008; Porto et al., 2008; Gomes & Alves 2009) e um estudo desenvolvido no sertão do estado do Ceará por Araújo et al. (2005), sendo o mais dissimilar ( $J = 0,6$ ) dentre os estudos selecionados para fins de comparação com este estudo.

**Síndromes de dispersão:** No que concerne ao modo de dispersão dos diásporos (Fig. 7), os resultados evidenciaram a predominância de síndromes abióticas, onde a autocoria foi a mais representativa, perfazendo 51,5% (83 spp.) do total de espécies. Este modo de dispersão é resultado da ação de mecanismos próprios da planta, através da deiscência explosiva de frutos secos, ou por gravidade. A segunda síndrome mais representativa é a anemocoria, com 26,7% (43 spp.) das espécies registradas, seguida pela zoocoria englobando 22,3% (36 spp.). Nesta última categoria, as plantas dependem da atuação de animais para se dispersar o mais longe possível da planta mãe.

## DISCUSSÃO

**Florística:** As famílias Bromeliaceae, Poaceae e Cyperaceae são muito representativas em afloramentos da América do sul (Sarhou & Villiers, 1998), entretanto, no presente estudo Poaceae e Cyperaceae foram representadas por duas espécies cada. *Melinis minutiflora* P.Beauv (Poaceae) foi uma das espécies encontradas no afloramento, mas por se tratar de uma espécie exótica e invasora, não foi incluída na lista florística. Bromeliaceae encontra-se representada por sete espécies, sendo que os gêneros *Encholirium* e *Tillandsia* ocorrem por toda a extensão do afloramento, e este padrão de ocorrência para os gêneros supramencionados também foi observado no estudo de França et al. (2006).

Corroborando com os trabalhos de Araújo et al. (2005), Barbosa et al. (2005), Lima et al. (2009) e Santos & Melo (2010), Fabaceae foi a família mais bem representada, com 24 espécies, o que corresponde a 15 % da riqueza específica da área estudada. Considerada a mais diversificada taxonomicamente na Caatinga, esta família é a terceira maior dentre as angiospermas, cuja importância econômica a torna ainda mais conhecida (Judd et al., 2009; Silva & Melo, 2013).

Asteraceae foi a segunda família mais bem representada em número de espécies e sua distribuição cosmopolita, particularmente comuns em áreas abertas (Souza & Lorenzi, 2012) evidencia a predominância de suas espécies em fisionomias distintas representados nos trabalhos de Lima 2012 (dados não publicados), Neves & Conceição (2007) e Zappi et al. (2003).

Cactaceae, com cinco espécies, mostrou-se frequente na área de estudo, apresentando espécies de hábito herbáceo a arbórescente. Dentre as espécies encontradas, *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg merece destaque por apresentar-se ameaçada pela exploração e ou pela pressão antrópica sobre os seus habitats (Fabricante et al., 2010). Segundo esses mesmos autores, *M. zehntneri* desempenha um papel ecológico muito importante no processo sucessional, sendo capaz de colonizar ambientes xéricos e torná-los menos inóspitos.

No que se refere ao hábito, o componente arbóreo foi o menos representativo, compreendendo 9% do total e, nesse sentido, Caiafa & Silva (2007) e Safford & Martinelli (2000) observam que alguns afloramentos apresentam fraturas na rocha pouco profundas formando microambientes caracterizados pelo acúmulo de 5 a 12 cm de solo limitando o desenvolvimento deste estrato.

**Análise de similaridade:** No dendrograma, o maior índice verificado foi entre as áreas estudadas por Machado-Filho (2012) e Lima (2012), ambas assentadas na Área de Proteção Ambiental (APA) do Cariri, semiárido do estado da Paraíba, Brasil. Esta relação tão próxima já era esperada, haja vista que os estudos foram desenvolvidos em uma mesma área geográfica situada entre os municípios de Cabaceiras e Boa Vista, Paraíba, cujas condições edafoclimáticas são muito similares, onde inclusive predominam afloramentos rochosos.

Os estudos desenvolvidos em ambientes rochosos assentados no município de Puxinanã, mesorregião do Agreste da Paraíba (Tölke et al., 2011; Araújo et al., 2013) demonstraram uma relação florística mais estreita ( $J= 31$ ) entre si que com a área estudada ( $J=19$ ). No entanto, esperava-se que por se tratar de áreas próximas geograficamente o índice de similaridade entre as mesmas seria maior que o registrado (Kunz et al., 2009; Oliveira & Nelson, 2001). Esta dissimilaridade pode ser explicada, em parte, pelo registro de espécies que ocorreram apenas neste estudo: *Chloroleucon dumosum* (Benth.) G.P.Lewis, *Cuphea impatientifolia* A. St.- Hil., *Helicteres eichleri* K. Schum., *Jacquemontia corymbulosa* Benth. e *Ximena americana* L.

As áreas estudadas por Barbosa et al. (2005) e Gomes et al. (2011) formaram um subgrupo com similaridade de  $J= 20$ , ambas situadas no Agreste dos estados da Paraíba e Pernambuco respectivamente, apresentando condições climáticas com chuvas irregulares variando de 664 mm a 1054 mm e frequência de formações rochosas similares. As famílias mais representativas nas duas áreas foram Fabaceae e Euphorbiaceae, comuns em áreas de caatinga (Sátiro & Roque, 2008; Cardoso & Queiroz, 2007), corroborando os resultados verificados na área ora estudada.

As demais áreas apresentaram valores de similaridade baixos ( $J < 20$ ), em especial o estudo de Araújo et al. (2005), realizado na Reserva Natural Serra das Almas, CE, onde foram exploradas três distintas fisionomias (carrasco, mata seca e caatinga *sensu stricto*) contemplando áreas de vegetação arbustiva densa a arbóreo-arbustiva decídua espinhosa, com uma dissimilaridade entre a flora da matriz circundante e à flora que se estabelece sobre afloramentos rochosos (Burke, 2002). Esta vegetação provavelmente é severamente influenciada por aspectos ambientais rigorosos, exigindo uma maior adaptação dos indivíduos ali presentes, o que contribuiu para esta dissimilaridade (Porembsky & Barthlott, 2000).

**Síndromes de dispersão:** Espécies como *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. e *Cnidoscylus urens* (L.) Arthur - Euphorbiaceae – registradas neste estudo, possuem mecanismo de

autocoria passiva (Leal 2003). De acordo com a mesma autora, as sementes liberadas por gravidade podem secundariamente ser carreadas por formigas para outras áreas. *Sapium argutum* (Müll. Arg.) Huber (Euphorbiaceae) apresenta sementes volumosas de cores vivas e embora não seja citada no estudo acima, é possível que suas sementes também apresentem autocoria passiva, seja por dispersão realizada por formigas ou mesmo por carreamento de sedimento ao longo do afloramento.

A síndrome anemocórica inclui 26,7% do total de espécies registradas, corroborando os dados expostos pela literatura consultada, onde áreas de maior exposição com baixos níveis hídricos apresentam predominância de vetores abióticos (Butler et al., 2007; Barbosa et al., 2002; Griz & Machado, 2001; Machado et al., 1997). Van der Pijl (1972) destaca que os táxons com dispersão pelo vento apresentam diversas estruturas que facilitam sua propagação e para as espécies anemocóricas coletadas na área de estudo, sementes aladas e plumosas foram as mais registradas.

A aridez microclimática dessas ilhas rochosas em relação ao entorno, refletem a predominância das síndromes abióticas, pois representam habitats sob maior exposição aos ventos e à insolação (Araújo et al., 2008). A síndrome zoocórica totalizou 22,3%, sendo que a maioria das espécies enquadradas nesta categoria foi coletada em áreas úmidas no entorno do afloramento estudado. Estas condições refletem o que foi verificado no estudo de Silva & Rodal (2009), após a detecção das síndromes de dispersão em três áreas com diferentes regimes de pluviosidade no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, podendo-se inferir que existe uma mudança gradual no espectro de dispersão de áreas úmidas, onde predominam espécies com síndromes zoocóricas.

Desse modo, a realização de levantamentos florísticos associados a aspectos ecológicos como o reconhecimento das síndromes propicia uma melhor compreensão da dinâmica de colonização das espécies, principalmente, no que concerne à vegetação da Caatinga no Nordeste do Brasil, e os resultados obtidos neste estudo comparados aos demais desta natureza (Araújo et al., 2008; Barbosa et al., 2002; Lima, 2012; Silva & Rodal, 2009) demonstram que as síndromes abióticas (anemocoria ou autocoria) são predominantes em afloramentos e florestas secas, corroborando os padrões encontrados em afloramentos de outras regiões de clima árido ou semiárido. As condições edafoclimáticas semelhantes são as que melhor explicam a similaridade florística entre as áreas comparadas, em especial aquelas mais próximas entre si (fig.7). A combinação de curtas distâncias e predominância de

síndromes abióticas sugere esta afinidade na composição florística, como observado nos trabalhos de Machado-Filho (2011) e Lima (2012).

#### AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba (PPGEC/UEPB) pela oportunidade em realizar este trabalho. À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de mestrado. Aos especialistas MS. Jefferson Maciel e Dr. Carlos Alberto Garcia (UFCG), pela determinação das espécies de Poaceae; à Dr<sup>a</sup>. Teresa Buriel, pela identificação das espécies de Convolvulaceae e a Amanda Coelho, pela determinação das espécies de Cactaceae. J.I.M. Melo agradece ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) a bolsa de Produtividade em Pesquisa (PQ-2 Proc. n. 302751/2012-2).

#### RESÚMEN

Este estudio consiste en un relevamiento florístico de un afloramiento granítico-gnaissico ubicado en la región semiárida del nordeste de Brasil, con el objetivo de ampliar el conocimiento sobre la diversidad vegetal en afloramientos haciendo un análisis de suya similitud con la de otros afloramientos rocosos de la región nordeste y detectando las síndromes de dispersión de las especies halladas. Los trabajos de campo totalizaran 12 meses, con viajes de recolección y observación ‘*in loco*’ de los materiales vegetales. Ramas fértiles fueron secas y incorporadas al Herbario Manuel de Arruda Câmara (ACAM). Para el área de estudio fueron registradas 161 especies pertenecientes a 127 géneros y 50 familias de angiospermas. Fabaceae, Asteraceae y Convolvulaceae fueron las más representativas en número de especies. *Allophylus quercifolius* (Mart.) Radlk. (Capparaceae) y *Lafoensia pacari* A.St.-Hil. (Lythraceae) constituyen nuevas citas para el estado de Paraíba. El síndrome autocórica fue la más representativa, con 51% de las especies registradas; la anemocoria fue la englobando 27,7% de las especies y la zoocoría incluyó 22,3% de las especies. El dendrograma de similitud florística presentó la formación de tres grupos muy bien definidos, cuya área con mayor índice (J= 33,2) está ubicada en una región de Caatinga denominada Cariri paraibano, mientras el menor índice observado (J= 5,2) fue en un área ubicado en dos

unidades geomorfológicas: un complejo cristalino y una región de planalto, lo que se lo debe a las condiciones variables de la topografía y heterogeneidad edáfica decurrentes de la constitución geológica de la región. Estos resultados demuestran que en afloramientos rocosos los síndromes abióticos representan una dispersión eficaz de sus diásporas; favoreciendo la dinámica de colonización de especies.

**Palabras clave:** inselberg, diásporas, florística, síndromes de dispersión.

## REFERÊNCIAS

- AESA- Agência Executiva de gestão das águas do estado da Paraíba. 2014. Geoportal. Disponível em <http://www.aesa.pb.gov.br>.
- Alves, J. J. A., Araújo, M. A. & Nascimento, S. S. (2009). Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. *Revista Caatinga*, 22, 126-135.
- Araújo, F. S., Costa, R. C., Figueiredo, M. A. & Nunes, E. P. (2005). Vegetação e flora fanerogâmica da área Reserva Serra das Almas, Ceará. In F. S. Araújo, Rodal, M. J. N. & Barbosa, M. R. V. (Eds.), *Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga* (p p. 91-119). Recife: Ministério do Meio Ambiente.
- Araújo, F. S., Oliveira, R. F. & Lima-Verde, L. W. (2008). Composição, espectro biológico e síndromes de dispersão da vegetação de um inselbergue no domínio da caatinga, Ceará. *Rodriguésia*, 59, 659-671.
- Barbosa, D. C. A., Silva, P. G. G. & Barbosa, M.C.A. 2002. Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. In Tabarelli, M.; Silva, J.M.C. (eds.), *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco* (pp. 609-621). Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Fundação Joaquim Nabuco e Editora Massangana.
- Barbosa, M. R. V., R. B. Lima, M. F. Agra, J. P. Cunha & M. C. R. Pessoa. (2005). Vegetação e flora fanerogâmica do Curimataú, Paraíba. In F. S. Araújo, M. J. N. Rodal & M. R.V. Barbosa (Eds.), *Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga* (pp. 122-138). Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

- Beltrão, B. A., F. Morais, J. C. Mascarenhas, J. L. F. Miranda, L. C. S. Junior & V. A. Mendes. 2005. *Diagnóstico do município de Pocinhos. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea Estado da Paraíba* (pp. 2–4). Recife: CPRM/PRODEEM.
- Burke, A., 2002. Island–matrix relationships in Nama Karoo inselberg landscapes. Part I: Do inselbergs provide a refuge for matrix species? *Plant Ecology*, 160, 79–90.
- Butler, D. W., R. J. Green, D. Lamb, W. J. F. McDonald & P. I. Forster. 2007. Biogeography of seed-dispersal syndromes, life-forms and seed sizes among woody rain-forest plants in Australia's subtropics. *Journal of Biogeography*, 34, 1736–1750.
- Caiafa, A. N. & A. F. Silva. 2007. Structural analysis of the vegetation on a highland granitic rock outcrop in Southeast Brazil. *Revista brasileira de botânica*, 30, 657-664.
- Cardoso, D. B. O. S. & Queiroz, L. P. 2007. Diversidade de Leguminosae nas caatingas de Tucano, Bahia: implicações para a fitogeografia do semi-árido do nordeste do Brasil. *Rodriguésia*, 58, 379-391.
- Castelletti, C. H. M., Santos, A. M. M., Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. 2003. Quanto ainda resta da Caatinga? uma estimativa preliminar. In Leal, I. R.; Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. (Eds.) *Ecologia e Conservação da Caatinga*. (pp. 719-732). Recife: Ed. Universitária da UFPE.
- Fabricante, J. R., L. A. Andrade & F. J. Marques. 2010. Caracterização populacional de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg (Cactaceae) ocorrente em um inselbergue da Caatinga paraibana. *Biotemas*, 23, 61-67.
- Forzza, R. C., J. R. Stehmann, M. Nadruz, F. L. R. Filardi, A. Costa, A. A. Carvalho-Junior, A. L. Peixoto & B. M. T. Walter (Orgs.). 2014. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>.
- França, F., E. Melo & C. C. Santos. 1997. Flora de inselbergs da Região dos milagres, Bahia, Brasil: Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs. *Sitientibus*, 17, 163-184.

- França, F., E. Melo, A. K. A. Santos, J. G. A. N. Melo, M. Marques, M. F. B. Silva-Filho, L. Moraes & C. Machado. 2005. Estudos ecológico e florístico em ilhas de vegetação de um inselberg no semiárido da Bahia, Brasil. *Hoehnea*, 32, 93-101.
- Gomes, P. & M. Alves. 2009. Floristic and vegetational aspects of an inselberg in the semi-arid region of Northeast Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*, 66, 329– 346.
- Gomes, P., K. C. Costa, M. J. N. Rodal & M. Alves. 2011. Checklist of Angiosperms from the Pedra Furada Municipal Park, northeastern Brazil. *Check List*, 7, 173–181.
- Griz, L. M. S. & I. C. S. Machado. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17, 303-321.
- Holmgren, P. K., N. H. Holmgren & L. C. Barnett. 1990. *Index Herbariorum*, Part I. Ed. 8. The Herbaria of the world, New York, New York Botanical Garden.
- Howe, H. F. & J. Smallwood. 1982. Ecology of Seed Dispersal. A. R. *Ecology and Systematics*, 13, 201-228.
- Hunter, J. T. 2003. Persistence on inselbergs: the role of obligate seeders and resprouters. *Journal of Biogeography*, 30, 497-510.
- Judd, W. S., C. S. Campbel, E. A Kellogg, P. F. Stevens & M. J. Donoghue. 2009. *Sistemática Vegetal: Um enfoque filogenético*. (pp. 543-562). 3. Ed. Porto Alegre, Artmed.
- Kunz, S. H., N. M. Ivanauskas, S. V. Martins, E. Silva & D. Stefanello. 2009. Análise da similaridade florística entre florestas do Alto Rio Xingu, da Bacia Amazônica e do Planalto Central. *Revista brasileira de botânica*, 32, 725-736.
- Leal, I. R. 2003. Dispersão de sementes por formigas na Caatinga. In I. R. Leal, M. Tabarelli & J. M. C. Silva (eds.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. (pp. 593-624). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Lima, E. A. (2012). *Estudo florístico da APA do Cariri, Paraíba, Brasil: Riqueza, similaridade e síndromes de dispersão* (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, Brasil.
- Lima, J.R., E. V. S. B Sampaio, M. J. N. Rodal & F. S. Araújo. 2009. Composição florística da floresta estacional decídua montana de Serra das Almas, CE, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, 23, 756-763.

- Machado, I. C. S., L. M. Barros & E. V. S. B. Sampaio. 1997. Phenology of Caatinga Species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica*, 29, 57- 68.
- Machado-Filho, H. O. (2011). *Estudo florístico de um ambiente rochosos da área de proteção ambiental (APA) do Cariri, Paraíba: Riqueza, similaridade e fitogeografia* (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, Brasil.
- Neves, S. P. S. & A. A. Conceição. 2007. Vegetação em afloramentos rochosos na serra do sincorá, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Sitientibus*, 7, 36–45.
- Oliveira, A. A., Nelson, B. W., 2001. Floristic relationships of terra firme Forest in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 146, 169-179.
- Oliveira, I. & C. Oliveira. 2008. *Paraíba: meu espaço, minha paisagem: Geografia*. Base Editora, Curitiba, Brasil.
- Peel, M. C., B. L. Finlayson & T. A. McMahon. 2007. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 4, 439–473.
- Porembski, S. & W. Barthlott. 2000. Why study Inselbergs? In Porembski, S. & W. Barthlott (eds.). *Inselbergs: biotic Diversity of Isolated Rock Outcrops in Tropical and Temperate Regions* (pp. 1-6). Springer, New York.
- Porembski, S. 2007. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. *Revista Brasileira de Botânica*, 30, 579-586.
- Porto, P. A. F., A. Almeida, W. J. Pessoa, D. Trovão & L. P. Félix. 2008. Composição florística de um inselbergue no agreste paraibano, município de Esperança, nordeste do Brasil. *Revista Caatinga*, 21, 214–223.
- Rodal, M. J. N. & M. F. Sales. 2007. Composição da flora vascular em um remanescente de floresta montana no semiárido do nordeste do Brasil. *Hoehnea*, 34, 433-446.
- Rodal, M. J. N., M. F. Sales, M. J. Silva & A. G. Silva. 2005. Flora de um Brejo de Altitude na escarpa oriental do planalto da Borborema, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 19, 843-858.
- Rodriguez, J. L. 2000. *Atlas escolar da Paraíba. Espaço geo-histórico e cultural*. 2. Ed. Grafset , João Pessoa, Paraíba.

- Romer, W. 2005. The distribution of inselbergs and their relationship to geomorphological, structural and lithological controls in Southern Zimbabwe. *Geomorphology*, 72, 156–176.
- Safford, H. D. & G. Martinelli. 2000. Southeast Brazil. In Porembski, S. & W. Barthlott (eds.). *Inselbergs: biotic Diversity of Isolated Rock Outcrops in Tropical and Temperate Regions* (pp. 339-389). Springer, New York.
- Sampaio, E. V. S. B. 2010. Características e Potencialidades. In M. A. Gariglio, E. V. S. B.; Sampaio, L. A. Cestaro & P. Y. Kageyama (Orgs.). *Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga* (pp. 29–48). Brasília: Serviço Florestal Brasileiro.
- Santos, A. C. J. & J. I. M. Melo. 2010. Flora vascular de uma área de caatinga no estado da Paraíba – Nordeste do Brasil. *Rev. Caatinga*, 23, 32-40.
- Sarthou, C. & J. F. Villiers. 1998. Epilithic plant communities on inselbergs in French Guiana. *Journal of Vegetable Science*, 9, 847-860.
- Sarthou, C., D. Larpinb, É. Fontyc, S. Pavoinéd & J. F. Ponge. 2010. Stability of plant communities along a tropical inselberg ecotone in French Guiana (South America). *Flora*, 205, 682–694.
- Sátiro, L. N. & N. Roque. 2008. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. *Acta botanica brasílica*, 22, 99-118.
- Silva, M. C. N. A. & M. J. N. Rodal. 2009. Padrões das síndromes de dispersão de plantas em áreas com diferentes graus de pluviosidade, PE, Brasil. *Acta botanica brasílica*, 23, 1040-1047.
- Silva, S. A. L. & J. I. M. Melo. 2013. A família Leguminosae Juss. em dois afloramentos rochosos no município de Puxinanã, Paraíba. *Biotemas*, 26, 23-43.
- Souza, V. C. & H. Lorenzi. 2012. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III*. 3ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Spujt, R. W. 1994. *A Systematic treatment of fruit types*. New York: The New York Botanical Garden.
- Tölke, E. E. A. D., J. B. Silva, A. R. L. Pereira & J. I. M. Melo. 2011. Flora vascular de um inselbergue no estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. *Biotemas*, 24, 39-48.

Tropicos - Missouri Botanical Garden. Disponível em [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org).

Van der Pijl, L. 1972. *Principles of dispersal in higher plants*. New York: Springer.

Willson, M. F. & A. Traveset. 2000. The ecology of seed dispersal. In: Fenner, M. (Ed.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* (pp. 85-1102). Ed. CABI, Wallingford.

Zappi, D. C., E. Lucas, B. L. Stannard, E. N. Lughadha, J. R. Pirani, L. P. Queiroz, S. Atkins, N. Hind, A. M. Giulietti, R. M. Harley, S. J. Mayo & A. M. Carvalho. 2002. Lista das plantas vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, 21, 345-398.

TABELA 1

Lista florística contendo nomes de famílias e espécies, tipos de frutos e respectivas síndromes de dispersão das espécies registradas na área de estudo, Parque das Pedras, Pocinhos, Paraíba, Brasil. Tipos de frutos: **Cáps.** = Cápsula; **Crasp.** = Craspédio; **Aqu.** = Aquênio; **Folíc.** = Folículo; **Utríc.** = Utrículo; **Drup.** = Drupa; **Sâm.** = Sâmara; **Cips.** = Cipsela; **Bag.** = Baga; **Esquizo.** = Esquizocarpo; **Leg.** = Legume; **Lom.** = Lomento; **Cariop.** = Cariopse; **Núc.** = Núcula. Síndromes de dispersão: **Auto.** = Autocoria; **Anemo.** = Anemocoria; **Zoo.** = Zoocoria. Hábito: **Herb.** = Herbáceo; **Arbór.** = Arbóreo; **Arbust.** = Arbustivo; **Subarb.** = Subarbustivo; **Trep.** = Trepadeira; **Hemipar.** = Hemiparasita. (Coletor = *E.C.S. Costa*).

Família Espécie	Tipo de fruto	Síndrome de dispersão	Hábito
Acanthaceae			
<i>Anisacanthus trilobus</i> Lindau	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Justicia aequilabris</i> (Nees) Lindau	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Ruellia asperula</i> (Mart. ex Ness) Lindau	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Ruellia bahiensis</i> (Ness) Morong	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Ruellia</i> sp.	Cáps.	Auto.	Herb.
Amaranthaceae			
<i>Froelichia humbolditana</i> (Roem. & Schult.) Seub.	Utríc.	Anemo.	Herb.
<i>Gomphrena vaga</i> Mart.	Utríc.	Anemo.	Herb.
Anacardiaceae			
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Bag.	Zoo.	Arbór.
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Bag.	Zoo.	Arbór.
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Sam.	Anemo.	Arbór.
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Bag.	Zoo.	Arbór.
Apocynaceae			
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Folíc.	Anemo.	Arbór.
<i>Mandevilla tenuifolia</i> (J.C. Mikan)	Folíc.	Anemo.	Herb.

Woodson

<i>Marsdenia caatingae</i> Morillo	Folíc.	Anemo.	Subarb.
------------------------------------	--------	--------	---------

## Araceae

<i>Anthurium affine</i> Schott	Drup.	Zoo.	Subarb.
--------------------------------	-------	------	---------

## Asparagaceae

<i>Agave sisalana</i> Perriene	Cáps.	Auto.	Subarb.
--------------------------------	-------	-------	---------

## Asteraceae

<i>Acmella uliginosa</i> (Sw.) Cass.	Cips.	Auto.	Herb.
--------------------------------------	-------	-------	-------

<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Cips.	Anemo.	Herb.
-------------------------------	-------	--------	-------

<i>Bidens pilosa</i> L.	Cips.	Anemo.	Herb.
-------------------------	-------	--------	-------

<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	Cips.	Anemo.	Herb.
-------------------------------------	-------	--------	-------

<i>Conocliniopsis prasiifolia</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	Cips.	Anemo.	Herb.
--	-------	--------	-------

<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze	Cips.	Anemo.	Herb.
------------------------------------	-------	--------	-------

<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Cips.	Anemo.	Herb.
----------------------------------	-------	--------	-------

<i>Lepidaploa chalybaea</i> (Mart. ex DC.) H. Rob.	Cips.	Auto.	Herb.
---	-------	-------	-------

<i>Pectis</i> sp.	Cips.	Auto.	Herb.
-------------------	-------	-------	-------

<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Cips.	Auto.	Herb.
-----------------------------	-------	-------	-------

<i>Tridax procumbens</i> L.	Cips.	Anemo.	Herb.
-----------------------------	-------	--------	-------

<i>Verbesina macrophylla</i> (Cass.) S.F.Blake	Cips.	Auto.	Subarb.
---	-------	-------	---------

## Begoniaceae

<i>Begonia saxicola</i> A. DC.	Cáps.	Anemo.	Herb.
--------------------------------	-------	--------	-------

## Bignoniaceae

<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Cáps.	Anemo.	Arbór.
--	-------	--------	--------

## Boraginaceae

<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	Esquizo.	Auto.	Herb.
<i>Tournefortia salzmannii</i> DC.	Drup.	Zoo.	Subarb.
<i>Varronia dardani</i> (Taroda) J.S. Mill.	Drup.	Zoo.	Subarb.
<i>Varronia globosa</i> Jacq.	Drup.	Zoo.	Subarb.

## Bromeliaceae

<i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Cáps.	Anemo.	Herb.
<i>Hohenbergia catingae</i> Ule	Bag.	Zoo.	Herb.
<i>Orthophytum disjunctum</i> L.B.Sm.	Bag.	Zoo.	Herb.
<i>Neoglaziovia variegata</i> (Arruda) Mez	Cáps.	Anemo.	Herb.
<i>Tillandsia loliacea</i> Mart. ex Schult. f.	Cáps.	Anemo.	Epíf.
<i>Tillandsia polystachia</i> (L.) L.	Cáps.	Anemo.	Epíf.
<i>Tillandsia recurvata</i> L.	Cáps.	Anemo.	Epíf.

## Burseraeae

<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Drup.	Zoo.	Arbór.
---	-------	------	--------

## Cactaceae

<i>Melocactus ernestii</i> Vaupel	Bag.	Zoo.	Herb.
<i>Melocactus zehntneri</i> (Britton & Rose) Luetzelb.	Bag.	Zoo.	Herb.
<i>Pilosocereus pachycladus</i> F.Ritter	Bag.	Zoo.	Arbust..
<i>Tacinga inamoena</i> (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy	Bag.	Zoo.	Subarb.
<i>Tacinga palmadora</i> (Britton & Rose) N.P.Taylor & Stuppy	Bag.	Zoo.	Subarb.

## Capparaceae

<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl	Cáps.	Zoo.	Arbór.
--	-------	------	--------

<i>Hemiscola aculeata</i> (L.) Raf.	Síliq.	Auto.	Herb.
<i>Neocalyptrocalyx longifolium</i> (Mart.) Cornejo & Iltis	Bag.	Zoo.	Arbór.

## Cleomaceae

<i>Physostemon guianense</i> (Aubl.) Malme	Cáps.	Zoo.	Herb.
---	-------	------	-------

## Commelinaceae

<i>Callisia filiformis</i> (M.Martens & Galeotti) D.R.Hunt	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Commelina erecta</i> L.	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Tradescantia ambigua</i> Mart.	Cáps.	Auto.	Herb.

## Convolvulaceae

<i>Evolvulus ovatus</i> Fernald	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Ipomoea bahiensis</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Cáps.	Auto.	Trep.
<i>Ipomoea brasiliana</i> (Choisy) Meisn.	Cáps.	Auto.	Trep.
<i>Ipomoea longeramosa</i> Choisy	Cáps.	Auto.	Trep.
<i>Ipomoea marcellia</i> Meisn.	Cáps.	Auto.	Trep.
<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	Cáps.	Auto.	Trep.
<i>Ipomoea setosa</i> Ker-Gawl.	Cáps.	Auto.	Trep.
<i>Jacquemontia corymbulosa</i> Benth.	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Jacquemontia evolvuloides</i> (Moric.) Meisn.	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Turbina cordata</i> (Choisy) D.F.Austin & Staples	Cáps.	-	Trep.

## Cucurbitaceae

<i>Momordica charantia</i> L.	Bag.	Zoo.	Herb.
-------------------------------	------	------	-------

## Cyperaceae

<i>Cyperus schomburgkianus</i> Nees	Aquên.	Anemo.	Herb.
<i>Pycreus macrostachyos</i> (Lam.) J. Raynal	Aquên.	Anemo.	Herb.

## Dioscoreaceae

<i>Dioscorea campestris</i> Griseb.	Cáps.	Anemo.	Trep.
-------------------------------------	-------	--------	-------

## Euphorbiaceae

<i>Cnidosculus bahianus</i> (Ule) Pax & K.Hoffm.	Cáps.	Zoo.	Subarb.
<i>Cnidosculus urens</i> (L.) Arthur	Cáps.	Zoo.	Subarb.
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	Cáps.	Auto.	Subarb.
<i>Euphorbia comosa</i> Vell.	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Euphorbia phosphorea</i> Mart.	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Cáps.	Zoo.	Arbust.
<i>Manihot carthaginensis</i> (Jacq.) Müll. Arg.	Cáps.	Auto.	Arbust.
<i>Sapium argutum</i> (Müll. Arg.) Huber	Cáps.	Auto.	Arbust.

## Fabaceae

<i>Chamaecrista calycioides</i> (DC. ex Collad.) Greene	Leg.	Auto.	Arbust.
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Leg.	Auto.	Arbust.
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G.P.Lewis	Leg.	Auto.	Arbust.
<i>Crotalaria holosericea</i> Nees & Mart.	Leg.	Anemo.	Herb.
<i>Desmodium glabrum</i> (Mill.) DC.	Lom.	Anemo.	Herb.
<i>Dioclea grandiflora</i> Mart. ex Benth	Leg.	Zoo.	Trep.
<i>Dioclea violacea</i> Mart. ex Benth	Leg.	Auto.	Trep.
<i>Enterolobium timbouva</i> Mart.	Leg.	Auto.	Arbór.

<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Leg.	Zoo.	Arbór.
<i>Inga</i> sp.	Leg.	Auto.	Arbór.
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	Leg.	Auto.	Arbór.
<i>Lonchocarpus araripensis</i> Benth.	Leg.	Anemo.	Arbór.
<i>Macroptilium</i> sp.	Leg.	Auto.	Herb.
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	Leg.	Auto.	Arbust.
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	Crasp.	Anemo.	Arbust.
<i>Mimosa paraibana</i> Barneby	Leg.	Anemo.	Arbust.
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Leg.	Auto.	Arbust.
<i>Piptadenia viridifolia</i> (Kunth) Benth.	Leg.	Anemo.	Arbust.
<i>Senna cearensis</i> Afr. Fern.	Leg.	Auto.	Arbust.
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad) H.S. Irwin & Barneby	Leg.	Auto.	Arbust.
<i>Senna martiana</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby	Leg.	Anemo.	Arbust.
<i>Senna splendida</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby	Leg.	Anemo.	Arbust.
<i>Stylosanthes viscosa</i> (L.) Sw.	Leg.	Anemo.	Herb.
<i>Zornia brasiliensis</i> Vogel	Lom.	Auto.	Herb.
Lamiaceae			
<i>Hypenia salzmännii</i> (Benth.) Harley	Núc.	-	Herb.
<i>Hyptis martiusii</i> Benth.	Esquizo.	Auto.	Herb.
Loasaceae			
<i>Aosa rupestris</i> (Gardner) Weigend	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Mentzelia aspera</i> L.	Cáps.	Auto.	Herb.

## Loranthaceae

<i>Struthanthus marginatus</i> (Desr.) Blume	Bag.	Zoo.	Hemipar.
--	------	------	----------

## Lythraceae

<i>Cuphea impatientifolia</i> A.St.- Hil.	Cáps.	Auto.	Herb.
---	-------	-------	-------

<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Cáps.	Anemo.	Arbust.
------------------------------------	-------	--------	---------

## Malpighiaceae

<i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.	Drup.	Zoo.	Arbust.
---------------------------------------	-------	------	---------

<i>Byrsonima vaccinnifolia</i> A. Juss.	Drup.	Zoo.	Arbust.
---	-------	------	---------

<i>Stigmaphyllon paralias</i> A. Juss.	Sâm.	Anemo.	Herb.
--	------	--------	-------

<i>Stigmaphyllon rotundifolium</i> A. Juss.	Sâm.	Anemo.	Herb.
---	------	--------	-------

## Malvaceae

<i>Helicteres eichleri</i> K. Schum.	Cáps.	Auto.	Arbust.
--------------------------------------	-------	-------	---------

<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	Esquizo.	Auto.	Herb.
---	----------	-------	-------

<i>Herissantia tiubae</i> (K.Schum.) Brizicky	Esquizo.	Auto.	Herb.
---	----------	-------	-------

<i>Melochia tomentosa</i> L.	Cáps.	Auto.	Herb.
------------------------------	-------	-------	-------

<i>Sida galheirensis</i> Ulbr.	Esquizo.	Auto.	Herb.
--------------------------------	----------	-------	-------

<i>Sidastrum paniculatum</i> (L.) Fryxell	Esquizo.	Auto.	Herb.
---	----------	-------	-------

<i>Waltheria brachypetala</i> Turcz.	Cáps.	Auto.	Herb.
--------------------------------------	-------	-------	-------

<i>Waltheria rotundifolia</i> Schrank	Cáps.	Auto.	Herb.
---------------------------------------	-------	-------	-------

## Melastomataceae

<i>Tibouchina heteromalla</i> (D. Don) Cogn.	Cáps.	Anemo.	Arbust.
--	-------	--------	---------

## Molluginaceae

<i>Mollugo verticilata</i> L.	Cáps.	Auto.	Herb.
-------------------------------	-------	-------	-------

## Olacaceae

<i>Ximenia americana</i> L.	Drup.	Zoo.	Arbust.
-----------------------------	-------	------	---------

## Orchidaceae

<i>Acianthera ochreatea</i> (Lindl.) Pridgeon & M. W. Chase	Cáps.	Anemo.	Herb.
<i>Cyrtopodium flavum</i> Link & Otto ex Rchb. f.	Cáps.	Anemo.	Herb.
<i>Cyrtopodium holstii</i> L.C. Menezes	Cáps.	Anemo.	Herb.
<i>Habenaria obtusa</i> Linal.	Cáps.	Anemo.	Herb.
<i>Prescottia plantaginifolia</i> Lindl. ex Hook	Cáps.	Anemo.	Herb.

## Oxalidaceae

<i>Oxalis divaricata</i> Mart. ex Zucc.	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Oxalis psoraleoides</i> Kunth	Cáps.	Auto.	Herb.

## Passifloraceae

<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.	Bag.	Zoo.	Trep.
------------------------------------	------	------	-------

## Plantaginaceae

<i>Angelonia biflora</i> Benth.	Cáps.	Zoo.	Herb.
<i>Angelonia campestris</i> Nees & Mart.	Cáps.	Zoo.	Herb.
<i>Angelonia pubescens</i> Benth.	Cáps.	Zoo.	Herb.

## Plumbaginaceae

<i>Plumbago scandens</i> L.	Cáps.	Auto.	Herb.
-----------------------------	-------	-------	-------

## Poaceae

<i>Anthaenantia lanata</i> (Kunth) Benth.	Cariop.	Anemo.	Herb.
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Cariop.	Auto.	Herb.

## Polygalaceae

<i>Asemeia violacea</i> (Aubl.) J. F. B. Pastore & J. R. Abbott	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Polygala paniculata</i> L.	Cáps.	Auto.	Herb.

## Portulacaceae

<i>Portulaca elatior</i> Mart.	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Portulaca mucronata</i> Link	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Cáps.	Auto.	Herb.
Rhamnaceae			
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Drup.	Zoo.	Arbór.
Rubiaceae			
<i>Diodella apiculata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete	Esquizo.	Auto.	Herb.
<i>Guettarda angelica</i> Mart. ex Müll. Arg.	Drup.	Zoo.	Arbust.
<i>Leptoscela ruellioides</i> Hook. f.	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Mitracarpus salzmannianus</i> DC.	Cáps.	Auto.	Herb.
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltl.) Steud.	Esquizo.	Auto.	Herb.
<i>Staelia virgata</i> (Link ex Roem. & Schult.) K. Schum.	Cáps.	Auto.	Herb.
Santalaceae			
<i>Phoradendron affine</i> Pohl ex DC.	Bag.	Zoo.	Hemipar.
<i>Phoradendron piperoides</i> (Kunth) Trel.	Bag.	Zoo.	Hemipar.
Sapindaceae			
<i>Allophylus quercifolius</i> (Mart.) Radlk.	Cáps.	Auto.	Arbust.
<i>Serjania glabrata</i> Kunth	Sâm.	Anemo.	Herb.
Scrophulariaceae			
<i>Ameroglossum</i> sp.	Cáps.	Auto.	Subarb.
Solanaceae			
<i>Solanum rhytidoandrum</i> Sendtn.	Bag.	Zoo.	Subarb.
Turneraceae			

*Turnera cearensis* Urb.

Cáps.

Auto.

Herb.

*Turnera subulata* Sm.

Cáps.

Auto.

Herb.

## Verbenaceae

*Lantana camara* L.

Bag.

Zoo.

Arbust.

*Lippia grata* Schauer

Esquizo.

Auto.

Herb.

## Vitaceae

*Cissus decidua* Lombardi

Bag.

Zoo.

Herb.

## Zygophyllaceae

*Kallstroemia tribuloides* (Mart.) Steud.

Esquizo.

Auto.

Herb.

TABELA 2

Estudos florísticos desenvolvidos na região semiárida do Nordeste brasileiro compilados na matriz de binária de presença/ausência.

Referência	Município(s)	Latitude/longitude	Área/m <sup>2</sup>	Fisionomia
Este estudo	Pocinhos – PB	07°05'14"/36°03'56"	550.000	Parque das Pedras
Gomes et al. 2011	Venturosa - PB	08°34'30"/36°52'45"	30.000	Parque Municipal da Pedra Furada
Porto et al. 2008	Esperança - PB	07°1'0.8"/35°52'50.3"	30.000	Fazenda Timbaúba
Araújo et al. 2008	Quixadá – CE	04°57'20,6"/39°01'28"	N/I	Sítio Santa Luzia
França et al. 2005	Feira de Santana – BA	12°16'18"/39°03'39"	50.000	Fazenda Jobóia
Tolke et al. 2011	Puxinanã – PB	07°08'62,1"/35°58'31,4"	15.000	N/I
Gomes & Alves 2009	Bezerros – PB	08°20'/35°50'	70.000	Pedra Antônio Bezerra
Machado-Filho 2012	Boa Vista - PB	07°12'10,3"/36°10'02,2"	70.000	APA do Cariri
Lima 2012	Boa Vista - PB	N/I	N/I	Fazenda Salambaia
Araújo et al. 2005	Ceará	05°15'/40°15'	N/I	Reserva Natural Serra das Almas
Barbosa et al. 2005	Araruna, Arara, Cacimba de Dentro, Dona Inês, Solânea e Campo de Santana - PB	06°25'/35°30'	N/I	Parque Estadual da Pedra da Boca, Fazenda Cachoeira de Capivara
Araújo et al. 2013	Puxinanã – PB	07°08'62,1"/35°58'31,4"	N/I	N/I

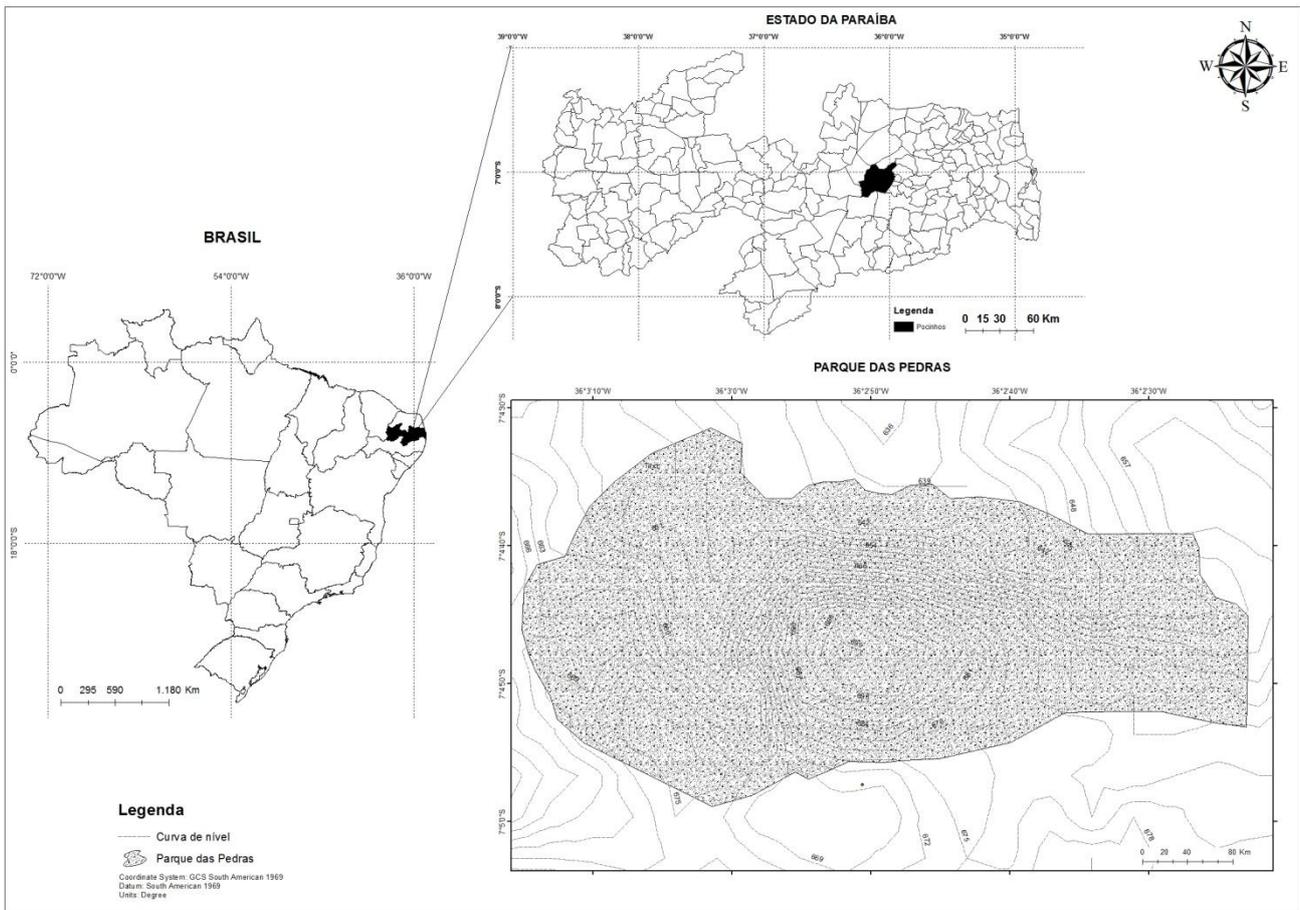


Fig. 1. Mapa de localização da área de estudo, Parque das Pedras, Pocinhos, Paraíba, Brasil.



Fig. 2. Espécies registradas no afloramento rochoso estudado: A) *Libidibia ferrea* - Fabaceae. B) *Jatropha mollissima* - Euphorbiaceae. C) *Angelonia campestris* - Plantaginaceae. D) *Cynophalla flexuosa* - Capparaceae. E) *Stigmaphyllon paralias* - Malpighiaceae. F) *Spondias tuberosa* - Anacardiaceae.



Fig. 3. Espécies registradas no afloramento rochoso estudado: A) *Cyrtopodium holstii* – Orchidaceae. B) *Mandevilla tenuifolia* – Apocynaceae. C) *Lantana camara* – Verbenaceae. D) *Tacinga inamoena* – Cactaceae. E) *Lafoensia pacari* - Lythraceae. F) *Turbina cordata* – Convolvulaceae



Fig. 4. Frutos de espécies registradas no afloramento estudado: A) *Angelonia campestris* - Plantaginaceae. B) *Erythrina velutina* – Fabaceae. C) *Neocalyptocalyx longifolium* – Capparaceae. D) *Pilosocereus pachycladus* – Cactaceae. E) *Lonchocarpus araripensis* – Fabaceae. F) *Marsdenia caatingae* – Apocynaceae.



Fig. 5. Frutos de espécies registradas no afloramento estudado: A) *Cyrtopodium holstii* – Orchidaceae. B) *Sapium argutum* – Euphorbiaceae. C) *Momordica charantia* – Cucurbitaceae. D) *Jatropha mollissima* - Euphorbiaceae. E) *Dioscorea campestris* – Dioscoreaceae. F) *Aspidosperma pyriforme* – Apocynaceae.

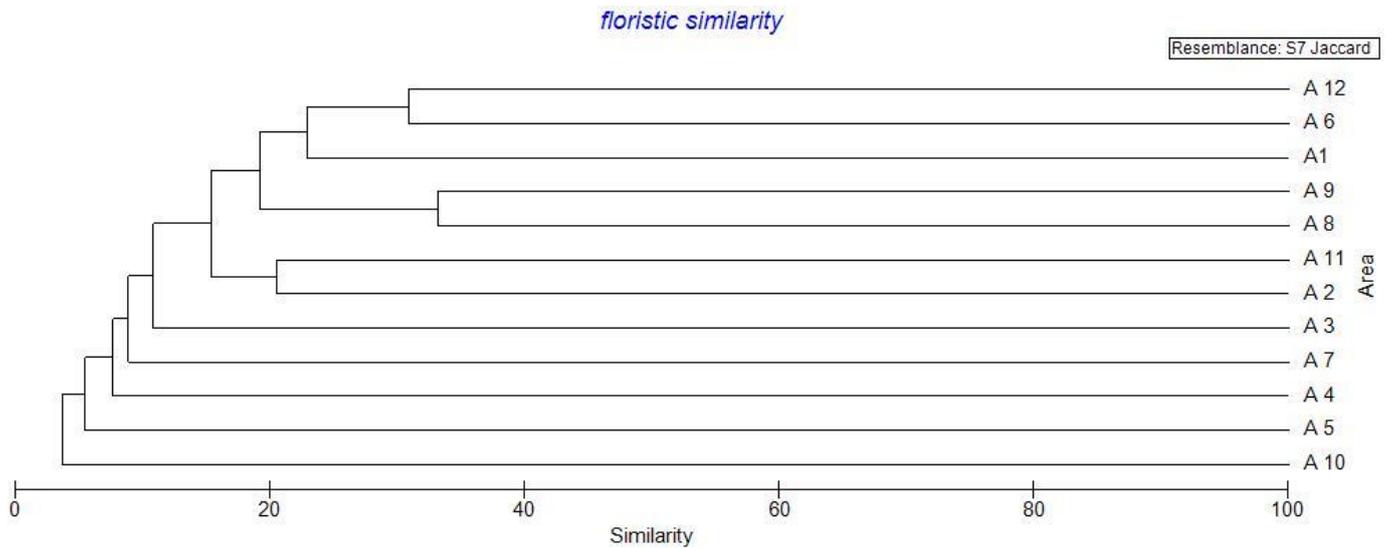


Fig. 6. Dendrograma de similaridade florística relacionando a área estudada com 12 estudos feitos em afloramentos rochosos e em outras áreas da matriz circundante (Caatinga). **A1** – Presente estudo; **A2** – Gomes *et al.* (2011); **A3** – Porto *et al.* (2008); **A4** – Araújo *et al.* (2008); **A5** – França *et al.* (2005); **A6** – Tölke *et al.* (2011); **A7** – Gomes & Alves (2009); **A8** – Machado-Filho (2012); **A9** - Lima (2012); **A10** – Araújo *et al.* (2005); **A11** – Barbosa *et al.* (2005); **A12** - Araújo *et al.* (Inéd. 2013).

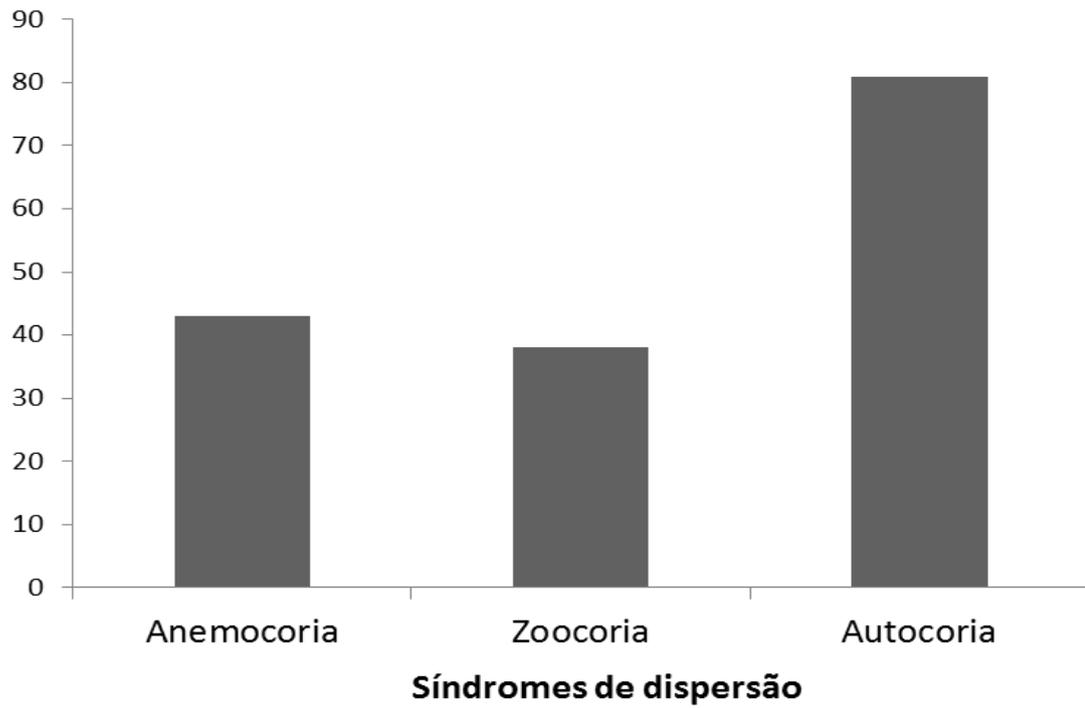


Fig. 7. Síndromes de dispersão e respectivos percentuais registrados na área de estudo, Parque das Pedras, Pocinhos, Paraíba, Brasil.

## CAPÍTULO I I

Manuscrito a ser encaminhado à Revista “**Journal of Arid Environments**”

### **ESTRUTURA DE “ILHAS” DE VEGETAÇÃO EM AFLORAMENTO ROCHOSO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

[elaine.bio@gmail.com](mailto:elaine.bio@gmail.com)

[defarialopes@gmail.com](mailto:defarialopes@gmail.com)

[tournefort@gmail.com](mailto:tournefort@gmail.com)

## Estrutura de “ilhas” de vegetação em afloramento rochoso no semiárido brasileiro

Elainne C. S. Costa <sup>a,\*</sup>, Sérgio F. Lopes <sup>b</sup>, José I. M. Melo <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia & Conservação, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/PB CEP: 58429-500, Brasil

<sup>b, c</sup> Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/PB CEP: 58429-500, Brasil

\* [elainne.bio@gmail.com](mailto:elainne.bio@gmail.com)

**Resumo:** Os afloramentos rochosos se caracterizam por apresentar numerosas e pequenas manchas de vegetação dispersas por toda sua superfície, representando os sistemas insulares terrestres. De um modo geral, estas ilhas encontram-se agrupadas em pequenas ou grandes áreas delimitadas pelo substrato rochoso, possibilitando a realização de estudos ecológicos principalmente sobre a estrutura das mesmas. Este trabalho teve por objetivo determinar os padrões de distribuição das espécies de acordo com variáveis biológicas e ambientais, além de verificar o efeito do tamanho insular e da distância na diversidade florística das ilhas. Foi estudado um total de 20 ilhas de vegetação em um afloramento granítico-gnaíssico no semiárido brasileiro. Todas as ilhas foram marcadas aleatoriamente, sendo igualmente divididas em duas vertentes (sotavento e barlavento). O método *Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages* (UPGMA) foi utilizado para determinar a similaridade florística e estrutural das ilhas. Para testar a diferença significativa entre as duas vertentes em relação à riqueza e abundância das espécies utilizou-se a *Multivariate Permutational Analysis* (PERMANOVA), baseando-se em variáveis ambientais de altitude, declividade e tamanho insular. Os resultados demonstraram a ocorrência de padrões diferentes entre as vertentes, caracterizando a heterogeneidade ambiental do afloramento. A premissa de que ilhas maiores e menos isoladas apresentam uma biota mais rica em relação às ilhas menores e com maior grau de isolamento aplicaram-se principalmente na vertente a barlavento, cuja variável preditora não foi, como esperado, o grau de isolamento das unidades insulares e sim a declividade; demonstrando que esta variável pode influenciar positivamente na riqueza e diversidade de espécies.

**Palavras-chave:** Riqueza. Diversidade florística. Biogeografia. Declividade.

## 1. Introdução

Os sistemas insulares terrestres representados pelos afloramentos rochosos possuem uma composição caracterizada por numerosas e pequenas manchas de vegetação dispersas por toda a superfície rochosa formando ilhas (Sarthou e Villiers, 1998). Essas agregações de plantas rodeadas por rocha são chamadas por Medina et al. (2006), de ilhas de vegetação, terminologia que será adotada neste trabalho.

Algumas vezes estas ilhas são resultantes da fragmentação de habitats, possibilitando aos biogeógrafos, utilizarem a teoria do equilíbrio como uma diretriz para preservar a biodiversidade nessas áreas. Apesar das semelhanças com ilhas oceânicas, algumas importantes interações bióticas como competição, predação e parasitismo ocorrem apenas em habitats continentais, requerendo uma maior cautela ao aplicar as teorias da biogeografia de ilhas (Yu e Lei, 2001). De um modo geral, estas ilhas apresentam-se agrupadas em pequenas ou grandes áreas bem delimitadas pelo substrato rochoso, possibilitando a realização de estudos ecológicos enfocando principalmente a descrição estrutural, aspectos funcionais ou mesmo temporais relacionados à sucessão primária (Porembski et al., 1995; Wiser et al., 1996).

Mesmo situadas em regiões distintas, estas unidades insulares tendem a apresentar similaridades fisionômicas, apesar da distinção regional na composição florística (Seine et al., 2000). A vegetação que se estabelece sobre afloramentos mostra padrões próprios de distribuição e afinidade ao substrato, cuja tendência é abrigar espécies distintas que normalmente desenvolve-se em uma fina camada de solo, apresentando formatos e tamanhos variados (Meirelles et al., 1999).

Segundo Whitehead e Jones (1969), a maioria dos sistemas insulares apresenta um padrão típico área-diversidade onde ilhas maiores com baixo grau de isolamento tendem a possuir uma biota mais rica, em relação àquelas mais isoladas e com menor tamanho. Algumas espécies tendem a se difundir sobre a superfície da rocha formando tapetes, onde muitas vezes, fornecem novos sítios de colonização contribuindo para a heterogeneidade nestes habitats; permitindo, assim, uma bem sucedida entrada de um maior número de espécies (Porembski et al., 1998).

Afloramentos rochosos presentes em ambientes áridos podem desempenhar um papel importante na preservação da biodiversidade e formação de refúgios para espécies que não são capazes de se desenvolver nas planícies circundante (Burke, 2002). Segundo o mesmo

autor, a ocorrência de gradiente de altitude pode favorecer o recuo de determinadas espécies, caracterizando uma importante estratégia de conservação. De acordo com Bisco et al. (2010) algumas variáveis como temperatura, exposição solar, elevação ou mesmo a declividade podem exercer controle direto sobre o transporte e acúmulo de nutrientes, estruturas de propagação e biomassa afetando sua distribuição.

Outro aspecto importante para a colonização destas espécies envolve os mecanismos de dispersão de cada comunidade, sendo estes fundamentais para a compreensão da estrutura e dinâmica das mesmas, bem como seu processo de regeneração, constituindo importantes ferramentas para a conservação (Kinoshita et al., 2006). As síndromes abióticas, em especial a anemocoria, compõem cerca de 80% da flora destes habitats se apresentando exposta a ventos e alta insolação (Burke et al., 1998; Araújo et al., 2008).

Apesar das diferenças em sua composição florística, relacionadas à distância geográfica e regiões climáticas, os ambientes rochosos apresentam uma fisionomia típica, definindo habitats que ocorrem de forma quase idêntica em afloramentos de todo o mundo (Porembski, et al., 2000). O estudo das comunidades presentes nestas ilhas enfocando tanto a estrutura quanto a relação espécie/área são os principais trabalhos realizados em afloramentos situados na América do Norte (Burbanck e Phillips, 1983). De acordo com Conceição et al. (2007) e Sarthou e Villiers (1998), os estudos relacionados a ilhas de vegetação em ambientes rochosos são mais abundantes em afloramentos graníticos-gnáissicos da África e dos Estados Unidos, sendo as famílias Bromeliaceae, Cactaceae, Cyperaceae, Orchidaceae e Poaceae referidas como típicas para estes locais (Conceição et al., 2007; Sarthou e Villiers, 1998). Para os afloramentos tropicais, os estudos direcionados às ilhas de vegetação são insipientes, cuja abordagem não é tão detalhada quanto em regiões temperadas (Meirelles et al., 1999).

Em busca de minimizar as lacunas referentes aos estudos ecológicos em sistemas insulares terrestres foram analisadas a estrutura e a composição de ilhas de vegetação em um afloramento granítico-gnáissico situado na região semiárida do Brasil. O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito do tamanho insular e da distância na diversidade florística e estrutural das ilhas, baseando-se na hipótese de que o grau de isolamento e declividade das áreas insulares podem estar relacionados positivamente com uma maior riqueza e diversidade de espécies.

## 2. Métodos

### 2.1 Área de estudo

O afloramento escolhido para o estudo situa-se no município de Pocinhos, região semiárida do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. Está inserido em uma propriedade particular de aproximadamente 55 ha, conhecida como Parque das Pedras (07°05'14"S, 36°03'56"W) e embora se trate de uma área aberta ao turismo, encontra-se em considerável estágio de conservação (Fig. 1). O município de Pocinhos está localizado no Agreste, uma das mesorregiões do Estado da Paraíba, caracterizada por ser uma área de transição climática onde os ventos aquecidos na zona de depressão elevam-se e resfriam-se dando origem às chuvas, com os índices pluviométricos anuais aproximando-se dos do litoral (Rodríguez, 2000), com índices médios anuais variando de 600 á 1000 mm (AESAs, 2014). Apresenta solos bem desenvolvidos com aspectos argilosos (Oliveira e Oliveira, 2008) e a vegetação é formada por Florestas Subcaducifólia e Caducifólia, próprias das áreas de Agreste (Beltrão et al., 2005). Segundo a nova classificação atualizada de Köppen–Geiger (Peel et al., 2007), o clima para esta região é caracterizado como BSH semi-árido quente.

### 2.2 Amostragem e Coleta de dados

O afloramento foi dividido em duas áreas principais, uma denominada barlavento a qual corresponde à região frontal do afloramento, mais exposta a ventos e alto índice de insolação, apresentando ainda relevo pouco inclinado favorecendo a retenção de substrato e umidade. A outra chamada de sotavento, a qual compreende a face oposta ao barlavento, cuja declividade é mais acentuada e os índices de insolação e exposição ao vento tendem a serem menores (Fig. 2). Para este estudo as áreas supracitadas serão classificadas como vertentes.

Foi estudado um total de 20 ilhas de vegetação marcadas aleatoriamente, sendo 10 para cada vertente, apresentando tamanhos e formatos variados (Tabela 1). Em cada ilha realizou-se o levantamento florístico e a contagem de todos os indivíduos acima de 30 cm em relação ao nível do solo e marcados com incisões no caule ou ramos para evitar repetições. Também foi verificado o grau de declividade para cada ilha marcada por meio de um clinômetro digital compacto, cuja inclinação foi registrada apoiando sua base diretamente sobre a rocha, bem como o tamanho insular e a distância entre todos os pontos cujo cálculo foi realizado por meio do aparelho GPS (*Global Positioning System*), adotando as unidades padrão de metro (*m*) para distância e metros quadrados ( $m^2$ ) para área. Foram selecionadas para este estudo as ilhas de vegetação que apresentaram duas ou mais espécies de angiospermas fixas sobre a rocha ou

substrato delimitadas pela superfície de acordo com a definição empregada por Conceição e Pirani (2005).

Os espécimes coletados foram processados de acordo com as técnicas usuais (Judd et al., 2009) e conduzidos para herborização no Herbário Manual de Arruda Câmara (ACAM) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, Paraíba, Brasil. A identificação taxonômica foi realizada com base em literatura específica (Alves et al., 2009; Souza et al., 2010; Souza e Sales, 2004; Sátiro e Roque, 2008) ou por comparação com espécimes identificados por especialistas pertencentes às coleções dos herbários do Estado da Paraíba (EAN, JPB) e no Herbário Virtual da Flora Brasileira (REFLORA). Os acrônimos dos herbários foram mencionados segundo Holmgren et al. (1990). Espécimes e imagens digitalizadas foram encaminhados para confirmação e ou identificação por especialistas de diferentes grupos taxonômicos no Brasil. Para a determinação das síndromes de dispersão foram obtidos ramos férteis (flores e ou frutos) de indivíduos pertencentes a todos os estratos presentes em cada ilha, cuja classificação adotada foi Van der Pijl (1982).

### 2.3 Análise estatística

Para verificar a similaridade entre as ilhas, inicialmente foi produzida uma matriz binária englobando as 20 ilhas selecionadas nas duas áreas. Posteriormente foi obtido um dendrograma através do software Primer (*Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research*) utilizando-se o índice de Jaccard. O índice de Bray–Curtis foi adotado a fim de verificar a similaridade entre as ilhas, utilizando os dados de abundância. Os grupos que apresentaram uma estreita afinidade florística foram separados por letras para facilitar a análise. O método adotado para este tratamento estatístico foi o *Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages* (UPGMA). O índice de diversidade Shannon-Wiener foi determinado com base nos dados de abundância e foram processados no software estatístico Past (*Paleontological Statistics*) versão 2. 16 com o objetivo de comparar a diversidade registrada para os dois tratamentos.

Utilizou-se a *Multivariate Permutational Analysis* (PERMANOVA) para testar se havia diferença significativa entre os dois tratamentos (barlavento e sotavento) em relação à riqueza e abundância das espécies e se estas diferenças se aplicam as variáveis ambientais de elevação, declividade e tamanho de área. Todas as análises supracitadas foram efetuadas por meio do *package* PRIMER 6 + PERMANOVA. O procedimento de porcentagem de similaridades (SIMPER) definiu o percentual de contribuição das espécies dentro e entre às

áreas selecionadas, bem como o percentual de similaridade e dissimilaridade entre as mesmas. Para verificar a correlação entre os dados de abundância, diversidade e riqueza em relação à área, declividade e elevação de cada vertente utilizou-se o software BioStart 5.0 adotando-se o coeficiente de Pearson para dados paramétricos.

### 3. Resultados

#### 3.1 Composição e síndromes de dispersão

Para as duas vertentes (barlavento e sotavento) foram registradas 32 espécies e 30 gêneros pertencentes a 18 famílias de angiospermas (Tabela 2). As espécies mais abundantes foram: *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult.f. (Bromeliaceae), com 1.388 indivíduos; *Staelia virgata* (Link ex Roem. & Schult.) K.Schum. (Rubiaceae), com 798 indivíduos seguida por *Mitracarpus salzmannianus* DC. (Rubiaceae), representada por 566 indivíduos, todos amostrados nos dois tratamentos. Bromeliaceae foi a família mais representativa em relação à riqueza específica nos dois tratamentos; ocorrendo em todas as ilhas de vegetação. Euphorbiaceae foi a segunda família mais representativa, ocorrendo em quase todas as ilhas registradas em cada vertente, merecendo destaque a espécie *Euphorbia phosphorea* Mart.

O estrato herbáceo foi o mais expressivo em número de espécies, correspondendo a 59% da composição associada aos dois tratamentos. O estrato arbustivo foi o segundo melhor representado, englobando 18% do total de espécies. As espécies subarbustivas e trepadoras representaram apenas 9% da composição florística total. O estrato arbóreo, embora não fosse esperado colonizando ilhas de vegetação, representou 3% do número total de espécies, ocorrendo em ambas as vertentes.

Em relação às síndromes de dispersão, observou-se que os dois tratamentos apresentaram percentuais diferentes, em especial para as síndromes abióticas. Na vertente a sotavento, a síndrome predominante foi a anemocoria compreendendo 44% do total de espécies deste tratamento, enquanto as demais síndromes registradas, autocoria e zoocoria, apresentaram 27,7% cada. Para vertente a barlavento, a predominância também foi para a anemocoria, com 38% do total de espécies. Entretanto, dentre as demais síndromes, a autocoria foi a segunda mais expressiva, com 34 % do total, seguida pela zoocoria, com 27,5%.

#### 3.2 Similaridade e estrutura das ilhas

O dendrograma de similaridade obtido pelos dados qualitativos apresentou a formação de dois agrupamentos bem definidos (Fig. 3), o primeiro bloco engloba um total de 10 ilhas,

dentre as quais sete situam-se em sotavento. O segundo bloco agregou a mesma quantidade de ilhas, no entanto, com distribuição diferenciada, onde sete ilhas se encontram registradas a barlavento e três a sotavento. Analisando-se todos os pontos, as ilhas que formaram o grupo A (BV16 e BV19) apresentaram o maior índice de similaridade ( $J = 87,5$ ). O segundo maior índice foi registrado pelas ilhas SV10 e SV02 ( $J = 77,8$ ), as quais formam o grupo B, cuja distância entre os pontos é de 80 m. As ilhas SV06 e SV04 formaram o grupo C, com o terceiro maior índice ( $J=71,4$ ), cuja distância de 16 m foi menor dentre os 20 pontos registrados na área de estudo. O quarto maior índice foi representado pelas ilhas BV17 e BV18 ( $J = 63,6$ ) representantes do grupo D e distância de 24 m entre as ilhas. O grupo E formado pelas ilhas BV 20 e BV 14 foi o mais dissimilar com índice inferior a 40%.

A similaridade quantitativa, por sua vez, demonstrou a formação de sete grupos bem definidos (Fig. 4), o grupo A compreende as ilhas SV09 e SV04 cujo índice foi de  $BC = 83,2$ , representando o grupo mais dissimilar dentre os pontos representados no dendrograma. O grupo B também foi formado por ilhas da vertente a sotavento (SV8 e SV7) e embora apresente uma dissimilaridade alta ( $BC= 76,1$ ), possui uma das menores distâncias com apenas quatro metros entre as ilhas. O grupo C é caracterizado por ser heterogêneo englobando ilhas das duas feições e, deste modo, foi o grupo que apresentou a maior distância entre os pontos (241 m) obtendo o terceiro maior índice  $BC= 71,5$ . Os grupos D e E embora apresentem distâncias distintas obtiveram praticamente o mesmo índice  $BC= 69,1$  e  $BC= 69,7$ , respectivamente. Os demais grupos apresentaram índices inferiores a 60% caracterizando uma flora mais similar entre si.

### *3.3 Padrões entre os tratamentos*

A análise multivariada mostrou que a estrutura geral da comunidade foi diferente entre os tratamentos para a abundância (PERMANOVA: Pseudo –  $F_{1, 19} = 5,16$ ;  $p = 0,001$ ; perms = 997) e riqueza (PERMANOVA: pseudo –  $F_{1, 19} = 6,21$ ;  $p = 0,001$ ; perms = 987). Em relação às variáveis de elevação, declividade e tamanho de área, os dois tratamentos também apresentaram diferenças significativas (PERMANOVA: pseudo –  $F_{1,19} = 13,55$ ;  $p = 0,001$ ; perms = 990). O padrão de correlação entre as variáveis ambientais e biológicas foi diferente entre as vertentes, em barlavento as variáveis tamanho de área e declividade apresentaram correlação significativa com riqueza ( $r = 0,8$   $p<0,05$ ;  $r = 0,7$   $p<0,05$ ), evidenciando que ilhas com menor declividade e áreas maiores possuem uma riqueza maior de espécies. Para a abundância, embora apresente  $r = 0,5$  o valor não é significativo para as demais variáveis  $p>0,05$  (Tabela 3). Dentre as três variáveis biológicas analisadas, a diversidade foi a que

apresentou os menores coeficientes de correlação com as demais variáveis ambientais. Para vertente a sotavento nenhuma das variáveis apresentaram correlação significativa indicando que aspectos como, por exemplo, as síndromes de dispersão podem explicar os padrões de composição deste tratamento.

A análise SIMPER identificou que a dissimilaridade entre barlavento e sotavento foi de 57,3%, atribuindo a presença de *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae) e *Staelia virgata* (Rubiaceae) como as espécies de maior contribuição para a diferença entre os tratamentos, perfazendo a média de 12,3%. Algumas espécies ocorreram isoladamente em cada tratamento, para sotavento apenas as espécies *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae), *Emilia fosbergii* Nicolson (Asteraceae), *Mitracarpus salzmannianus* DC. (Rubiaceae) e *Sapium argutum* (Müll.Arg.) Huber (Euporbiaceae) foram exclusivas para esta área. Para barlavento, o número de espécies exclusivas foi o triplo do registrado em sotavento perfazendo 37,5% do total de espécies para os dois tratamentos (Tabela 2).

#### 4. Discussão

##### 4.1 Composição florística e síndromes de dispersão

A composição florística registrada nas duas vertentes assemelha-se a outros afloramentos tropicais, principalmente no nível de família. Orchidaceae, Cactaceae e Asteraceae são as famílias comumente citadas para afloramentos brasileiros (Meirelles et al., 1999; Conceição et al., 2007). De um modo geral, as monocotiledôneas parecem se adaptar muito bem a condições extremas e, a sua predominância em afloramentos rochosos pode ser explicada por algumas espécies apresentarem morfologia e padrões de colonização estratégicos.

Assim como neste estudo, Meirelles et al. (2007) e Ribeiro et al. (2007) observaram que Bromeliaceae além de ser a família mais representativa em ambientes rochosos também demonstra uma grande facilidade em colonizar superfícies nuas. Na vertente a sotavento, *Encholirium spectabile* foi mais abundante do que na vertente a barlavento. Tais resultados podem estar associados à acentuada declividade do tratamento SV, onde esta espécie foi registrada em maior densidade colonizando as bordas de quase todas as ilhas do tratamento. Para cada ilha registrada nesta condição, o volume de sedimento retido estruturalmente pelas bromélias favoreceu o estabelecimento de espécies herbáceas como *Mitracarpus salzmannianus* e *Staelia virgata*, ambas pertencentes à família Rubiaceae.

A distinção florística entre os dois tratamentos observado (Tabela 2), demonstra que as espécies exclusivas da vertente SV são na maioria herbáceas com exceção apenas de *Sapium argutum* (Müll.Arg.) Huber, presente em uma das ilhas, cujo hábito é arbustivo. Neste caso, mais uma vez a declividade parece ser a explicação mais plausível, haja vista que esta foi a única espécie de porte arbustivo registrada no tratamento e sua colonização ocorreu nas ilhas com maior grau de declividade e com abundância considerável de *E. spectabile* (Tabela 1). Para vertente a barlavento, a ocorrência de espécies exclusivas para o tratamento foi mais expressivo. A feição BV concentrou desde espécies herbáceas até arbustivas. Esta diversidade pode ser explicada pela caracterização de um padrão estrutural oposto à feição SV, onde o grau de declividade menos acentuado e uma proporção maior da área insular podem influenciar na colonização de estratos diversificados (França et al., 2005).

A predominância de síndromes abióticas nos dois tratamentos confirma o padrão esperado para a Caatinga (Griz e Machado, 2001; Barbosa et al., 2002). O estudo de Porembski et al. (1998), desenvolvido no sudeste do Brasil, e o de Burke et al. (1998) realizado no sudeste da Namíbia, África, verificaram que esses tipos de síndrome possivelmente constituem um dos atributos dominantes entre as espécies que colonizam ilhas de afloramentos rochosos, representando mais de 80% de sua flora. As espécies com síndromes abióticas *E. spectabile*, *Euphorbia phosphorea* Mart. e *S. virgata* apresentaram as maiores abundâncias nos dois tratamentos, evidenciando que este tipo de síndrome favorece o estabelecimento das plântulas em diferentes áreas e padrões estruturais. As espécies que apresentaram síndromes bióticas: *Cnidoscolus bahianus* (Ule) Pax & K.Hoffm. (Euphorbiaceae), *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett (Burseraceae), *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae) e *Pilosocereus pachycladus* F.Ritter (Cactaceae), foram registradas colonizando ilhas com o mesmo padrão estrutural, onde além da declividade acentuada e altas elevações a presença de *E. spectabile* nas margens da ilha demonstra sua importância na retenção de substrato e umidade da ilha, contribuindo para a heterogeneidade de micro-habitat além de permitir uma bem sucedida colonização de um maior número de espécies (Porembski et al., 1998).

#### 4.2 Estrutura das ilhas de vegetação

Este estudo demonstra a ocorrência de padrões diferentes entre as vertentes. Tais padrões podem ser comparados a outras formações rochosas da América do Sul, cujas aglomerações de Bromeliaceaeas, formando manchas e se estabelecendo sobre rocha nua, já haviam sido registradas por Sarthou e Villiers (1998). A composição registrada para as ilhas de vegetação

assemelham-se ao que já foi registrado em afloramentos da Guiana Francesa considerando Bromeliaceae, Apocynaceae e Melastomataceae famílias comuns em ambientes rochosos (Gröger e Huber, 2007). Uma das características notáveis ao afloramento estudado foi sua distinção florística e estrutural nas duas vertentes (barlavento e sotavento), acarretando a formação de micro-habitats e segregando a colonização de determinadas populações. Esse padrão diferente possivelmente está relacionado à combinação das condições extremas inerentes a ambientes rochosos e à ocupação de depressões pré-existentes, onde a areia e matéria orgânica se acumulam (Michelangeli, 2000).

Para a vertente a sotavento tanto o dendrograma de similaridade com dados qualitativos quanto os dados quantitativos evidenciaram que as ilhas que apresentam composição similar não apresentam homogeneidade em relação à distância. O estudo desenvolvido por Conceição et al. (2007) demonstrou, que, embora o isolamento seja um fator que provavelmente exerce influencia sobre a composição de espécies, nas áreas selecionadas a proximidade entre as mesmas não concedeu composição similar. Resultados semelhantes foram observados para vertente a sotavento, onde ilhas mais próximas foram as que tiveram os menores índices de similaridade. Ainda corroborando o estudo supracitado, a vertente a sotavento apresentou um número menor de espécies, bem como ilhas com áreas menores do que o registrado para a vertente a barlavento. Considerando-se estas observações é possível inferir a ocorrência de uma heterogeneidade ambiental e competição de algumas espécies; o que provavelmente explicaria a diversidade dos tratamentos/vertentes. Deste modo, também é possível inferir que o padrão típico para sistemas insulares sugerido por Whitehead e Jones (1969), onde ilhas maiores com baixo grau de isolamento tendem a possuir uma biota mais rica não foi confirmado para o tratamento a sotavento. Provavelmente este resultado está associado à declividade, tendo em vista que regiões inclinadas apresentam um processo de erosão mais rápido e uma menor retenção de substrato e água restringindo a colonização de espécies, acarretando menores índices de diversidade e riqueza (Oliveira e Godoy, 2007).

A comunidade associada ao tratamento barlavento responde de forma diferenciada e corrobora nossa hipótese. A correlação significativa entre a riqueza e a área e a formação de grupos onde ilhas mais próximas apresentaram índices de similaridade mais altos demonstra o que já havia sido proposto por MacArthur e Wilson (1963), onde o padrão de riqueza de espécies está relacionado à área e à distância em que se dispõem as ilhas.

Desse modo, embora em escala menor, as predições defendidas pela biogeografia de ilhas se aplicam principalmente ao tratamento barlavento, onde se observou que ilhas maiores, de

fato, tendem a abrigar um maior número de espécies, bem como uma maior diversidade. Contudo, é importante ressaltar que para este estudo o grau de isolamento das unidades insulares não foi a variável preditora para tal conclusão, mas sim a declividade, haja vista que áreas com maior declividade apresentam uma maior escassez de substrato e menor retenção de água propiciando a colonização de espécies mais competitivas, influenciando na diversidade. Em áreas mais planas como observado na vertente a barlavento, a retenção de substrato e água são maiores, resultando em um solo mais compacto e úmido (França et al., 2007), sobre o qual o acúmulo de sementes e o desenvolvimento de uma flora diversificada é mais favorável.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba (PPGEC/UEPB) pela oportunidade em realizar este trabalho. A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de mestrado. A Dr<sup>a</sup>. Teresa Buril, pela identificação das espécies de Convolvulaceae, e Amanda Coelho, pela determinação das espécies de Cactaceae. J.I.M. Melo agradece ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) a bolsa de Produtividade em Pesquisa (PQ-2 Proc. n. 302751/2012-2).

## REFERENCIAS

- Alves, M., Araújo, M. F., Maciel, J. R., Martins, S. (Eds.), 2009. Flora de Mirandiba. Recife: Associação Plantas do Nordeste, pp. 355.
- Araújo, F. S., Oliveira, R. F., Lima-verde, L. W., 2008. Composição, espectro biológico e síndromes de dispersão da vegetação de um inselbergue no domínio da caatinga, Ceará. *Rodrig.* 59, 659-671.
- Barbosa, D. C. A., Silva, P. G. G., M. C. A., 2002. Tipos de frutos e Síndromes de Dispersão de Espécies Lenhosas as Caatinga de Pernambuco. In: Tabarelli, M., Silva, J. M. C (Orgs.). Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco. Editora Massangana, pp. 609 – 617.
- Beltrão, B. A., F. Morais, J. C. Mascarenhas, J. L. F. Miranda, L. C. S. Junior & V. A. Mendes, 2005. Diagnóstico do município de Pocinhos. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea Estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, pp. 2 – 4.
- Bispo, P. C., M. M. Valeriano, T. M. Kuplich, 2010. Relação entre as variáveis morfométricas extraídas de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e a vegetação do Parque Nacional de Brasília. *Acta bot. bras.* 24, 96-103.
- Burbanck, M. P., Phillips, D. L., 1983. DamaEvidence of Plant Succession on Granite Outcrops of the Georgia Piedmont. *Amer. Midl. Nat.* 109, 94-104.
- Burke, A., 2002. Island-matrix relationships in Nama Karoo inselberg landscapes. Part I: Do inselbergs provide a refuge for matrix species? *Plant Ecol.* 160, 79-90.
- Burke, A., Jurgens, N., Seely, M. K., 1998. Floristic affinities of an inselberg archipelago in the Southern Namib desert—relic of the past, centre of endemism or nothing special? *J. Biogeog.* 25, 311–317.
- Conceição, A. A., Pirani, J. R. 2005. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina: substratos, composição florística e aspectos estruturais. *Bol. Bot. Univ. São Paulo* 23, 85-111.

- Conceição, A. A., Pirani, J. R., Meirelles, S. T., 2007. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of “Chapada Diamantina”, Northeast Brazil. *Rev. Bras. Bot.* 30, 641-656.
- França, F., Melo, E., Santos, A. K. A., Melo, J. G. A. N., Marques, M., Silva-filho, M. F. B., Moraes, L., Machado, C., 2005. Estudos ecológico e florístico em ilhas de vegetação de um *inselberg* no semi-árido da Bahia, Brasil. *Hoehnea* 32, 93–101.
- Griz, L. M. S., Machado, I. C., 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *J. Trop. Ecol.* 17, 303–321.
- Gröger, A., Huber, O., 2007. Rock outcrop habitats in the Venezuelan Guayana lowlands: their main vegetation types and floristic components. *Rev. Bras. Bot.* 30, 599-609.
- Holmgren, P. K., Holmgren, N. H., Barnett, L. C., 1990. *Index Herbariorum, Part I. Ed. 8. The Herbaria of the world*, New York, New York Botanical Garden.
- Judd, W. S., Campbel, C. S., Kellogg, E. A., Stevens, P. F., Donoghue, M. J., 2009. *Sistemática Vegetal: Um enfoque filogenético*. 3. ed. Porto Alegre, Artmed, pp. 543-562.
- Kinoshita, L. S., Torres, R. B., Forni-martins, E. R., Spinelli, T., Ahn, Y. J., Constâncio, S. S., 2006. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Act. bot. bras.* 20, 313-327.
- MacArthur, R. H., Wilson, E. O., 1963. An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography. *Evol.* 17, 373-387.
- Medina, B. M. O., Ribeiro, K. T., Scarano, F. R., 2006. Plant–Plant and Plant–Topography Interactions on a Rock Outcrop at High Altitude in Southeastern Brazil. *Biotrop.* 38, 27–34.
- Meireles, S. T., Pivello, V. R., Joly, C. A., 1999 The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. *Env. Conserv.* 1, 10-20.
- Michelangeli, F. A., 2000. Species composition and species-area relationships in vegetation isolates on the summit of a sandstone mountain in Southern Venezuela. *J. Trop. Ecol.* 16, 69-82.
- Oliveira, I., Oliveira, C., 2008. *Paraíba: meu espaço, minha paisagem: Geografia*. Base Editora, Curitiba, Brasil.

- Oliveira, R. B., Godoy, S. A. P., 2007. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. *Biota Neotrop.* 7, 37-48.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., McMahon, T. A., 2007. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Disc.* 4, 439-473.
- Porembski, S., Becker, U., Seine, R., 2000. Islands on Islands: Habitats on Inselbergs. In: Porembski, S., Barthlott, W. (Eds.). *Inselbergs – Biotic Diversity of Isolated Rock Outcrops in Tropical and Temperate Regions*. Springer, pp. 49 – 66.
- Porembski, S., Brown, G., Barthlott, W., 1995. An inverted latitudinal gradient of plant diversity in shallow depressions on Ivorian inselbergs. *Veget.* 117, 151-163.
- Porembski, S., Martinelli, G., Ohlemüller, R., Barthlott, W., 1998. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. *Divers. Distrib.* 4, 107-119.
- Ribeiro, K. T., Medina, B. M. O., Scarano, F. R., 2007. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. *Rev. Bras. Bot.* 30, 623-639.
- Rodriguez, J. L. 2000. Atlas escolar da Paraíba. Espaço geo-histórico e cultural. 2ª Ed. Grafset, João Pessoa, Paraíba.
- Sarthou, C., Villiers, J. F., 1998. Epilithic plant communities on inselbergs in French Guiana. *J. Veg. Sci.* 9, 847-860.
- Sátiro, L. N., Roque, N., 2008. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. *Acta bot. bras.* 22, 99-118.
- Seine, R., Porembski, S., Becker, U., 2000. Phylogeography. In: S. Porembski & W. Barthlott (Eds.). *Inselbergs – Biotic Diversity of Isolated Rock Outcrops in Tropical and Temperate Regions*. Springer, pp. 435-449.
- Souza, E. B., Cabral, E. L., Zappi, D. C., 2010. Revisão de *Mitracarpus* (Rubiaceae – Spermaceae) para o Brasil. *Rodrig.* 61, 319-352.
- Souza, E. B., Sales, M. F., 2004. O gênero *Staelia* Cham. & Schlttdl. (Rubiaceae - Spermaceae) no Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta bot. bras.* 18, 919-926.
- Van der Pijl, L., 1982. Principles of dispersal in higher plants. New York: Springer Verlag.

- Whitehead, D. R., Jones, C. E., 1969. Small Islands and the Equilibrium Theory of Insular Biogeography. *Evol.* 23, 171-179.
- Wiser, S. K., Peet, R. K., White, P. S., 1996. High-Elevation Rock Outcrop Vegetation of the Southern Appalachian Mountains. *J. Veg. Sci.* 7, 703-722.
- Yu, A. D., Lei, S. A., 2001. Equilibrium Theory of Island Biogeography: A Review. In: McArthur, E. Durant; Fairbanks, Daniel J. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, pp. 163 – 170.

## **APÊNDICES**

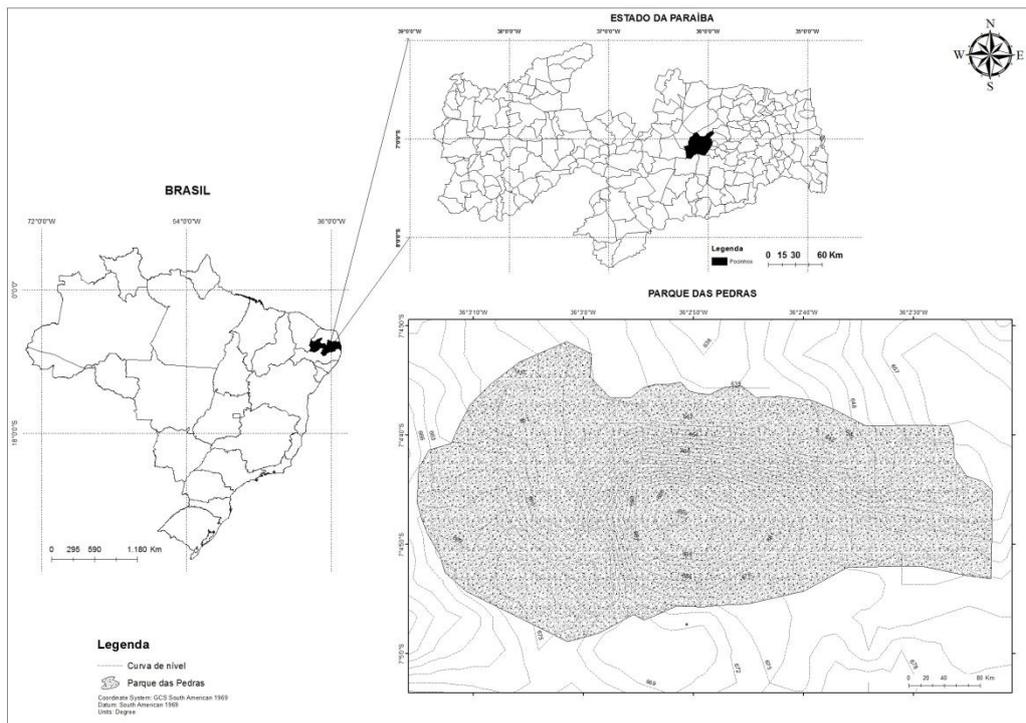


Fig. 1. Mapa de localização da área de estudo, Parque das Pedras, Pocinhos, Paraíba, Brasil.



Fig. 2. Ilhas de vegetação presentes no afloramento: A-B) Ilhas localizadas na porção a sotavento, região de maior declividade. C-D) Ilhas situadas na porção a barlavento, área com menor declividade do afloramento.

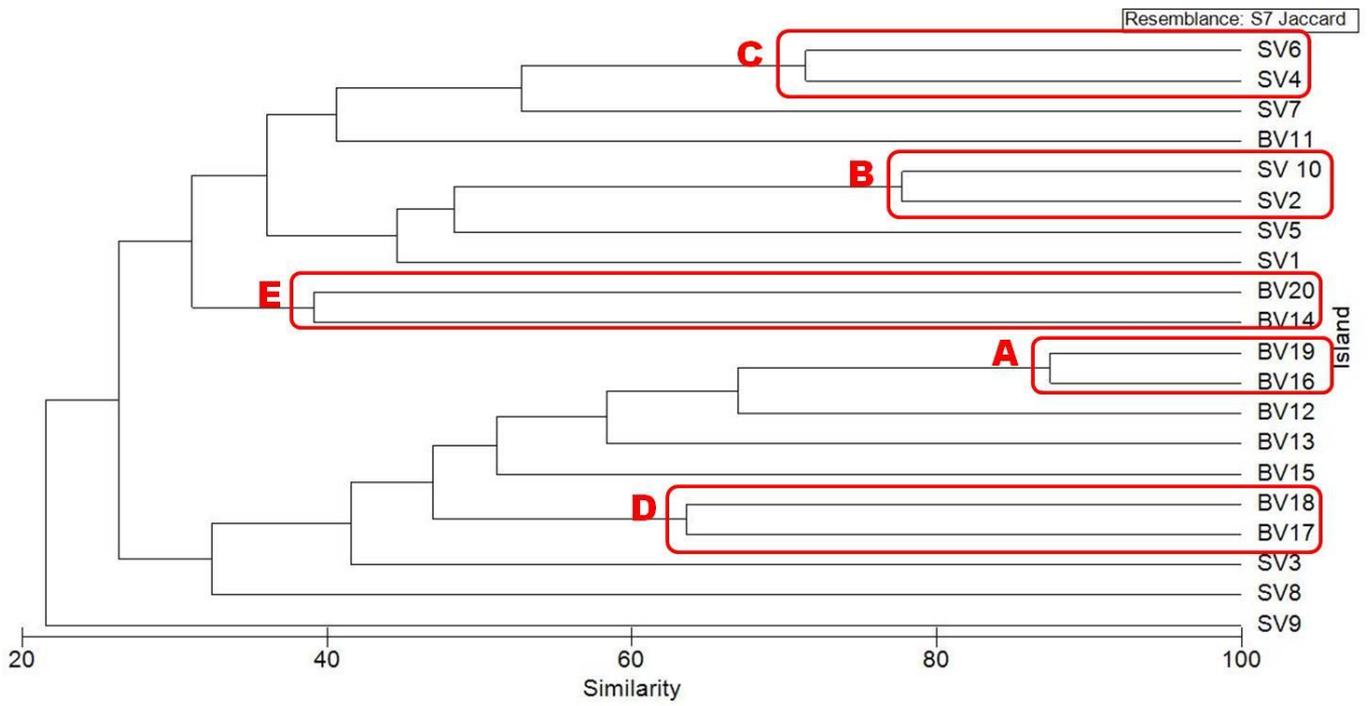


Fig. 3. Dendrograma calculado pela matriz de presença/ausência das 20 ilhas registradas na área de estudo por meio do método UPGMA utilizando o índice de Jaccard. **SV** – porção a sotavento; **BV** – porção a barlavento.

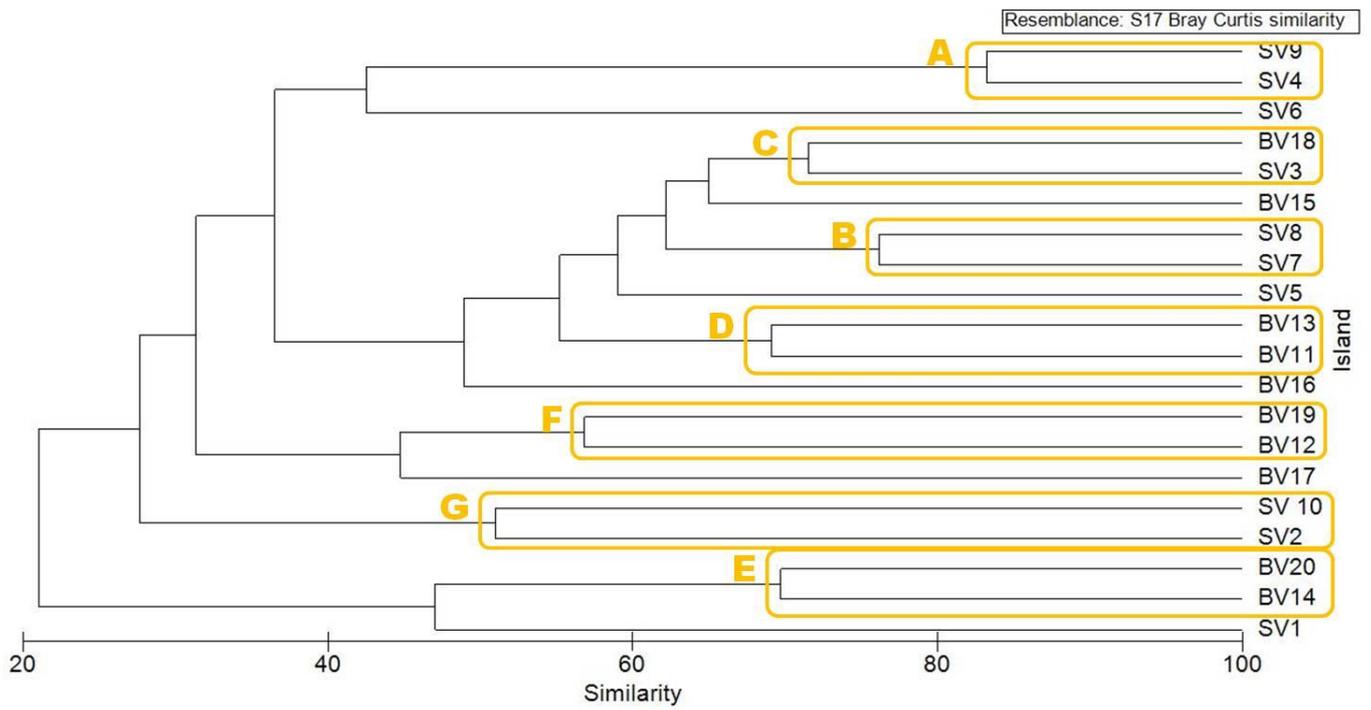


Fig. 4. Dendrograma calculado pela matriz quantitativa com dados de abundância das 20 ilhas registradas na área de estudo, utilizando o índice de similaridade de Bray–Curtis. **SV** – porção a sotavento; **BV** – porção a barlavento.

Tabela 1. Valores para os dados ambientais e ecológicos das 20 ilhas registradas no afloramento. O índice de Shannon-Wiener foi calculado com base nos dados de abundância. S = riqueza de espécies; Abund. = abundância; Dens. = densidade; H' = Índice de Diversidade de Shanonn; Decliv. = declividade; Elev. = elevação; BV = barlavento; SV = sotavento.

Ilhas	Família	S	Abund. (ind./ m <sup>2</sup> )	Dens. (ind./m)	H'	Decliv.	Área (m <sup>2</sup> )	Elev.	S/m <sup>2</sup>	Vertente
1	5	8	495	4.9	0.75	20.8	100.07	613	0.8	SV
2	5	9	412	762.9	0.77	23.9	0.54	621	16.6	SV
3	4	4	132	13.7	1.15	15.4	9.58	632	0.4	SV
4	4	7	93	13.5	0.69	24.4	6.86	639	1	SV
5	7	12	171	22.8	1.87	20.7	7.48	644	1.6	SV
6	3	4	50	6.2	0.99	10.6	6.09	646	0.6	SV
7	6	6	79	13.6	1.32	14.4	5.78	649	1	SV
8	4	4	68	400	0.93	20.7	0.17	650	23.5	SV
9	5	5	92	14.5	0.64	15.6	6.31	654	0.7	SV
10	4	8	180	40	1.32	10.5	4.49	702	1.7	SV
11	9	11	152	17.7	1.71	1.2	8.56	695	1.2	BV
12	4	5	365	334.8	1.52	2.5	1.09	711	4.5	BV
13	5	6	94	208.8	0.95	7.8	0.45	715	13.3	BV
14	12	15	444	10.9	1.52	13.2	40.44	714	0.4	BV
15	8	9	106	30.6	1.63	8.2	3.46	716	2.6	BV
16	7	7	159	15.4	1.64	3.7	10.34	689	0.6	BV
17	8	8	109	5.2	1.54	6.6	20.77	704	0.3	BV
18	8	10	121	11.3	1.79	7.4	10.77	712	0.9	BV
19	7	8	63	35.5	1.86	3.9	1.77	712	4.5	BV
20	13	18	684	4.5	1.79	17.4	150.87	708	0.1	BV

Tabela 2. Lista florística contendo nomes de famílias, respectivas síndromes de dispersão e espécies registradas para os tratamentos **SV** – Sotavento e **BV** – Barlavento na área de estudo, Parque das Pedras, Pocinhos, Paraíba, Brasil. Anemo = anemocórica; Auto = autocórica; Zoo = zoocórica; Herb. = herbácea; Arbust = arbustiva; Arbó = arbórea; Subarb = subarbórea.

<b>Espécies / Família</b>	<b>Síndrome</b>	<b>Hábito</b>	<b>SV(ind.)</b>	<b>BV(ind.)</b>
<b>ACANTHACEAE</b>				
<i>Anisacanthus trilobus</i> Lindau	Auto.	Herb.	0	37
<b>ARACEAE</b>				
<i>Anthurium affine</i> Schott	Zoo.	Subarb.	0	11
<b>APOCYNACEAE</b>				
<i>Mandevilla tenuifolia</i> (J.C. Mikan) Woodson	Anemo.	Herb.	17	45
<i>Marsdenia caatingae</i> Morillo	Anemo.	Subarb.	0	48
<b>ASTERACEAE</b>				
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Anemo.	Herb.	20	0
<i>Bidens pilosa</i> L.	Anemo.	Herb.	5	2
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Anemo.	Herb.	1	0
<b>BEGONIACEAE</b>				
<i>Begonia saxicola</i> A. DC.	Anemo.	Herb.	0	8
<b>BROMELIACEAE</b>				
<i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Anemo.	Herb.	759	629
<i>Hohenbergia cattingae</i> Ule	Zoo.	Herb.	0	16
<b>BURSERACEAE</b>				
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Zoo.	Arbór.	4	2
<b>CACTACEAE</b>				

<i>Pilosocereus pachycladus</i> F.Ritter	Zoo.	Arbust.	3	2
<i>Tacinga palmadora</i> (Britton & Rose) N.P.Taylor & Stuppy	Zoo.	Subarb.	0	8
COMMELINACEAE				
<i>Commelina erecta</i> L.	Auto.	Herb.	0	12
CONVOLVULACEAE				
<i>Ipomea brasiliana</i> (Choisy) Meisn.	Auto.	Trep.	1	1
<i>Ipomea marcellia</i> Meisn.	Auto.	Trep.	4	9
DIOSCOREACEAE				
<i>Dioscorea campestris</i> Griseb.	Anemo.	Trep.	2	1
EUPHORBIACEAE				
<i>Cnidoscolus bahianus</i> (Ule) Pax & K.Hoffm.	Zoo.	Subarb.	27	51
<i>Euphorbia phosphorea</i> Mart.	Auto.	Herb.	52	154
<i>Euphorbia comosa</i> Vell.	Auto.	Herb.	12	51
<i>Jatropha millissima</i> (Pohl) Baill.	Zoo.	Arbust.	13	4
<i>Sapium argutum</i> (Müll. Arg.) Huber	Auto.	Arbust.	1	0
FABACEAE				
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Auto.	Arbust.	0	2
<i>Zornia myriadena</i> Benth.	Auto.	Herb.	0	12
LAMIACEAE				
<i>Hyptis martiusii</i> Benth.	Auto.	Herb.	0	70
MALPIGHIACEAE				
<i>Byrsonimia vaccinnifolia</i> A. Juss.	Zoo.	Arbust.	0	1

## MELASTOMATACEAE

<i>Tibouchina heteromalla</i> (D. Don) Cogn.	Anemo.	Arbust.	0	84
--	--------	---------	---	----

## ORCHIDACEAE

<i>Cyrtopodium holstii</i> L.C. Menezes	Anemo.	Herb.	0	23
---	--------	-------	---	----

<i>Habenaria obtusa</i> Linal.	Anemo.	Herb.	37	13
--------------------------------	--------	-------	----	----

<i>Prescottia plantaginifolia</i> Lindl. ex Hook.	Anemo.	Herb.	0	98
---	--------	-------	---	----

## RUBIACEAE

<i>Mitracarpus salzmannianus</i> DC.	Auto.	Herb.	566	0
--------------------------------------	-------	-------	-----	---

<i>Staelia virgata</i> (Link ex Roem. & Schult.) K. Schum.	Auto.	Herb.	230	568
--	-------	-------	-----	-----

---

Tabela 3. Valores de correlação de Pearson entre as variáveis ambientais: **Elev.** – Elevação, **Decliv.** – Declividade, **M<sup>2</sup>** - Área e variáveis ecológicas: **S** – Riqueza, **H'** – Diversidade de Shanonn-Wiener, **Abund.** – Abundância para cada tratamento

	<b>Sotavento</b>			<b>Barlavento</b>		
	<b>Elev.</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>Decliv.</b>	<b>Elev.</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>Decliv.</b>
<b>S</b>	r= 0,005p >0,05	r= 0,05 p>0,05	r= 0,4 p>0,05	r= 0,06 p>0,05	r= 0,8 p < 0,05	r= 0,7 p<0,05
<b>H'</b>	r= 0,4 p >0,05	r = -0,2 p>0,05	r= -0,3 p>0,05	r= -0,2p>0,05	r= 0,5 p>0,05	r= -0,01 p>0,05
<b>Abund.</b>	r= -0,4 p>0,05	r= 0,5 p>0,05	r= 0,4 p>0,05	r=-0,009p>0,05	r= 0,5 p>0,05	r= 0,5 p>0,05

## **CAPÍTULO III**

Guia de campo a ser encaminhada ao “ Environmental and Conservation Programs Rapid  
Color Guides”

### **FLORES E FRUTOS DE AFLORAMENTOS ROCHOSOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

[elainne.bio@gmail.com](mailto:elainne.bio@gmail.com)

[tournefort@gmail.com](mailto:tournefort@gmail.com)

# FLORA DE POCINHOS - PARAÍBA - BRASIL

## FLORES E FRUTOS DE AFLORAMENTOS ROCHOSOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

## 1

Elainne Cristina Silva Costa<sup>1</sup> & José Iranildo Miranda de Melo<sup>2</sup>

1, 2. Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Photos: Elainne Cristina Silva Costa. Produzido com o apoio de Fund Ellen Hyndman e Andrew Mellon Foundation.

© E.C.S. Costa [elainne.bio@gmail.com] and J.I.M. Melo. Agradecimentos a CAPES e ao CNPq.

© ECCo, The Field Museum, Chicago, IL USA 60605 [rrc@fieldmuseum.org] [http://fieldmuseum.org/IDtools] Rapid Color Guide # versão 1 06/2014



1 *Anisacanthus trilobus*  
ACANTHACEAE



2 *Anisacanthus trilobus*  
ACANTHACEAE



3 *Aspidosperma pyriformium*  
APOCYNACEAE



4 *Aspidosperma pyriformium*  
APOCYNACEAE



5 *Marsdenia caatingae*  
APOCYNACEAE



6 *Marsdenia caatingae*  
APOCYNACEAE



7 *Begonia saxicola*  
BEGONIACEAE



8 *Begonia saxicola*  
BEGONIACEAE



9 *NeNeocalyptrocalyx*  
*longifolium*  
CAPPARACEAE



10 *NeNeocalyptrocalyx*  
*longifolium*  
CAPPARACEAE



11 *Ipomoea marcellia*  
CONVOLVULACEAE



12 *Ipomoea marcellia*  
CONVOLVULACEAE



13 *Momordica charantia*  
CUCURBITACEAE



14 *Momordica charantia*  
CUCURBITACEAE



15 *Cnidoscolus urens*  
EUPHORBIACEAE



16 *Cnidoscolus urens*  
EUPHORBIACEAE



17 *Jatropha mollissima*  
EUPHORBIACEAE



18 *Jatropha mollissima*  
EUPHORBIACEAE



19 *Sapium argutum*  
EUPHORBIACEAE



20 *Sapium argutum*  
EUPHORBIACEAE

FLORES E FRUTOS DE AFLORAMENTOS ROCHOSOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

2

Elaine Cristina Silva Costa<sup>1</sup> & José Iranildo Miranda de Melo<sup>2</sup>

1, 2. Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Photos: Elaine Cristina Silva Costa. Produzido com o apoio de Fund Ellen Hyndman e Andrew Mellon Foundation.

© E.C.S. Costa [elaine.bio@gmail.com] and J.I.M. Melo. Agradecimentos a CAPES e ao CNPq.

© ECCo, The Field Museum, Chicago, IL USA 60605 [rrc@fieldmuseum.org] [http://fieldmuseum.org/IDtools] Rapid Color Guide # versão 1 06/2014



21 *Chamaecrista flexuosa*  
FABACEAE



22 *Chamaecrista flexuosa*  
FABACEAE



23 *Lonchocarpus araripensis*  
FABACEAE



24 *Lonchocarpus araripensis*  
FABACEAE



25 *Mimosa ophthalmocentra*  
FABACEAE



26 *Mimosa ophthalmocentra*  
FABACEAE



27 *Piptadenia stipulacea*  
FABACEAE



28 *Piptadenia stipulacea*  
FABACEAE



29 *Senna martiana*  
FABACEAE



30 *Senna martiana*  
FABACEAE



31 *Herissantia tiubae*  
MALVACEAE



32 *Herissantia tiubae*  
MALVACEAE



33 *Ximenia americana*  
OLACACEAE



34 *Ximenia americana*  
OLACACEAE



35 *Cyrtopodium holstii*  
ORCHIDACEAE



36 *Cyrtopodium holstii*  
ORCHIDACEAE



37 *Passiflora cincinnata*  
PASSIFLORACEAE



38 *Passiflora cincinnata*  
PASSIFLORACEAE



39 *Angelonia campestris*  
PLANTAGINACEAE



40 *Angelonia campestris*  
PLANTAGINACEAE

## CONCLUSÃO GERAL

Estudos de cunho florístico e ecológico enfocando ambientes rochosos vem se destacando, em especial, para a região Sudeste do Brasil. No entanto, a ampla ocorrência destas formações para a região Nordeste, tem permitido conhecer não apenas sua composição, mas também a dinâmica das comunidades em ambientes considerados tão inóspitos.

Baseando-se nesse trabalho observou-se, que, embora os afloramentos rochosos sejam descritos como ambientes de baixa retenção hídrica, pouca disponibilidade de nutrientes e considerável escassez de substrato, o afloramento estudado demonstrou uma expressiva riqueza de espécies. Corroborando os estudos desenvolvidos em áreas de Caatinga, as síndromes abióticas se destacaram, favorecendo a frequente colonização de espécies como *Encholirium spectabile*, *Staelia virgata* e *Euphorbia phosphorea*, as quais foram registradas em praticamente toda a extensão do afloramento. Também foram registradas duas novas ocorrências para a flora da Paraíba, reforçando a importância dos levantamentos florísticos em ambientes rochosos do semiárido brasileiro.

Com base na caracterização da estrutura das ilhas de vegetação, observou-se haver heterogeneidade espacial, já sugerida para ambientes rochosos, inclusive também foi possível testar as predições defendidas pela biogeografia de ilhas em pelo menos um dos tratamentos selecionados e, entre as condições ambientais, o relevo em especial foi decisivo para compor a diferenciação na riqueza e diversidade de espécies verificadas nesse estudo.

De um modo geral, pode-se inferir que as abordagens florísticas (análise da riqueza e similaridade), detecção de síndromes de dispersão e da caracterização de ilhas de vegetação configuram-se de fundamental importância para o entendimento do funcionamento e estrutura de ambientes rochosos, em especial, para aqueles assentados no nordeste brasileiro.



