

TATIANY OLIVEIRA DA SILVA

**RIQUEZA E DIVERSIDADE DE BRIÓFITAS EM AFLORAMENTOS
ROCHOSOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL**

**RECIFE
2012**

TATIANY OLIVEIRA DA SILVA

**RIQUEZA E DIVERSIDADE DE BRIÓFITAS EM AFLORAMENTOS
ROCHOSOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Orientadora: Kátia Cavalcanti Pôrto
Área de concentração: Florística e Sistemática
Linha de pesquisa: Florística e Sistemática de Criptógamas

**RECIFE
2012**

Catálogo na fonte
Elaine Barroso
CRB 1728

Silva, Tatiany Oliveira da

Riqueza e diversidade de briófitas em afloramentos rochosos do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil/ Recife: O Autor, 2012.

60 folhas : il., fig., tab.

Orientadora: Kátia Cavalcanti Pôrto

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Biologia Vegetal, 2012.

Inclui bibliografia

1. Briófito I. Pôrto, Kátia Cavalcanti (orientadora) II. Título

588

CDD (22.ed.)

UFPE/CCB- 2014- 074

TATIANY OLIVEIRA DA SILVA

**RIQUEZA E DIVERSIDADE DE BRIÓFITAS EM AFLORAMENTOS
ROCHOSOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL**

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Kátia Cavalcanti Pôrto (Orientadora) – UFPE

Profa. Dra. Nivea Dias dos Santos – UFPE

Profa. Dra. Adaíses Simone Maciel da Silva – UFRRJ

“Temos, todos que vivemos,
Uma vida que é vivida
E outra vida que é pensada,
E a única vida que temos
É essa que é dividida
Entre a verdadeira e a errada”.

Fernando Pessoa

À minha família e amigo,
Bárbara, Camila, Gabriel, Gefferson,
Kamutcha, Roberto, Thielles e Luiz Jardim.

DEDICO

À natureza
pelas cores das plantas que
fascinam meus olhos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pela estrutura física e acadêmica para o desenvolvimento da dissertação e pelo crescimento pessoal, profissional e científico que me possibilitou.

Agradeço de forma especial ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal (PPGBV), pelo embasamento teórico através das disciplinas, ao prof. Dr. Mauro Guida, coordenador, ao secretário Hildebrando, pela presteza e competência, e às zeladoras por gentileza.

A todos os professores do PPGBV e aos colegas do laboratório Biologia de Briófitas por compartilharem seus conhecimentos e experiências que de alguma forma contribuíram para a minha formação profissional.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela bolsa de mestrado, imprescindível para a realização do trabalho.

À Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, pelo financiamento da pesquisa através do projeto “Riqueza, diversidade e conservação de briófitas em afloramentos rochosos do estado de Pernambuco” (processo 0871-2010).

À organização não-governamental Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (CEPAN), pelo gerenciamento e apoio com equipamento para campo.

Sou grata à minha orientadora, Dra. Kátia Cavalcanti Pôrto, pela sua orientação, atenção e por ter possibilitado a oportunidade de estudar um pouco sobre as briófitas do Estado de Pernambuco.

Um obrigado mais que especial aos professores Fernando Mota Filho e Ioneide Alves por me ajudarem nas escolhas das áreas de estudos e Dr. Felipe de Melo, Ms. Mércia P.P. da Silva e Dra. Nivea D. dos Santos e Dra. Lisi Dámaris Pereira Alvarenga pela contribuição preciosa nas análises estatísticas.

Aos taxonomistas Dr. Denilson Peralta, Dra. Olga Yano e Dr. Jan-Peter Frahm, pelo auxílio na identificação das briófitas.

Aos meus tios e aos meus irmãos pela credibilidade e confiança em mim. Obrigado pelo apoio, ensinamentos de solidariedade e carinho por mim sempre demonstrado, amo muitíssimo todos vocês. Sem dúvida, essa conquista não seria possível sem a ajuda cada um de vocês na minha vida.

Agradeço aos meus queridos amigos, Amanda Boeira, Nallaret D'Ávila, Luiz Jardim de Queiroz, Richard Laska, Dámaris, Jean-Louis, Patriota, Jéssiquinha, Géssica Costa, Lucas, Edna Patrícia, Natália, Xuleta, Juh, principalmente, pelo apoio emocional, vocês foram lindos comigo.

Muito obrigada!

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Localização dos afloramentos rochosos estudados no estado de Pernambuco. Legenda de acordo com a Tabela 1.....	36
Figura 2. Frequência das espécies de briófitas por micro-habitat dos afloramentos rochosos do estado de Pernambuco. Os valores referem-se à porcentagem do total de briófitas registradas.....	50
Figura 3. Dendrograma de similaridade (índice de Bray-Curtis) obtido pelo método de ligação de Média de Grupo (UPGMA) a partir da matriz brioflorística das áreas de afloramentos rochosos inventariadas do estado de Pernambuco.....	51
Figura 4. Dendrograma de similaridade (índice de Sørensen) obtido pelo método de ligação de Média de Grupo (UPGMA) a partir da matriz brioflorística das áreas de afloramentos rochosos inventariadas do estado de Pernambuco.....	52
Figura 5. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (PCA) da matriz ambiental das áreas de afloramentos rochosos do estado de Pernambuco.....	53
Figura 6. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica (CCA) dos dados de ocorrência de briófitas nas áreas de afloramentos rochosos do estado de Pernambuco.....	53
Figura 7. Fotografias de espécies de musgos mais frequentes (A,B,C) e a hepática endêmica do Brasil (D) encontradas nos afloramentos rochosos do Estados de Pernambuco, Nordeste do Brasil. A. <i>Campylopus savannarum</i> (Müll. Hal.) Mitt., B. <i>Campylopus pilifer</i> Brid., C <i>Bryum argenteum</i> Both., D. <i>Riccia taeniaeformis</i> Jovet-Ast.....	69

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Localização e dados climáticos dos afloramentos rochosos inventariados no estado de Pernambuco.....	37
Tabela 2. Frequência total das espécies de briófitas dos afloramentos rochosos (siglas de acordo com a Tabela 1) estudados no estado de Pernambuco. Frequência total = F.t.; Subdivisão Acrocárpico= A , Pleurocárpico= P ; Frequência em número de áreas = F.N.A.; Registros novos para a caatinga (*).....	40
Tabela 3. Sistema sexual e presença de esporófito nas espécies de briófitas das áreas de afloramentos rochosos do estado de Pernambuco. Frequência total dos registros = F.t.; Sistema sexual = S.s.: Monoico = M; Dioico = D; e Monoico/Dioico = M/D; Presença de esporófito: rara = 0 - 20%; ocasional = 30 ≤ 50%; e frequente = > 50%.....	42
Tabela 4. Forma de vida, micro-habitat e tipo de substrato das espécies de briófitas dos afloramentos rochosos do estado de Pernambuco. Forma de vida: tufo = TF; tapete = TP; trama = TR; talosa = TL; Micro-habitats: ilha de solo = IS; rocha exposta = RE; fissura = FI; cacimba = CA; Substratos: tronco vivo; solo; e rocha ; Profundidades do solo em centímetros: rasa = 0 – 0,9; média = 1,0 – 4,9; e profunda = > 5,0.....	44
Tabela 5. Distribuição mundial e domínios fitogeográficos brasileiros das espécies de briófitas registradas para os afloramentos rochosos do estado de Pernambuco. Amazônia = AM; Caatinga = CA; Cerrado = CE; Mata Atlântica = MA; Pampa = PP; Pantanal = PT.....	46
Tabela 6. Comparação entre riqueza, similaridade, diversidade e equitabilidade das espécies de briófitas das áreas de afloramentos rochosos do estado de Pernambuco. Negrito = número de espécies por área; fonte normal = número de espécies comuns entre as áreas; itálico = índice de similaridade de Bray-Curtis; sublinhado = H' (diversidade das espécies); tarja cinza = J'(equitabilidade). O índice de Shannon-Wiener foi calculado com base no logaritmo natural. *** (refere-se à presença de uma única espécie).....	53

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO GERAL	15
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
<i>Fatores influenciadores de diversidade e composição em afloramentos rochosos</i>	17
<i>Estudo de afloramentos rochosos no Brasil</i>	18
Sudeste	18
Nordeste	19
<i>Briófitas de afloramentos rochosos</i>	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
Fotografias das áreas de afloramentos rochosos do estado de Pernambuco	26
MANUSCRITO – Briófitas em afloramentos rochosos do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil.....	31
RESUMO	32
ABSTRACT	33
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS	35
<i>Área de estudo</i>	35
<i>Amostragem</i>	37
<i>Análise dos dados</i>	38

RESULTADOS.....	39
<i>Composição florística e características ecológicas das espécies.....</i>	<i>39</i>
<i>Micro-habitats e substratos</i>	<i>43</i>
<i>Padrões fitogeográficos.....</i>	<i>45</i>
<i>Riqueza, diversidade e similaridade.....</i>	<i>47</i>
<i>Efeito da continentalidade.....</i>	<i>48</i>
<i>Influência do ambiente na distribuição das espécies.....</i>	<i>48</i>
DISCUSSÃO.....	54
<i>Composição e características ecológicas das espécies.....</i>	<i>54</i>
<i>Riqueza e diversidade.....</i>	<i>57</i>
<i>Efeito da continentalidade, similaridade entre as áreas e padrão fitogeográfico.....</i>	<i>58</i>
<i>Influência do ambiente na distribuição das espécies.....</i>	<i>59</i>
CONCLUSÃO.....	61
AGRADECIMENTOS.....	62
REFERÊNCIAS.....	63

RESUMO

A composição, a riqueza e a diversidade de briófitas foram objeto de estudo em afloramentos rochosos do estado de Pernambuco. O trabalho visou responder as seguintes perguntas: 1) a brioflora dessas formações é composta por espécies de ampla distribuição mundial?, 2) os afloramentos têm composição brioflorística similar ou funcionam como unidades ecológicas? e 3) como os atributos de comunidades se comportam em função do gradiente de continentalidade? Foi estabelecido um esforço amostral de quatro horas de caminhada em cada área. Na amostragem foram considerados os seguintes tipos de micro-habitats: rocha exposta, fissura, ilha de solo e cacimba e de substratos: rocha, tronco vivo, tronco morto, e solo. Para cada mancha de briófita foi anotada a presença de esporófito e a forma de vida. O sistema sexual de cada espécie foi pesquisado em literatura, bem como a distribuição no Brasil e no mundo. A brioflora foi representada por 49 espécies pertencentes a 36 gêneros e 20 famílias. Destas espécies, 34 são musgos (69%) e 15 hepáticas (31%). Lejeuneaceae, Bryaceae, Leucobryaceae, Frullaniaceae e Pottiaceae foram as famílias mais representativas (53% spp.). A maioria das espécies assinaladas apresentou padrão de distribuição Amplo (51%). O inventário forneceu 25 novos registros de espécies para a Caatinga e uma para a região do Nordeste. As maiores riquezas e frequências estiveram associadas ao micro-habitat ilha de solo (37 spp. e 336 registros) e rocha exposta (12 spp. e 34 registros). A forma de vida mais abundante foi tufo (74%). O sistema sexual dióico foi mais expressivo que o monóico, e esporófitos raramente foram encontrados na maioria das espécies. A riqueza, a diversidade e a equitabilidade variaram conspicuamente entre as áreas. A similaridade da composição foi baixa (< 50%), embora um pequeno grupo de afloramentos mostrou-se bem estabelecido. As análises estatísticas e exploratórias não mostraram relação entre as variáveis geoclimáticas correlacionadas a continentalidade com as variáveis biológicas. Considerando as particularidades desses ambientes, para interpretações mais seguras dos fatores condicionantes face aos diversos aspectos de comunidades de briófitas, faz-se necessária uma análise conjunta de um maior número de fatores ambientais.

Palavras-chave: musgos, hepáticas, padrão de distribuição, forma de vida, continentalidade.

ABSTRACT

The composition, richness and diversity of bryophytes have been studied on rocky outcrops of the Pernambuco State. The study aimed to answer the following questions: 1) Are the bryophytes of these formations composed of species of world wide distribution and xerotolerantes? 2) Do the rock outcrops have similar composition floristic or do they serve as ecological units? And 3) how do the communities traits behave according to the gradient of continentality? The study was carried out in nine rock outcrops. Samples of bryophytes were collected haphazardly from a constant four-hour effort of walk-survey in each area. The following microhabitats were considered: exposed rock; cracks; soil islands; rock pool. The substrates were: rock, bark, rotten wood and soil. Each population was also investigated for the presence of sporophytes and growth form. Sexual system and geographic distribution of each species was researched in literature. Forty nine species were recorded distributed in 36 genera and 20 families. Thirty-four (69%) species were mosses and 15 (31%) were liverworts. Lejeuneaceae, Bryaceae, Leucobryaceae, Frullaniaceae and Pottiaceae were the most well represented families, with 53% of the species. Most of the species had worldwide distribution pattern (51%). The greatest richness and frequencies were associated with microhabitats soil islands (37 spp., and 336 records) and exposed rock (12 spp., and 34 records). The most abundant life form was turf (74%). The dioecious sexual system was more expressive than the monoecious and sporophytes were rarely found on the samples. The richness and equitability varied remarkably between the studied areas. Similarity was low between areas (<50%), although a group was well established. Exploratory and statistic analysis revealed no clear influence of the geoclimatic variables associated with continentality on bryophytes. Considering the peculiarities of these environments safer for interpretation of conditioning factors in relation to various aspects of communities of bryophytes, it is necessary a joint analysis of a greater number of environmental factors.

Keyword: mosses, liverworts, distribution patterns, life form, continentality.

INTRODUÇÃO GERAL

Os afloramentos rochosos são elementos da paisagem que se destacam na planície após sofrerem desgastes erosivos ao longo da história paleoclimática (Porembski *et al.* 1998). Eles se constituem de vários tipos de rochas, mas, em geral, são graníticos ou gnáissicos, com idade superior a 20 milhões de anos (Dörrstock *et al.* 1996, Porembski *et al.* 1997). De acordo com Porembski *et al.* (1997), esses tipos de ambientes se distribuem preferencialmente em regiões tropicais e subtropicais.

Devido às condições microclimáticas e edáficas, os afloramentos rochosos apresentam uma cobertura biótica drasticamente diferente do seu entorno (Porembski & Barthlott 2000). Em geral, são providos de uma série de micro-habitats como fissura, cacimba, ilha de solo, rocha exposta, depressão rasa úmida, entre outros (Porembski *et al.* 1994).

De todo modo, a primeira impressão é de que esses ambientes sejam extremamente adversos à vida, por apresentarem grande amplitude diária de temperatura, solos rasos e pobres em nutrientes, alto grau de insolação e evaporação, fortes ventos e grande heterogeneidade topográfica (Porembski *et al.* 1998, Parmentier 2003). Mesmo assim, possibilitam a colonização por plantas e organismos pioneiros, que apresentam características morfológicas e fisiológicas com tolerância à dessecação (Lüttge 2008). Por isso, são considerados excelentes modelos ecológicos para estudar a ocorrência de diferentes formas de vida, hábito quanto ao substrato, padrão de ocorrência de sistema sexual e de distribuição (Scarano 2007).

As plantas investigadas nesse trabalho foram as briófitas, que contribuem de maneira significativa para a biodiversidade do planeta, sendo representadas por aproximadamente 18.000 espécies (Shaw & Goffinet 2009). A capacidade de tolerar condições ambientais extremas, aliada à dispersão a longa distância, permite que elas tenham uma distribuição em todas as latitudes do globo, exceto, as briófitas muito sensíveis a essas condições (Gradstein & Pócs 1989, Glime 2009), além de colonizarem grande diversidade de substratos como rochas (Scott 1982), solos, folhas, troncos vivos ou mortos, etc (Gradstein *et al.* 2001).

Atualmente, a maioria dos estudos sobre briófitas relacionadas aos afloramentos rochosos, foi desenvolvido no continente africano e abordam questões sobre diversidade florística, padrão de distribuição, especificidade de habitat, formas de vida, dispersão, estratégias de vida e adaptações ecológicas (Frahm & Porembski 1994, Frahm 1996, 2000). No Brasil, levantamentos brioflorísticos trazem relatos de espécies utilizando rocha como substrato de colonização (Harley 1995, Bastos *et al.* 1998, Bastos *et al.* 2000, Peralta & Yano

2008), entretanto, apenas um trabalho, realizado por Valente & Pôrto (2006) é específico para este tipo de ambiente e indica a predominância de espécies de distribuição neotropical e ampla nos estados brasileiros. Desta forma, esta dissertação foi desenvolvida com objetivo de contribuir com dados qualitativos e quantitativos relacionados à riqueza, diversidade, formas de vida, micro-habitats, substratos e a ocorrência de estruturas reprodutivas das briófitas em áreas de afloramentos rochosos no semiárido do estado de Pernambuco.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme Barthlott *et al.* (1993) a cobertura biótica dos afloramentos rochosos foi assinalada pela primeira vez por Alexander von Humboldt, em 1819, durante viagem de exploração ao longo do rio Orinoco, Venezuela, que destacou sua cobertura. Porém, somente no final do século passado os estudos sobre esses tipos de ambientes se intensificaram em várias regiões do mundo como, por exemplo, Estados Unidos da América, Nigéria, Oeste da África e Austrália (Siene *et al.* 1996).

As condições ambientais são extremamente severas nos afloramentos rochosos. Por conta disso, a diversidade florística nestes ambientes é relativamente baixa quando comparada à de outros ecossistemas (Porembski *et al.* 1998). Apenas espécies adaptadas, principalmente as plantas suculentas e poiquilohídricas, tolerantes à dessecação, são capazes de se estabelecer em ambientes como esses, onde encontram refúgios nos vários micro-habitats formados pela declividade e pela erosão das rochas, como: a) rocha exposta, cuja ocupação é feita principalmente por líquens e cianobactérias; b) cacimbas rasas, com água sazonal, onde predominam ervas terofíticas (Poaceae, Cyperaceae e Eriocaulaceae); c) cacimbas profundas, com substrato pouco desenvolvido, onde predominam monocotiledôneas; d) depressões rasas na rocha, com ocorrência predominante de musgos, hepáticas talosas, arbustos e árvores de pequeno porte; e e) ilhas de solo, que se destacam sobre os afloramentos rochosos neotropicais, por apresentarem riqueza, principalmente de Bromeliaceae, Cactaceae, Cyperaceae, Orchidaceae, Poaceae e Velloziaceae. Dessa forma, a rocha em si é, geralmente, encontrada com algum tipo de colonização.

Apesar da tolerância à dessecação ser comum em plantas avasculares (briófitas), essa característica adaptativa é muito rara em plantas vasculares, particularmente nas angiospermas (Proctor *et al.* 2007). Conforme Porembski & Barthlott (2000) cerca de 330 espécies de plantas

vasculares são poiquilohidrica, e entre essas aproximadamente 90% ocorre em afloramentos rochosos. Esse fato faz com que esses tipos de ambientes sejam considerados centros de diversidade desse grupo taxonômico, representado, principalmente pelos gêneros *Afrotrilepis*, *Fimbristylis* e *Trilepis*, Cyperaceae, *Barbacenia*, *Talbotia*, *Vellozia* e *Xerophyta*, Velloziaceae, *Streptocarpus*, Gesneriaceae, *Myrothamnus*, Myrothamnaceae, *Craterostigma*, *Limosella*, *Lindermia*, Scrophulariaceae, *Eragrostiella* e *Eragrostiella*, Poaceae, *Doryopteris* e *Hemionitis*, Pteridaceae.

Fatores influenciadores de diversidade e composição em afloramentos rochosos

Conforme Lüttge (2008) em diversas análises sobre a vegetação de afloramentos rochosos, os pesquisadores têm buscado compreender se a ocupação desses ambientes isolados é determinística ou estocástica, e se existem estados clímax.

No continente africano Burke (2002, 2003) realizou estudos sobre a composição florística de plantas vasculares que colonizam diferentes tipos litológicos de afloramentos rochosos, concluiu que diferem em função da composição da rocha e pela heterogeneidade de micro-habitats. Além disso, a autora aponta que afloramentos rochosos com altitudes mais elevadas têm relações florísticas e de habitat mais próximas com os de montanhas do que afloramentos rochosos de baixa altitude.

Na América do Sul, as investigações sobre afloramentos rochosos abrangem a fitossociologia de espécies herbáceas e arbustivas (Sarhou & Villiers 1998, Sarhou *et al.* 2003), mudanças climáticas (Fonty *et al.* 2009), processos de sucessão (Sarhou *et al.* 2009), análises fitogeográficas (Gröger & Huber 2007), dentre outros.

Fonty *et al.* (2009) compilaram os trabalhos florísticos desenvolvidos no afloramento rochoso de Nouragues, Guiana Francesa e concluíram que as mudanças climáticas em decorrência do aumento da temperatura ($> 2^{\circ}\text{C}$ nos últimos 50 anos) afetaram severamente os estágios juvenis de árvores e espécies de arbustos, diminuindo consideravelmente a riqueza de espécies tanto na vegetação sobre o afloramento rochoso quanto na floresta Neotropical circundante.

Um estudo de caso sobre o processo de sucessão, também no afloramento rochoso de Nouragues, foi condicionado pela inclinação da rocha, flutuações climáticas e das interações biológicas entre as plantas, micróbios e animais (Sarhou *et al.* 2009). Outro estudo, nesse mesmo afloramento rochoso, abordando o efeito do isolamento de três tipos de manchas vegetacionais (copa de *Clusia minor*, copa de *Myrcia saxatily* e uma zona de destruição pelo fogo), concluiu que as comunidades de artrópodes em função do seu grupo taxonômico e de

sua dieta alimentar controlavam a composição das manchas de arbustos (Kounda-Kiki *et al.* 2009).

Análises fitogeográficas no oeste dos escudos das Guianas, realizadas por Gröger & Huber (2007), permitiram a distinção entre duas grandes áreas, uma ao sul, com conexão florística com a flora de “tepui”, e outro ao norte, com elos fitogeográficos com o Caribe e o Escudo Brasileiro, e enfatizaram que o gradiente de profundidade do solo e a disponibilidade de água são fatores chave na determinação da composição florística em afloramentos rochosos no escudo das Guianas. Outro estudo conduzido na Colômbia também sugere que o padrão de distribuição espacial das espécies sobre os afloramentos rochosos de arenitos é controlado pela profundidade do solo, o qual é favorecido pela disponibilidade de matéria orgânica (Arbeláez & Duidenvoorden 2004).

Estudo de afloramentos rochosos no Brasil

No Brasil, os afloramentos rochosos ocorrem desde a região amazônica até o sul do país (Prance 1996, Porembski 2007). Porém, é no semiárido da região Nordeste que apresentam maior concentração (Velloso *et al.* 2002). Segundo Scarano (2007), esses tipos de ambientes na Amazônia e no nordeste brasileiro, em particular, permanecem em grande parte desconhecidos para a ciência.

Sudeste

Peron (1989) ao realizar o levantamento florístico na Serra do Itacolomi, Minas Gerais, com altitude de 700 a 1752m, sobre as formações vegetacionais: capões de mata, capões de mata seca, campos gramíneos secos, campos gramíneos úmidos e afloramentos rochosos, constataram que, dentre os afloramentos rochosos quartízticos, as espécies mais frequentes pertencem às famílias Gesneriaceae, Velloziaceae e Orchidaceae que também elas são recorrentes em outras regiões de campos rupestres em Minas Gerais.

Porembski *et al.* (1998) realizaram um estudo comparativo sobre a composição florística de monocotiledôneas em seis áreas de afloramentos presentes na floresta Atlântica em diferentes estados brasileiros (Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia). Os resultados indicaram que a diversidade alfa é relativamente uniforme, mas a diversidade beta diferiu, indicando um alto grau de colonização estocástica.

Meirelles *et al.* (1999), examinando 347 ilhas de solos em oito afloramentos rochosos gnássico-granítico no estado do Rio de Janeiro, verificaram a influência da proximidade com

o mar. Por conta disso, cada afloramento rochoso apresentou uma riqueza de espécies dependente da área total e valores elevados de diversidade beta. Os autores também acrescentaram que apesar desses ambientes apresentarem singularidade devido à ocorrência de várias espécies endêmicas, mesmo assim, não são protegidos por legislação ambiental específica, por isso são necessárias ações urgentes para a sua proteção neste sentido.

Medina *et al.* (2006) informaram que o estabelecimento e o crescimento de plantas nos afloramentos rochosos do Planalto do Itatiaia, Minas Gerais, são limitados por fatores como falta de solo e temperaturas congelantes abaixo de 0°C, nas noites de inverno. Constataram também que as espécies tapetes, *i.e.*, plantas que vivem sobre o solo e servem de substratos para outras plantas, sobre afloramento rochoso apresentaram um papel importante, por prover substrato para outras plantas.

Ribeiro *et al.* (2007), estudando a flora presente em ilhas de vegetação sobre o mesmo afloramento dos pesquisadores anteriores, relatam que as plantas xerófitas e hidrófitas ocorrem lado a lado devido à forte heterogeneidade ambiental, uma vez que existem mesmo em uma pequena escala espacial uma grande quantidade de micro-habitats e marcantes gradientes ambientais de altitude, o que favoreceu o estabelecimento de uma flora muito diversificada. As espécies mais representativas nesse estudo foram pertencentes às famílias Asteraceae e Poaceae.

Nordeste

Na região Nordeste, estudos florísticos sobre plantas vasculares de dois afloramentos rochosos na região de Milagres, Bahia, apontam grande semelhança florística entre eles, elevado índice de gêneros representados por apenas uma espécie e antropização devido a intensa extração de rochas para pavimentação pública e à presença de rebanhos caprinos. Por isso, esses ambientes encontram-se muito ameaçados (França *et al.* 1997).

Löhne *et al.* (2004) estudaram a biologia floral e reprodutiva de espécies de *Mandivilla* (Apocynaceae) de um afloramento rochoso no estado de Pernambuco e observaram que as flores foram visitadas por diferentes tipos de abelhas, que ca. 60% das flores analisadas haviam sido naturalmente polinizadas e aproximadamente 35% das flores apresentaram frutos.

Porto *et al.* (2008), investigando um afloramento rochoso na Paraíba concluíram que a diversidade florística parece estar relacionada à antropização e à diversidade de micro-habitats. A família Leguminosae, representada principalmente por terófitas, foi a mais representativa, refletindo as condições climáticas áridas. Também foi observada a ocorrência

de formações monoespecíficas de Bromeliaceae, característica que se repete em outros afloramentos rochosos.

França *et al.* (2006) estudando o topo de um dos afloramento rochoso (Morro do Agenor), também na Bahia, destacaram as maiores riqueza de espécies nas famílias Bromeliaceae e Euphorbiaceae, e que a grande maioria das espécies coletadas é constituída por fanerófitas.

Pitrez (2006) realizou estudos sobre a florística e a citogenética de plantas vasculares de quatro afloramentos rochosos localizados no estado da Paraíba. A autora verificou que as famílias com maior riqueza específica foram Leguminosae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Poaceae e Rubiaceae. Além disso, testou a hipótese de que populações de espécies teriam um maior nível de ploidia do que aquelas espécies de habitats terrestres, o que não foi suportada. No entanto, em espécies com ancestrais epifíticos, a autora observou um nível de ploidia mais elevado, especialmente nas Bromeliaceae e Orchidaceae.

Gomes & Alves (2010) analisaram a composição florística de plantas vasculares e a estrutura da vegetação de dois afloramentos rochosos cristalinos no agreste do estado de Pernambuco, onde se destacam as famílias Fabaceae, Asteraceae, Orchidaceae, Euphorbiaceae, Bromeliaceae e Poaceae, e como formas de vida destacam-se as fanerófitas e terófitas. A flora analisada compartilha semelhança florística com a de outros afloramentos rochosos do Nordeste do Brasil.

Briófitas de afloramentos rochosos

Os primeiros estudos com briófitas de afloramentos rochosos de regiões áridas foram realizados por Frahm & Porembski (1994) e Frahm (1996, 2000), no continente africano. Os trabalhos revelam riqueza de musgos, especialmente acrocárpicos (que apresentam esporófitos terminais), reconhecidamente melhor adaptados a locais abertos e áridos, seguidos por espécies de hepáticas talosas, pertencentes ao gênero *Riccia*, e antóceros dos gêneros *Anthoceros* e *Notothylas*. Apontam ainda que a riqueza, a similaridade e a diversidade desses afloramentos são baixas. Ademais, não houve correlação entre o número de espécies com o tamanho da área e com a altitude dos afloramentos rochosos nesses estudos de caso.

Embora diversos levantamentos brioflorísticos em áreas de elevada altitude como campos rupestres, campos de altitude e paredão rochoso relacionem espécies sobre substrato rochoso (Bastos *et al.* 1998, 2000, Moraes *et al.* 2006, Peralta & Yano 2008), para o Brasil, existe apenas um trabalho específico com briófitas de afloramento rochoso (Valente & Pôrto 2006). Esse estudo foi realizado no topo do morro da Pioneira, Bahia, que apresenta origem

gnáissica e granítica, ocorrendo formação de nebulosidade no topo do morro e a base é circundada por vegetação de caatinga e por floresta tropical úmida nas encostas. Ele apresentou baixo número de espécies quando comparado a de outros ambientes como campos rupestres. A brioflora registrada, em sua maioria, foi composta por espécies consideradas xerofíticas, generalistas ou típicas de sol.

Medina *et al.* (2006), também estudando o afloramento rochoso no Planalto do Itatiaia, Minas Gerais constataram que espécies de geófitas, *Stevia camporum* Baker (Asteraceae) e *Alstroemeria foliosa* Mart. (Alstroemeriaceae), se segregam devido ao provimento de substrato pelas espécies de musgos *Campylopus pilifer* e *Polytrichum commune* e à inclinação da rocha. Ribeiro *et al.* (2007) também nesse mesmo ambiente, sugere que os musgos *Campylopus pilifer* Brid., *Polytrichum commune* Hedw. E *Hedwigium integrifolium* (P. Beauv.) Dixon apresentam um papel importante na formação e na expansão das ilhas de solos. Em seu estudo, tais briófitas foram extremamente abundantes nas ilhas, ocupando cerca de 50% das áreas.

Desta forma, os afloramentos rochosos permitem um rápido teste experimental de hipótese por apresentarem diferentes tamanhos e graus de isolamentos sobre o continente. Além de manterem seus atributos típicos (solos rasos e pobres em nutriente, temperaturas elevadas, ventos fortes, etc), independentemente da localização geográfica, assim permitindo ampla escala de comparações entre regiões muito diferentes – na diversidade, tipo de vegetação, entre outros (Barthlott & Porembski 2000).

Plantas avasculares, e especialmente vasculares poiquilohídricas, tipicamente tolerantes à dessecação e resistentes à seca, calor e irradiação elevada são favorecidas em afloramentos rochosos (Barthlott & Porembski 2000, Lüttge 2008). Assim, esses ambientes oferecem excelentes laboratórios de investigação para abordar diferentes temas como os padrões de variação de riqueza e de composição espécies, a relação das comunidades com variáveis abióticas, etc (Porembski *et al.* 1998), além de fornecer dados básicos para que sejam estabelecidas estratégias de conservação nesses ambientes, que há tempos vem sofrendo com processos antrópicos de diversas categorias (Meirelles *et al.* 1999, Scarano 2007).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbeláez, M.V. & Duivenvoorden, J.F. 2004. Patterns of plant species composition on Amazonian sandstone outcrops in Colombia. *Journal of Vegetation Science* 15: 181-188.
- Barthlott, W. Porembski, S. Szarynski, J. & Mund, J.P. 1993. Phytogeography and vegetation of tropical inselbergs, p.15-24 In: Guillaumet, J.L.; Belin, M. & Puig, H. (Eds.). - *Phytogéographie tropicale: réalités et perspectives*. Paris, França.
- Barthlott, W., Gröger, A. & Porembski, S. 1993. Some remarks on the vegetation of tropical inselbergs: diversity and ecological differentiation. *Biogéographica* 69: 105-124.
- Barthlott, W. & Porembski, S. 2000. Why study inselbergs p. 1-5. In: Porembski, S., Barthlott, W. (Eds.), *Inselbergs: Biotic Diversity of Isolated Rock Outcrops in Tropical and Temperate Regions*. Ecological Studies Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Bastos, C.J.P., Stradmann, M.T.S. & Vilas Bôas-Bastos, S.B. 1998. Additional contribution to the bryophyte flora of Chapada Diamantina National park, State of Bahia, Brazil. *Tropical Bryology* 15: 15-20.
- Bastos, C.J.P., Yano, O. & Vilas Bôas-Bastos. 2000. Briófitas de campos rupestres da Chapada Diamantina, estado do Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 359-370.
- Burke, A. 2002. Plant communities a Central Namib inselberg landscape. *Journal of Vegetation Science* 13: 483-492.
- Burke, A. 2003. Floristic relationships between inselbergs and mountain habitats in the central Namib. *Dinteria* 22: 19-38.
- Carneiro, D. S., Cordeiro, I., França, F. 2002. A família Euphorbiaceae na flora de inselbergs da Região de Milagres, Bahia, Brasil. *Boletim Botânico da Universidade de São Paulo* 20: 31-47.
- Dörrstock, S., Porembisk, S. & Barthlott, W. 1996. Ephemeral flush vegetation on inselbergs in the Ivory Cost (West Africa). *Condollea* 51: 407
- Fonty, E., Sarthou, C., Larpin, D. & Ponge, J-F. 2009. A 10-year decrease in plant species richness on a neotropical inselberg: detrimental effects of global warming? *Global Change Biology* 15: 2360-2374.
- Frahm, J-P. & Porembski, S. 1994. Moose Von inselbergen aus westafrika. *Tropical Bryology* 9: 59-68.
- Frahm, J-P. 1996. Diversity, life strategies, origins and distribution of tropical inselberg bryophytes. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 67: 73-86.
- Frahm, J-P. 2000. Bryophytes, p. 91-102. In: Potembski, S. & Barthlott, W. (Eds). *Inselbergs: biotic dibersity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Ecological

Studies Springer Verlag Berlin Heidelberg.

- França, F. M. & Gonçalves, J.M. 2006. Aspectos da diversidade da vegetação no topo de um *Inselberg* no semi-árido da Bahia, Brasil. *Sitientibus* 6: 30-35.
- França, F. Melo, E. & Santos, C. C. 1997. Flora de inselbergs da região de Milagres, Bahia, Brasil: caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs. *Sitientibus Série Ciências Biológicas* 17: 163-184.
- Giulietti, A.M., Bocage Neta, A.L., Castro, A.A.J.G., Gamarra-Rojas, C.F.L., Sampaio, E.V.S.B., Virgínio, J.F., Queiroz, L.P., Figueiredo, M.A., Barbosa, M.R.V. & Harley, R.M. 2004. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma da caatinga, p.47-90. In: *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília: MMA-UFPE.
- Glime, J.M. 2009. *Bryophyte Ecology*. Michigan Technological University/Botanical Society of America/International Association of Bryologists. Publicado on line em (www.bryoecol.mtu.edu).
- Goffinet, B., Buck, W.R. & Shaw, A. 2009. Morphology and classification of the Marchantiophyta. Pp. 1-54. In: Goffinet, B. & Shaw, W.R. *Bryophyte Biology*. New York: Cambridge University Press.
- Gomes, P. & Alves, M. 2010. Floristic diversity of two crystalline rocky outcrops in the Brazilian northeast semi-arid region. *Revista Brasileira de Botânica* 33: 661-676.
- Gradstein, S.R. & Pócs, T. 1989. Bryophytes. P. 311-325. In: Lieth H. & Werger, M.J.A (eds.). *Tropical Rain Forest Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam.
- Gradstein, S.R., Churchill, S.P. & Salazar Allen, N. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 86: 1-585.
- Gröger, A. & Huber, O. 2007. Rock outcrop habitats in the Venezuelan Guayana lowlands: their main vegetation types and floristic components. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 599-609.
- Guerra, A.T. & Guerra, A.J.T. 1997. *Dicionário geológico-geomórfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Harley, R.M. (Comp.) 1995. Appendix 1-Bryophyta. P.: 803-812 In: Stannard, B.L. (ed.). *Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil*. Royal Botanic Gardens.
- Kounda-Kiki, C., Celini, L., Ponge, J. F., Mora, P. & Sarthou, C. 2009. Nested variation of soil arthropod communities in isolated patches of vegetation on a rocky outcrop. *Soil biology & Biochemistry* 41: 323-329.
- Lüttge, U. 2008. *Physiological ecology of tropical plants*. Springer-Verlag, Berlin.
- Medina, B.M.O., Ribeiro, K.T. & Scarano, F.B. 2006. Plant-plant and plant-topography interactions on a rock outcrop at high altitude in southeastern Brazil. *Biotropica* 38: 27-34.

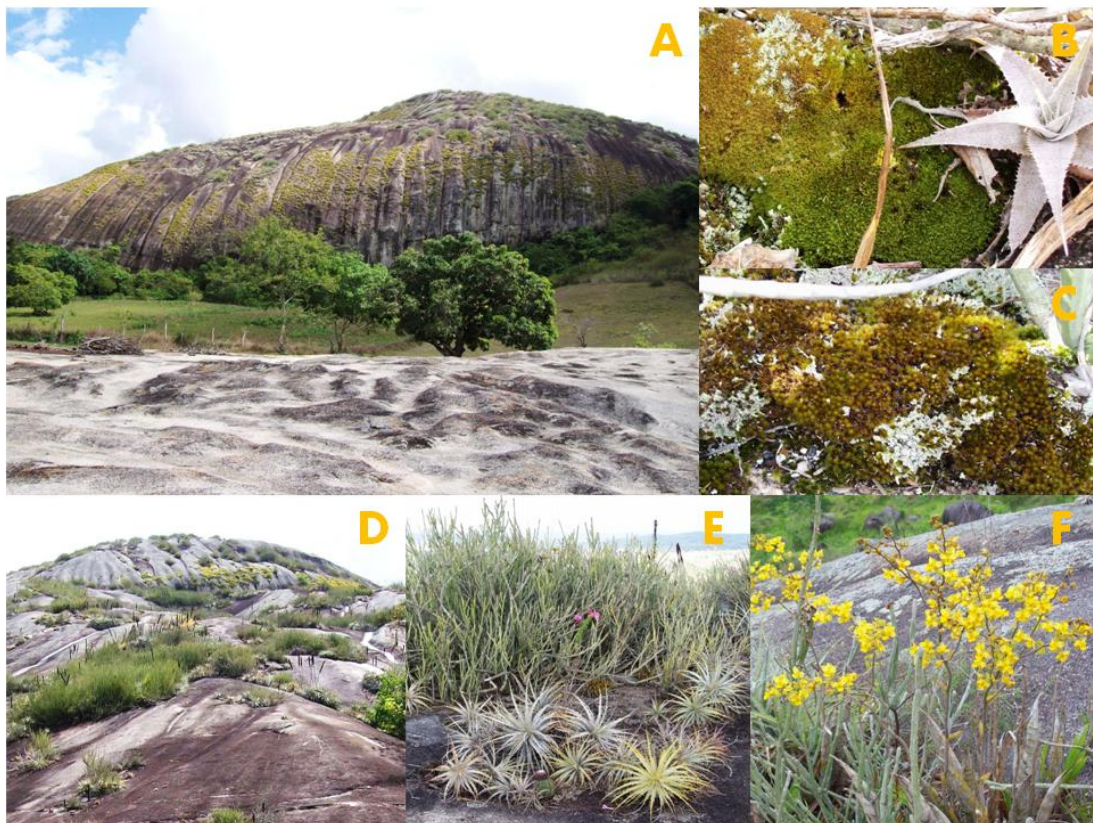
- Meirelles, S.T., Pivello, V.R. & Joly, C.A. 1999. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. *Environmental Conservation* 26:10-20.
- Moraes, E.N.R. & Lisboa, R.C.L. 2006. Musgos (Bryophyta) da Serra dos Carajás, estado do Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais* 1: 39-68.
- Peron, M.V. 1989. Listagem preliminar da flora fanerogâmica dos campos rupestres do Parque Estadual Itacolomi-Ouro Preto, Mariana, Minas Gerais. *Rodriguésia* 67: 63-69.
- Pitrez, S.R. 2006. *Florística, Fitossociologia e Citogenética de Angiospermas Ocorrentes em Inselbergues*. Tese de doutorado, Universidade Federal da Paraíba/Centro de Ciências Agrárias. 111 pp.
- Porembski, W., Barthlott, W. Dörrstock, S. & Biedinger. 1994. Vegetation of rock outcrops in Guinea: granite inselbergs, sandstone table mountains and ferricretes – remarks on species numbers and endemism. *Flora* 189: 315-326.
- Porembski, S. & Barthlott, W. 1996. Plant species diversity of west African inselbergs. Pp. 49-53. In: Van der Maesen, L.J.G.; Van der Burgt, X.M. & Van Medenbach de Rooy (eds.). *The biodiversity of African plants*. Kluwer Academic Publishers.
- Porembski, S., Siene, R. & Barthlott, W. 1997. Inselberg vegetation and biodiversity of granite outcrops. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 80: 193-199.
- Porembski, S., Martinelli, G., Ohlemüller, R. & Barthlott, W. 1998. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Biodiversity Research* 4: 107-119.
- Porembski, S. & Barthlott, W. 2000. Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. *Plant Ecology* 151: 19-28.
- Porembski, S. 2007. Tropical inselbergs: habitat types, adaptative strategies and diversity patterns. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 579-586.
- Porto, P.A.F., Almeida, A., Pessoa, W.J., Trovão, D., Felix, L.P. 2008. Composição florística de um inselbergue no agreste paraibano, município de Esperança, Nordeste do Brasil. *Revista Caatinga* 21: 214-222.
- Prance, S.T. 1996. Islands in Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society London* 1341: 823-833.
- Proctor, M. C., Oliver, M. J., Wood, A. J., Alpert., Stark, L. R., Cleavitt, N., Mishler, B. D. 2007. Desiccation tolerance in bryophytes: a review. *Bryologist* 110: 595-621.
- Ribeiro, K.T. Medina, B.M.O. & Scarano, F.R. 2007. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the plateau of Itatiaia, SE- Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 30: 623-639.
- Sarthou, C. & Villiers, J.-F. 1998. Epilithic plant communities on inselbergs in French Guiana. *Journal of Vegetation Science* 9: 847-860.

- Sarthou, C., Kounda-kiki, C., Vaculik, A., Mora, P. & Ponge, J.F. 2009. Successional patterns on tropical inselbergs: a case study on the Nouragues inselbeg (French Guiana). *Flora* 204: 396-407.
- Scarano, F.B. 2007. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 561-568.
- Scott, G. A. M. 1982. Desert bryophytes. P. 105-122. In: Smith, J E. (ed.). *Bryophyte Ecology*. Chapman and Hall, London.
- Seine, R.; Porembski, S. & Barthlott, W. 1996. A neglected habitat of carnivorous plants: inselbergs. *Feddes Repertorium* 106: 555-562.
- Valente, E.B. & Pôrto, K.C. 2006. Briófitas do afloramento rochoso na Serra da Jibóia, município de Santa Teresinha, Bahia, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 18: 207-211.
- Velloso, A.L., Sampaio, E.V.S.B., Giuliatti, A.M., Barbosa, M.R.V., Castro, A.A.J.F., Queiroz, L.P., Fernandes, A., Oren, D.C., Cestaro, L.A., Carvalho, A.J.E., Pareyn, F.G.C., Silva, F.B.R., Miranda, E.E., Keel, S. & Gondim, R.S. 2002. *Ecorregiões: propostas para o Bioma Caatinga*. APNE, The Nature Conservancy do Brasil, Recife.

Fotografias das áreas de afloramentos rochosos do estado de Pernambuco



Área 1. A) Afloramento rochoso Pedra da Massa, município de Camocim de São Félix; B) *Riccia vitalli* Jovet-Ast na ilha de solo encharcada de água; C) *Campylopus pilifer* Brid. e líquen frutico colonizando o solo; D) visão geral de uma ilha de solo encontrada sobre o afloramento rochoso; E) Líquen na ilha de solo; e F) *Octoblepharum albidum* Hedw. sobre o solo.



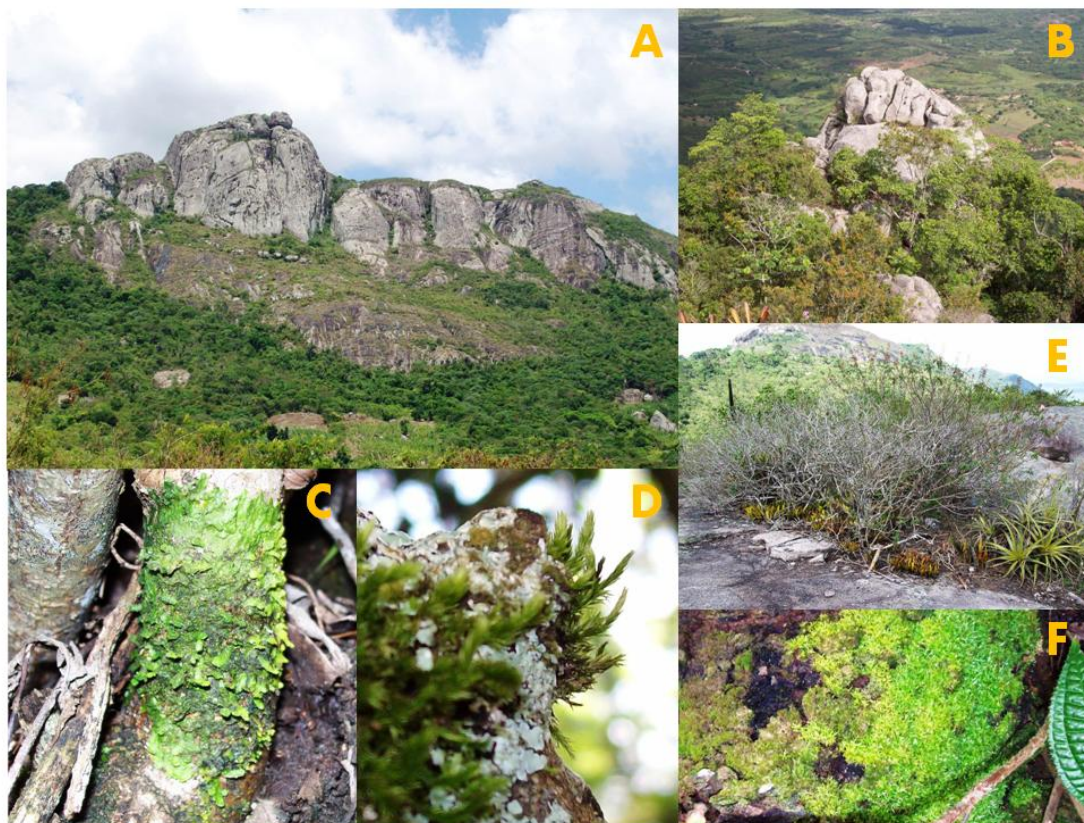
Área 2. A) Vista geral do afloramento rochoso Pedra Lagoa Nova, município de Pannels. B) *Syrrhopodon gaudichaudii* Mont. colonizando solo; C) *Campylopus pilifer* sobre o solo; D) visão geral da vegetação sobre o afloramento; E) Ilha de solo com Bromeliaceae e Euphorbiaceae; e F) bromélia.



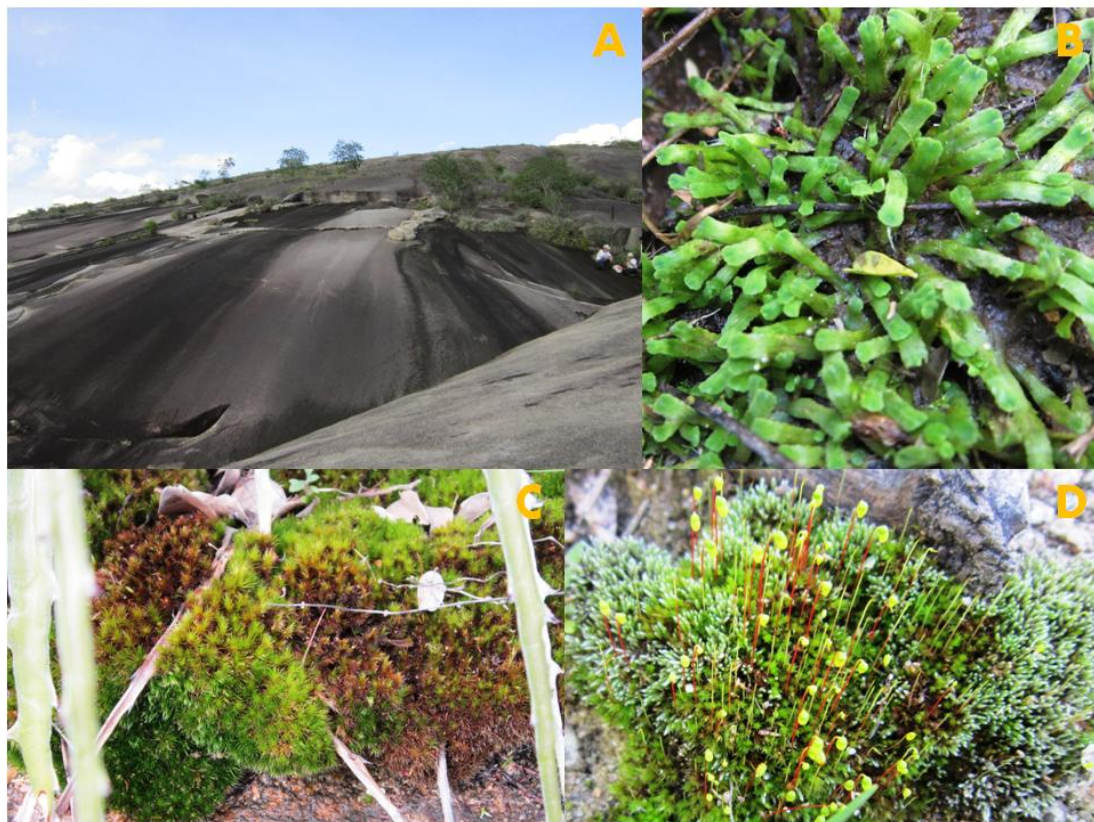
Área 3. A) Vista geral do afloramento rochoso Sítio Pedra das Moças, município de Quipapá; B) *Campylopus pilifer* colonizando solo; C e D) plantas encontradas no topo do afloramento; e E) ilha de solo com presença de Bromeliaceae.



Área 4. A) Visão geral do afloramento rochoso da Pedra do Cachorro, município de São Caetano; B) vegetação colonizando o paredão rochoso; C) visão geral da vegetação no topo do afloramento; D) visão geral da vegetação na base do afloramento; e E) *Campylopus savannarum* (Müll. Hall.) Mitt.colonizando o micro-habitat ilha de solo no topo do afloramento.



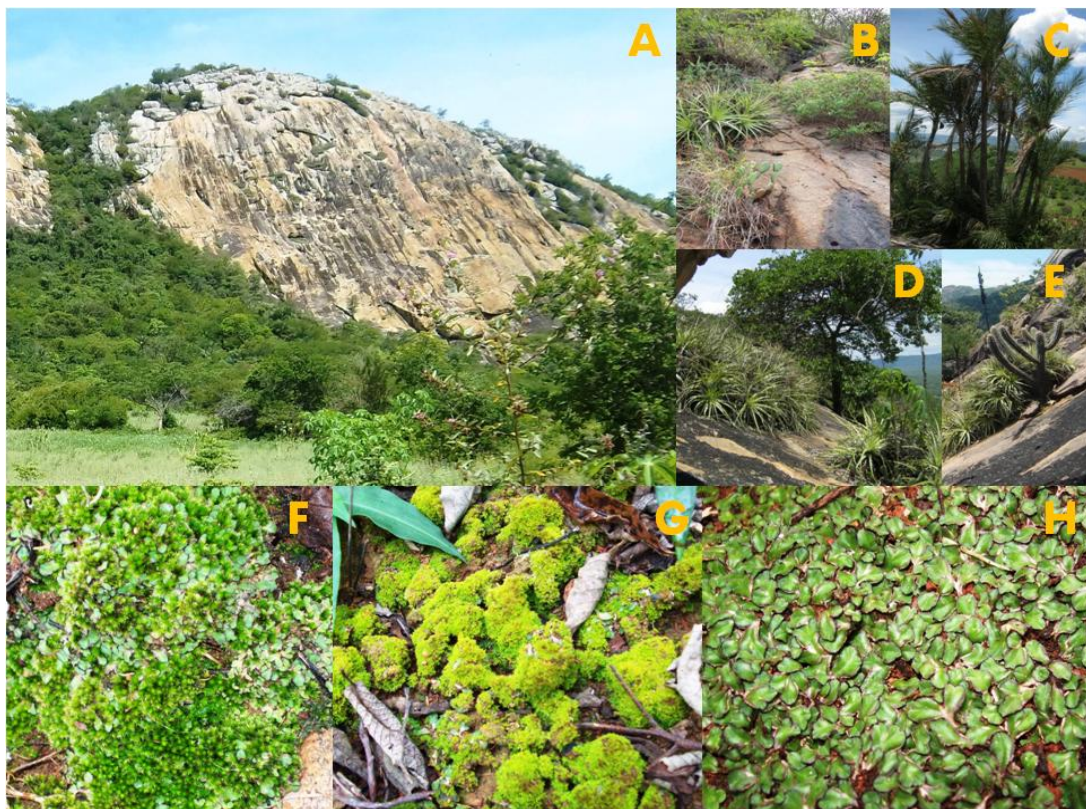
Área 5. A) Afloramento rochoso Pedra do Caboclo, município de Belo Jardim; B) visão geral do tipo de vegetação no topo do afloramento; C) hepática sobre tronco de arbusto; D) musgo sobre galho de árvore; E) visão geral da formação vegetacional na ilha de solo; e F) musgo colonizando solo.



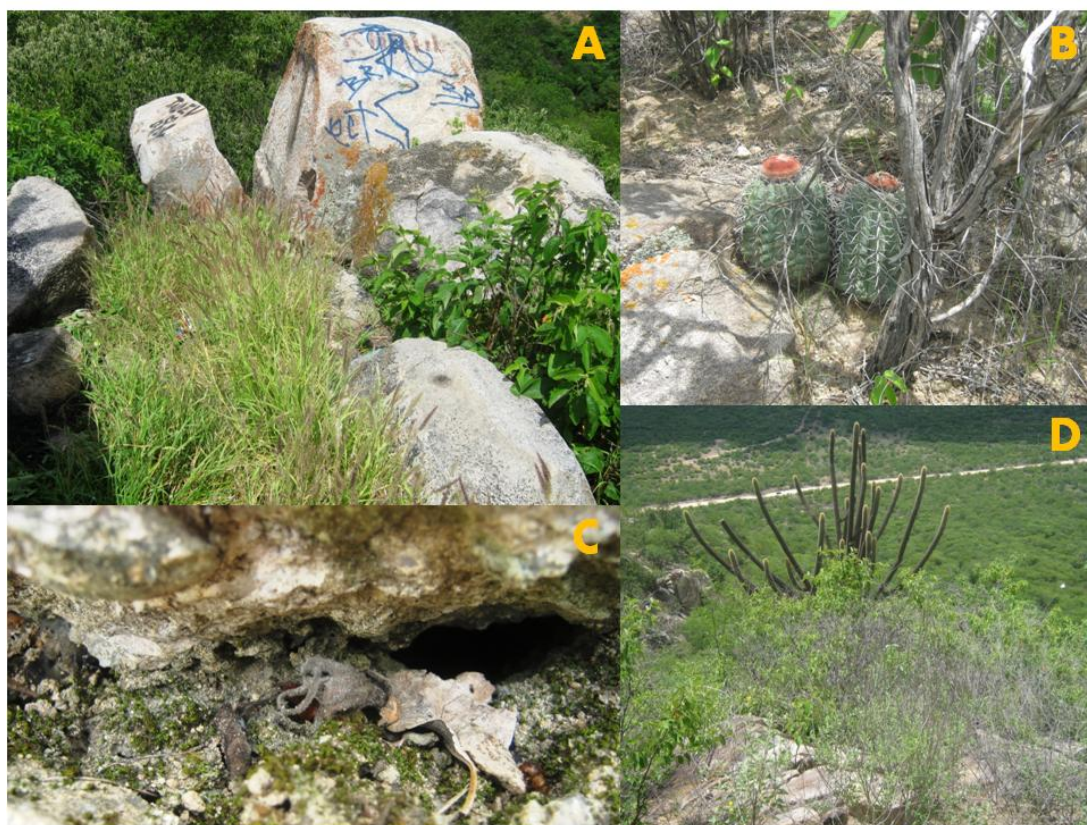
Área 6. A) Vista geral do afloramento rochoso Pedra, município de Pedra; B) *Riccia taeniaeformis* Jovet-Ast colonizando solo encharcado de água; C) *Campylopus pilifer* colonizando solo; e D) *Bryum argenteum* Both. e *Gemmabryum exile* (Dozy & Molk.) Spence & H.P. Ramsay.



Área 7. A) Visão geral do afloramento rochoso Pico do Papagaio, município de Triunfo; B) *Campylopus savannarum* e *Campylopus pilifer* colonizando fissura na rocha; C) *Macrocoma tenue* colonizando cacto; D) *Campylopus occultus* Mitt. sobre solo; E) *Frullania gibbosa* Nees colonizando rocha exposta; F) *Bryum argenteum* sobre rocha; e G) *Campylopus savannarum* e cacto colonizando solo.



Área 8. A) Afloramento rochoso Pedra Branca, município de Serra Talhada, B, C, D, E) visão geral das ilhas de solos e os diferentes tipos de plantas encontradas sobre o afloramento rochoso; F) *Riccia vitalli* e *Archidium ohioense* Schimp. Ex Müll. Hal. colonizando solo; G) musgo sobre solo; e H) *Riccia vitalli* sobre o solo.



Área 9. A) Afloramento rochoso Pedra do Amor, município de Salgueiro; B) cacto e arbusto colonizando solo sobre o afloramento; C) *Barbula indica* (Hook.) Spreng. colonizando a base de pedras sobre o afloramento e solo; e D) visão geral da vegetação no topo do afloramento.

MANUSCRITO

**DIVERSIDADE DE BRIÓFITAS EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS DO
NORDESTE DO BRASILEIRO**

Artigo a ser enviado ao *Journal of Bryology*

DIVERSIDADE DE BRIÓFITAS EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS DO NORDESTE DO BRASILEIRO

Tatiany Oliveira da Silva¹, Kátia Cavalcanti Pôrto²

Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Av. Prof. Moraes Rego s/n – Cidade Universitária, 50670-901, Recife, PE, Brasil
Autor para correspondência: Tatiany Oliveira da Silva, e-mail: tathibio@gmail.com

RESUMO

As briófitas contribuem de maneira significativa para a biodiversidade do planeta e algumas têm a capacidade de tolerar condições ambientais extremas como desertos relativamente secos. Além poder formar grandes massas de colônias sobre rochas, solos, folhas e troncos vivos, em locais abertos. Desta forma, nove afloramentos rochosos foram estudados e as briófitas coletadas nos seguintes micro-habitats: rocha exposta, fissuras, ilhas de solo e cacimba, e tipos de substratos: solo, rocha, tronco vivo. A brioflora consistiu de 49 espécies pertencentes a 36 gêneros e 20 famílias. Destas espécies, 34 são musgos (69%) e 15 hepáticas (31%). Lejeuneaceae, Bryaceae, Leucobryaceae, Frullaniaceae e Pottiaceae foram às famílias mais representativas (53%); entre os gêneros, *Frullania* e *Campylopus*, apresentaram maior riqueza de espécies. As espécies mais frequentes, tanto em escala regional, quanto local foram *Campylopus savannarum*, *C. pilifer*, *Riccia vitalii*, *Gemmabryum exile*, *Bryum argenteum*, *Frullania kunzei*, *Philonotis hastata* e *Syrrhopodon gaudichaudii*. Espécies monoicas (26 spp.) predominaram sobre as dioicas (20 spp.); as três espécies mais frequentes apresentaram o sistema sexual dioico, sendo que duas com presença rara de esporófitos e uma ocasional. A forma de vida com maior frequência foi tufo (74%). Ilha de solo foi o micro-habitat que apresentou a maior riqueza específica (89%). A maioria das espécies ocorreu sobre solo, em ilhas com profundidade entre 1,0 e 4,9 cm. O padrão fitogeográfico Amplo predominou (51% spp.) mostrando que as espécies registradas neste trabalho são de larga amplitude de tolerância e/ou pioneiras. Os resultados sugerem que os principais contribuintes para a diversidade de briófitas nestas formações, são os micro-habitats ilhas de solos, colonizados por plantas vasculares de diferentes portes que formam manchas de vegetação sempre que uma camada de solo mais espessa. Também se observou grande semelhança em número de espécies e composição ao de formações relacionadas, quer do Brasil quer do continente africano. A variação nos valores de riqueza, diversidade mais os valores estatísticos sugere que os afloramentos rochosos podem estar funcionando como unidades relativamente isoladas.

Palavra-chave: continentalidade, diversidade, hepáticas, musgos, riqueza

BRYOPHYTE DIVERSITY ON NORTHEASTERN BRAZILIAN ROCKY OUTCROPS

Tatiany Oliveira da Silva¹, Kátia Cavalcanti Pôrto²

Department of Botany, Federal University of Pernambuco, Ave. Prof. Moraes Rego s/n – Cidade Universitária, 50670-901, Recife, PE, Brazil, Correspondence to: Tatiany Oliveira da Silva, e-mail: tathibio@gmail.com

ABSTRACT

The bryophytes contribute significantly to the biodiversity of the planet and some have the ability to tolerate extreme environmental conditions allowing wide varietal substrate colonization of rocks, soil, leaves, bark and rotten wood, etc. Thus, the study was conducted in nine outcrops and bryophytes collected in the following microhabitats: exposed rock, cracks, soil islands, and rock pool, including substrates: soil, rock, and bark. The bryoflora consisted of 49 species belonging to 36 genera and 20 families. Of these species, 34 (69%) were mosses and 15 (31%) were liverworts. Lejeuneaceae, Bryaceae, Leucobryaceae, and Frullaniaceae Pottiaceae were the most representative families (53%) and genera, *Frullania* and *Campylopus* were the richest ones. The most frequent species, both on a regional scale and local were *Campylopus savannarum*, *C. pilifer*, *Riccia vitalii*, *Gemmabryum exile*, *Bryum argenteum*, *Frullania kunzei*, *Philonotis hastata* e *Syrrhopodon gaudichaudii*. Monoecious (26 spp.) species predominated and overcame dioecious (20 spp.). The three most frequent species exhibit a dioic sexual system, two with rare and one with an occasional presence of sporophytes. Turf (74%) was the dominant life form. Soil islands were the microhabitat with the highest species richness (89%). The species occurred mostly on soil, between 1.0 and 4.9 cm deep. Phytogeographic patterns widely predominated (51% spp.) showing that the species reported in this work are large-amplitude tolerance and/or pioneers. The results suggest that the major contributors to the diversity of bryophytes in these formations are the micro-habitat island soils colonized by vascular plants of different sizes forming patches of vegetation within a thicker layer of soil. We also observed great similarity in species number and composition of the formations related, either in Brazil or Africa. The variation in richness, diversity, and more statistical values suggests that the rocky outcrops may be functioning as relatively isolated units.

Keyword: continentality, diversity, liverworts, mosses, richness.

INTRODUÇÃO

Afloramentos rochosos são áreas com alta proporção de rocha exposta (Guerra & Guerra, 1997), que possuem uma diversidade florística fanerogâmica e criptogâmica notavelmente descontínua, formando mosaicos vegetacionais (Lüttge, 2008). Geológica- e geomorfologicamente são formações bastante antigas, em geral, com mais de 20 milhões de anos (Dörrstock *et al.*, 1996). Apresentam-se em forma de blocos solitários, monolíticos, ou grupos de montanhas rochosas que se erguem abruptamente na paisagem plana, em regiões de clima árido e temperado, sendo mais abundantes em regiões tropicais (Porembski *et al.*, 1997, Parmentier, 2003). Podem ter diferentes origens litológicas, embora, em sua maioria, têm formação granítica ou gnáissica (Barthlott *et al.*, 1996).

Esses ambientes têm predominância de solos rasos, baixa retenção hídrica e de nutrientes e estão sujeitos a grande amplitude diária de temperatura, altas taxas de insolação e evaporação, e fortes ventos (Medina *et al.*, 2006). Essas características peculiares levam ao estabelecimento de uma cobertura vegetal distinta das áreas adjacentes (Porembski, 2007) e, dependendo do tamanho do afloramento rochoso e da sua altitude, podem oferecer numerosos micro-habitats que criam oportunidades para o estabelecimento de uma flora diversificada (Kluge & Brulfert, 2000, Ribeiro *et al.*, 2007). De fato, eles são considerados centros de diversidade de plantas vasculares poiquilohídricas (Porembski & Barthlott, 2000), além de apresentar musgos, cianobactérias e líquens como importantes elementos na formação da vegetação desses ambientes (Lüttge, 2008).

Devido a esse conjunto de características, os afloramentos rochosos têm sido alvo de diversos estudos no mundo, uma vez que esses ambientes oferecem excelentes laboratórios de investigação para abordar diferentes temas como os padrões de variação de riqueza e de composição de espécies, a relação das comunidades com variáveis abiótica, entre outros (Dörrstock *et al.* 1996, Porembski & Barthlott 1996, Porembski *et al.*, 1998, Sarthou & Villiers 1998, Burke 2002, 2003, Arbeláez & Duidenvoorden, 2004, Gröger & Huber, 2007, Sarthou *et al.*, 2009, Fonty *et al.* 2009), além de fornecer dados básicos para que sejam estabelecidas estratégias de conservação nesses ambientes, que há tempos vêm sofrendo com processos antrópicos de diversas categorias (Meirelles *et al.*, 1999, Scarano, 2007).

No Brasil os afloramentos rochosos estão inseridos em diferentes regiões, ocorrendo desde a Amazônia ao Rio Grande do Sul (Prance, 1996, Ribeiro *et al.*, 2007), mas é nas região semiárida do Nordeste onde são abundantes, especialmente na região da Caatinga (Velloso *et al.*, 2002). Porém, as investigações vêm ocorrendo, principalmente, na região Sudeste, onde as

vasculares são as mais investigadas (Porembski *et al.*, 1998, Meirelles *et al.*, 1999, Ribeiro *et al.*, 2007). Por outro lado, o conhecimento sobre as briófitas, plantas avasculares, que apresentam uma biologia única, com a fase gametofítica dominante, fotossintetizante e poiquilohídrica (Proctor, 2009), é escasso nesse tipo de ambiente, existindo apenas os trabalhos realizados nos afloramentos rochosos de países do continente africano (Frahm, 2000). Os estudos realizados focando esse grupo vegetal apontam para uma riqueza elevada de espécies de musgos acrocárpicos (com esporófito no ápice do gametófito) e hepáticas talosas xerotolerantes com características morfológicas e fisiológicas adaptadas às condições de ambientes áridos (Frahm, 1994, 1996, 2000).

Assim, é necessária a construção e a participação em rede de trabalhos nacionais e internacionais urgentemente para acelerar a produção científica sobre esses tipos de ambientes (Scarano, 2007).

Afloramentos rochosos são formações comuns no estado de Pernambuco, embora a sua brioflora seja, até o momento, praticamente desconhecida. Além disso, partindo-se do pressuposto de que a continentalidade é um dos principais fatores relacionados às variações na composição e na riqueza de espécies em escala regional (Huston 1996), e considerando que Pernambuco apresenta um marcado gradiente decrescente de umidade no sentido leste-oeste, é esperado que a composição, riqueza e diversidade diminuam ao longo do gradiente longitudinal. Além das diferenças altitudinais dos afloramentos, que leva a uma marcada variação na composição brióflorística. Assim, ambos os fatores podem afetar diretamente a composição das briófitas uma vez que são sensíveis as mudanças microclimáticas.

Dentro deste contexto, este trabalho teve por objetivo inventariar a composição, a riqueza e a diversidade de briófitas de afloramentos rochosos do estado de Pernambuco e responder às seguintes questões: 1) a brioflora dessas formações é composta por espécies de ampla distribuição mundial e xerofítica? 2) os afloramentos têm composição brioflorística similar ou funcionam como unidades ecológicas? e 3) como a riqueza, diversidade, similaridade e equitabilidade se comportam em função do gradiente de continentalidade e altitude?

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

O estudo foi desenvolvido em nove áreas de afloramentos rochosos situados na região semiárida do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil (“07°15’45” e 9°28’ 18”S e

34°48'35" e 41°19'54"W) (Figura 1, Tabela 1). Para se referir às áreas estudadas será utilizada a sigla AR com acréscimo de números crescentes conforme suas localizações no sentido leste-oeste do estado.

As informações abióticas de temperatura e pluviosidade foram obtidas na base de dados do WorldClim (2006). Posteriormente, utilizou-se o modelo Bioclim para construir variáveis bioclimáticas derivadas dos valores de precipitação e temperatura anual, a fim de gerar variáveis biologicamente mais significativas. Para isso, utilizou-se uma série histórica (1950 – 2000) (Hijmans *et al.*, 2005). Ademais, nesse modelo foram inseridos os dados de altitude, latitude e longitude, mensurados em campo com auxílio de GPS Garmin12. Também foi verificada distância do mar – medida em linha reta em km no programa Google Earth (Tabela 1).

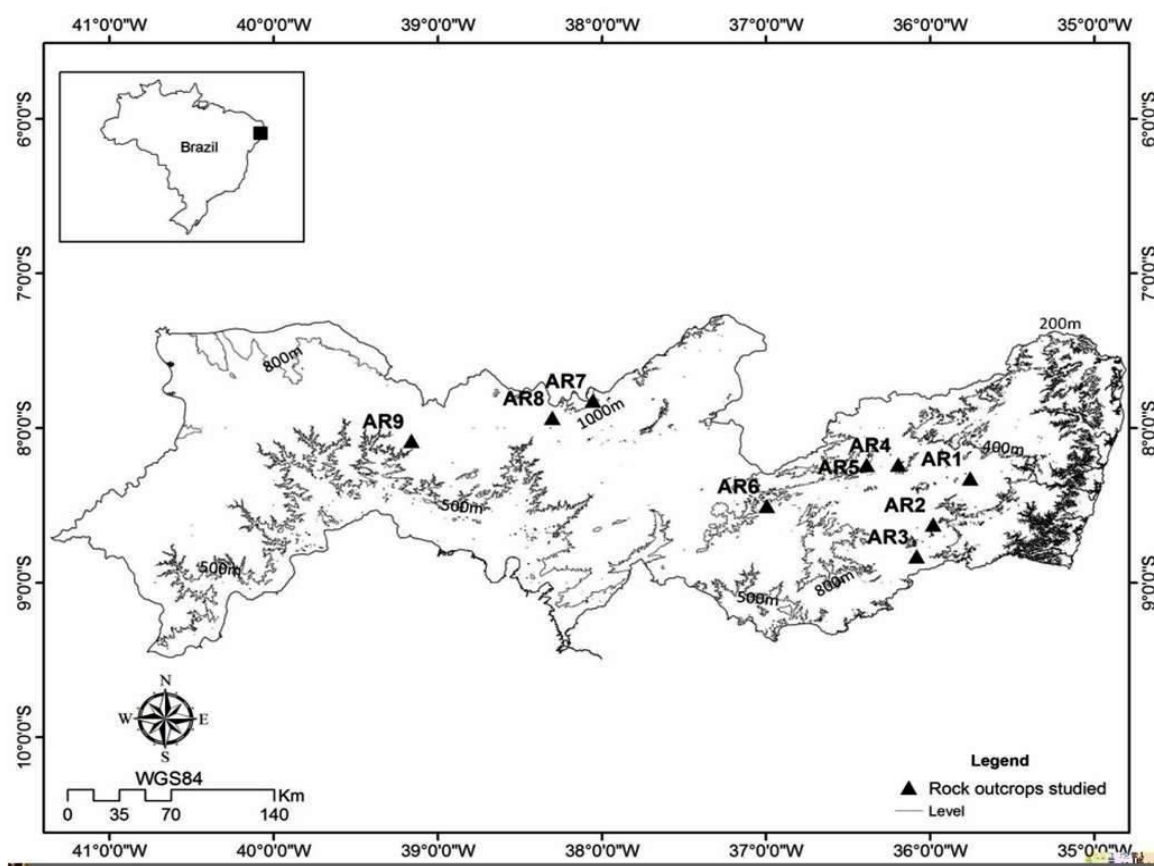


Figura 1. Localização dos afloramentos rochosos estudados no Estado de Pernambuco. Legenda de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Localização e dados climáticos dos afloramentos rochosos inventariados no estado de Pernambuco.

Áreas	Coordenadas	Pluviosidade média nual (mm)	Temperatura média anual (°C)	Altitude média (m)	Distância do mar (km)
AR1	8°19'37.6"S 35°45'12.7"W	890	21,1	696	79,88
AR2	8°37'28.1"S 35°58'51.1"W	946	22,3	524	96
AR3	8°50'04"S 36°04'59"W	1082	21,3	610	103,94
AR4	8°19'33"S 36°08'34"W	587	21,2	867,5	121
AR5	8°14'28.5"S 36°23'08.9"W	609	20,6	997,5	152
AR6	8°30'13"S 36°56'41.7"W	657	22,7	639	200,32
AR7	7°49'21.9" S 38°03'19.4"W	890	20,2	1165,5	347
AR8	7°56'10.9" S 38°18'11.3"W	852	23	657,5	338,51
AR9	8°05'04.4"S 39°08'36.4"W	669	23,8	628	447,58

Amostragem

Foram realizadas duas coletas em oito dos nove afloramentos rochosos durante os meses de março-outubro/2010 – estação seca – e junho-setembro/2011 – estação chuvosa, e uma coleta no afloramento AR9 no mês maio de 2011, porque se mostrou muito pobre quanto ao grupo de plantas estudado.

As amostras de briófitas foram coletadas aleatoriamente com auxílio de uma espátula (Oliveira & Pôrto, 2005), em quadrados de 10 x 10 cm, armazenadas em saco de papel e deixadas secar ao ar livre (Yano, 1989). Foi estabelecido um esforço amostral de quatro horas de caminhada em cada afloramento rochoso e, para todas as amostras, anotaram-se:

- Tipos de micro-habitats (seguindo a classificação de Dörrstock *et al.*, (1996) e Porembski *et al.*, (2007): 1) **rocha exposta** – local sem deposição de solo; 2) **fissuras** – frestas na superfície da rocha, variáveis em tamanho; 3) **ilhas de solo** – depressões na rocha com deposição de solo; e 4) **cacimba ou poça** – depressões rasas, que acumulam água em época chuvosa.

- Substratos: 1) **solo**; 2) **tronco vivo** e 3) **rocha** (Gradstein *et al.* 2001).
- Para cada amostra coletada em solo foi aferida a profundidade em centímetros: 1) **rasa** = 0 – 0,9 cm; 2) **média** = 1,0 – 4,9 cm; e **profunda** = > 5,0 cm (Dörrstock *et al.*, 1996).

Em laboratório, a identificação das amostras foi feita com auxílio de literatura específica (Buck & Vitt, 1986, Frahm, 1991, Reese 1993, Zander, 1993, Sharp *et al.* 1994, Buck 1998, Gradstein *et al.* 2001, Gradstein & Costa 2003, Peralta & Vital, 2006, Costa, 2008) e consulta a especialistas. O sistema de classificação é baseado em Crandall-Stotler *et al.*, (2009) para Marchantiophyta e em Goffinet *et al.*, (2009) para Bryophyta.

Para cada amostra de mancha - onde uma ou mais populações de briófitas poderiam ser encontradas, foi anotada a presença de esporófito (Alvarenga *et al.*, 2009) e a forma de vida (Mägdefrau, 1982). O sistema sexual foi pesquisado em literatura (Frahm 1991, Sharp *et al.*, 1994, Jovet-Ast, 1991).

O material foi herborizado e preservado conforme Yano (1989), e, posteriormente, depositado no Herbário da UFPE – Universidade Federal de Pernambuco.

A nomenclatura utilizada para a distribuição das espécies no mundo foi baseada em Cabrera & Willink (1979) e Gradstein & Costa (2003).

Análise dos dados

Para cada afloramento rochoso, foram determinadas a composição brioflorística, bem como riqueza (nº de espécies), a frequências local (nº de registros em cada área) e regional (nº de áreas), e a diversidade das espécies. Para estimar a diversidade foi elaborada uma matriz binária baseada na frequência das espécies utilizando o índice de Shannon-Wiener (H'), com o logaritmo na base natural, e a equitabilidade através do índice Pielou (e) (Magurran, 2004).

A frequência dos esporófitos nas amostras foram expresso em porcentagem e classificados como: rara, frequência de 0 a 20%, ocasional, frequência de 30 a 50% e frequente, frequência maior que 50%.

A similaridade entre as áreas foi calculada através de uma matriz binária com dados de presença-ausência das espécies, tendo sido utilizado o índice de Bray-Curtis e índice de Sørensen como coeficiente de associação, e Média de Grupo (UPGMA) como método de agrupamento, gerando dendrogramas para interpretação. As análises foram

realizadas com o auxílio do programa PRIMER 6.0 (Clarke & Warwick, 2001) e programa Fitopac 2.0 (Shepherd, 2009).

Para avaliar se a distância geográfica entre os afloramentos rochosos influencia a composição brioflorística, ou seja, o efeito da continentalidade foi utilizado o teste de Mantel, que correlaciona a distância entre duas matrizes: uma florística e uma geográfica em quilômetros quadrados a partir dos dados das coordenadas geográficas e analisadas pelo programa PRIMER 6.0 (Clarke & Warwick, 2001).

Para verificar a relação da diversidade e da riqueza com a longitude, *i. e.*, a distância da costa, foi realizado um teste de regressão linear simples com os dados transformados na base de logaritmo natural (Zar, 1999).

Para avaliar se as variáveis climáticas são boas preditoras das áreas de afloramentos rochosos estudadas, os dados da matriz ambiental foram estandardizados (*ranging*) e foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), utilizando a matriz de covariância. Posteriormente, essa matriz foi utilizada na Análise de Correspondência Canônica (CCA) para compreender a influência do ambiente sobre a flora de briófitas ao longo de um gradiente longitudinal. A CCA é uma técnica de ordenação canônica, baseada em Análises de Correspondência, que restringe a ordenação de uma matriz de espécies pela regressão linear múltipla sobre as variáveis de uma matriz ambiental (McCune & Grace, 2002), ou seja, ela permite que os eixos de ordenação sejam combinações lineares de variáveis ambientais (Manly, 1994).

RESULTADOS

Composição florística e características ecológicas das espécies

Nos afloramentos rochosos foram registradas 376 ocorrências de briófitas que resultaram em 49 espécies pertencentes a 36 gêneros e 20 famílias (Tabela 2). Destas espécies, 34 são musgos (69%) e 15 hepáticas (31%). Os dados percentuais fornecidos a seguir, quando não especificado, referem-se à proporção de ocorrências. Foi constatado que espécies de musgos (83,25%) predominaram em relação às hepáticas (16,75%) e que os musgos acrocárpicos (87,86%) prevaleceram em relação aos pleurocárpicos (12,14%).

Tabela 2. Frequência total das espécies de briófitas dos afloramentos rochosos (siglas de acordo com a Tabela 1) estudados no estado de Pernambuco. Frequência total = F.t.; Subdivisão Acrocárpico=**A**, Pleurocárpico=**P**; Frequência em número de áreas = F.N.A.; Registros novos para a caatinga (*).

Família	Divisão/Espécie/Subdivisão	F.t.	AR1	AR2	AR3	AR4	AR5	AR6	AR7	AR8	AR9	F.N.A
MARCHANTIOPHYTA												
Lejeuneaceae	<i>*Acrolejeunea emergens</i> (Mitt.) Steph.	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>*Acrolejeunea torulosa</i> (Lehm. & Lindenb.) Schiffn.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>*Brachiolejeunea phyllorhiza</i> (Nees) Kruijt & Gradst.	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1
	<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	<i>*Leucolejeunea unciloba</i> (Lindenb.) A. Evans	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.	3	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2
	<i>*Schiffneriolejeunea polycarpa</i> (Nees) Gradst.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Metzgeriaceae	<i>*Metzgeria lechleri</i> Steph.	6	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1
Frullaniaceae	<i>Frullania gibbosa</i> Nees	8	3	0	0	0	0	0	5	0	0	2
	<i>Frullania glomerata</i> (Lehm. & Lindenb.) Mont.	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2
	<i>*Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	15	10	0	0	2	0	0	3	0	0	3
	<i>*Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Ångstr.	4	1	0	0	1	0	0	2	0	0	3
Plagiochilaceae	<i>*Plagiochila raddiana</i> Lindenb.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Ricciaceae	<i>*Riccia taeniaeformis</i> Jovet-Ast	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1
	<i>Riccia vitalii</i> Jovet-Ast	12	0	1	0	2	0	4	1	4	0	5
BRYOPHYTA												
Archidiaceae	<i>Archidium ohioense</i> Schimp. ex Müll. Hal.	A 1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Bartramiaceae	<i>Philonotis cernua</i> (Wilson) Griffin & W.R. Buck	P 4	0	0	0	3	0	1	0	0	0	2
	<i>Philonotis hastata</i> (Duby) Wijk & Margad.	P 14	0	0	0	3	0	8	2	1	0	4
Bryaceae	<i>Bryum argenteum</i> Both.	A 30	0	1	0	10	0	5	14	0	0	4
	<i>*Bryum billardierei</i> Schwägr.	A 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>*Bryum leptocladon</i> Sull.	A 6	2	0	0	1	1	0	2	0	0	4
	<i>Gemmabryum exile</i> (Dozy & Molk.) Spence & H.P. Ramsay	A 13	1	0	0	4	0	4	2	2	0	5
	<i>*Ptychostomum capillare</i> (Hedw.) Holyoak & Pedersen	A 1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	<i>*Rosulabryum densifolium</i> (Brid.) Ochyra	A 3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1

Tabela 2. Continuação...

Família	Divisão/Espécie/Subdivisão	F.t.	AR1	AR2	AR3	AR4	AR5	AR6	AR7	AR8	AR9	F.N.A
Calymperaceae	<i>Calymperes palisotii</i> Schwägr.	A	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Syrrhopodon gaudichaudii</i> Mont.	A	14	8	1	0	1	0	0	4	0	4
	<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	A	10	5	1	0	0	1	0	3	0	4
Cryphaeaceae	* <i>Schoenobryum concavifolium</i> (Griff.) Gangulee	A	5	0	0	0	3	0	0	2	0	2
Entodontaceae	* <i>Entodon beyrichii</i> (Schwägr.) Müll. Hal.	P	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Fabroniaceae	<i>Fabronia ciliaris</i> (Brid.) Brid.	P	6	0	0	0	0	0	6	0	0	1
Fissidentaceae	<i>Fissidens pallidinervis</i> Mitt.	A	2	0	0	0	0	0	1	1	0	2
	<i>Fissidens submarginatus</i> Bruch	A	3	0	0	0	3	0	0	0	0	1
Funariaceae	* <i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	A	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Leucobryaceae	* <i>Campylopus occultus</i> Mitt.	A	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1
	<i>Campylopus pilifer</i> Brid.	A	52	26	0	5	5	7	9	0	0	5
	<i>Campylopus savannarum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	A	97	6	14	0	38	10	5	24	0	6
	* <i>Campylopus surinamensis</i> Müll. Hal.	A	2	0	0	0	1	0	1	0	0	2
	<i>Metzleria brasiliensis</i> (Broth.) Paris	A	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1
	* <i>Groutiella tomentosa</i> (Hornsch.) Wijk & Margad.	A	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Orthotrichaceae	* <i>Macrocoma tenuis</i> (Hook. & Grev.) Vitt	A	4	0	0	0	0	0	4	0	0	1
	* <i>Schlotheimia rugifolia</i> (Hook.) Schwägr.	A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Barbula indica</i> (Hook.) Spreng.	A	13	0	0	0	3	0	0	6	4	3
Pottiaceae	<i>Hyophila involuta</i> (Hook.) A. Jaeger	A	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Tortella humilis</i> (Hedw.) Jenn.	A	8	1	0	0	0	0	7	0	0	1
	* <i>Weisiopsis nigeriana</i> (Egunyomi & Olar.) R.H. Zander	A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Racopilaceae	* <i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	P	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Sematophyllaceae	* <i>Donnellia commutata</i> (Müll. Hal.) W.R. Buck	P	6	0	0	0	0	0	6	0	0	1
	<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.	P	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Stereophyllaceae	<i>Entodontopsis leucostega</i> (Brid.) W.R. Buck & Ireland	P	5	2	0	0	3	0	0	0	0	2
Frequência total por área				76	19	5	89	20	30	118	16	4

As famílias mais representativas foram Lejeuneaceae (7 spp.) e Frullaniaceae (4 spp.), entre as hepáticas e Bryaceae (6 spp.), Leucobryaceae (5 spp.) e Pottiaceae (4 spp.), entre os musgos, que juntas totalizam 53% das espécies inventariadas (Tabela 2). Os gêneros que se destacaram entre as hepáticas e os musgos foram respectivamente, *Frullania* e *Campylopus*, cada um com quatro espécies.

As espécies mais frequentes tanto regional quanto localmente foram *Campylopus savannarum*, *C.pilifer*, *Riccia vitalii*, *Gemmabryum exile*, *Bryum argenteum*, *Frullania kunzei*, *Philonotis hastata* e *Syrrhopodon gaudichaudii* (Tabela 2).

Quanto ao sistema sexual, espécies monoicas predominaram (26 spp.) em relação às dioicas (20 spp.). Duas espécies são polioicas, *Metzleria brasiliensis* e *Riccia vitalii*, e uma, *Riccia taeniaeformis*, não teve determinado, com segurança, o seu sistema sexual por insuficiência de informações na literatura e ausência de estruturas reprodutivas nos espécimes estudados. Quanto ao sistema sexual, 3 dioicas e 10 monoicas frequentemente apresentaram esporófitos, 2 dioicas e 5 monoicas ocasionalmente apresentaram esporófitos e 16 dioicas e 11 monoicas raramente apresentaram esporófitos.(Tabela 3).

Tabela 3. Sistema sexual e presença de esporófito nas espécies de briófitas das áreas de afloramentos rochosos do estado de Pernambuco. Frequência total dos registros = F.t.; Sistema sexual = S.s.: Monoico = M; Dioico = D; e Monoico/Dioico = M/D; Presença de esporófito: rara = 0 - 20%; ocasional = 30 $\geq$ 50%; e frequente = > 50%.

Grupos de briófitas/Espécies	F.t.	S.s.	rara	ocasional	Frequente
MUSGOS					
<i>Campylopus savannarum</i>	97	D	+	-	-
<i>Campylopus pilifer</i>	52	D	+	-	-
<i>Bryum argenteum</i>	30	D	-	+	-
<i>Philonotis hastata</i>	14	M	+	-	-
<i>Syrrhopodon gaudichaudii</i>	14	D	+	-	-
<i>Barbula indica</i>	13	D	+	-	-
<i>Gemmabryum exile</i>	13	D	+	-	-
<i>Octoblepharum albidum</i>	10	M	-	+	-
<i>Tortella humilis</i>	8	M	-	-	+
<i>Bryum leptoclodon</i>	6	D	+	-	-
<i>Donnellia commutata</i>	6	M	-	+	-
<i>Fabronia ciliaris</i>	6	M	+	-	-
<i>Entodontopsis leucostega</i>	5	M	+	-	-
<i>Schoenobryum concavifolium</i>	5	M	-	-	+

Tabela 3. Continuação...

Grupos de briófitas/Espécies	F.t.	S.s.	rara	ocasional	Frequente
<i>Macrocoma tenuis</i>	4	M	-	+	-
<i>Philonotis cernua</i>	4	M	+	-	-
<i>Fissidens submarginatus</i>	3	M	+	-	-
<i>Rosulabryum densifolium</i>	3	D	-	+	-
<i>Campylopus occultus</i>	2	D	+	-	-
<i>Campylopus surinamensis</i>	2	D	+	-	-
<i>Fissidens pallidinervis</i>	2	M	+	-	-
<i>Metzleria brasiliensis</i>	2	D/M	-	-	+
<i>Archidium ohioense</i>	1	M	+	-	-
<i>Bryum billardierei</i>	1	D	+	-	-
<i>Calymperes palisotii</i>	1	D	-	-	+
<i>Funaria hygrometrica</i>	1	M	-	-	+
<i>Entodon beyrichii</i>	1	M	+	-	-
<i>Groutiella tomentosa</i>	1	D	+	-	-
<i>Hyophila involuta</i>	1	D	+	-	-
<i>Ptychostomum capillare</i>	1	D	+	-	-
<i>Racopilum tomentosum</i>	1	D	-	-	+
<i>Schlotheimia rugifolia</i>	1	D	+	-	-
<i>Sematophyllum subsimplex</i>	1	M	-	-	+
<i>Weisiopsis nigeriana</i>	1	M	-	-	+
HEPÁTICAS					
<i>Frullania kunzei</i>	15	M	-	-	+
<i>Riccia vitalii</i>	12	D/M	+	-	-
<i>Frullania gibbosa</i>	8	M	-	-	+
<i>Metzgeria lechleri</i>	6	D	-	-	+
<i>Frullania riojaneirensis</i>	4	M	-	-	+
<i>Brachiolejeunea phyllorhiza</i>	3	M	-	+	-
<i>Frullania glomerata</i>	3	M	-	+	-
<i>Microlejeunea epiphylla</i>	3	D	+	-	-
<i>Acrolejeunea emergens</i>	2	M	+	-	-
<i>Riccia taeniaeformis</i>	2	D?	+	-	-
<i>Acrolejeunea torulosa</i>	1	M	+	-	-
<i>Lejeunea flava</i>	1	M	-	-	+
<i>Leucolejeunea unciloba</i>	1	M	-	-	+
<i>Plagiochila raddiana</i>	1	D	+	-	-
<i>Schiffneriolejeunea polycarpa</i>	1	M	+	-	-
		M=26, D=21 e			
Números totais dos grupos	376	M/D=2	28	7	14

Micro-habitats e substratos

Em todos os afloramentos rochosos, o micro-habitat ilha de solo apresentou o maior número de registros de briófitas (89%), tendo como espécies mais frequentes *Campylopus savannarum*, *C. pilifer* e *Bryum argenteum*. Rocha exposta apresentou 34

registros (9,04%), onde as espécies mais frequentes foram as hepáticas *Frullania gibbosa* e *F. kunzei* e os musgos *Bryum argenteum*, *Barbula indica* e *Fabronia ciliaris*. Em fissura obteve-se cinco ocorrências (1,33%), representadas por *Campylopus savannarum*, *C. pilifer* e *Philonotis hastata*. Para o micro-habitat cacimba, houve apenas um registro, *Bryum argenteum* (Figura 2, Tabela 4).

As formas de vida assinaladas foram tufo (74%), tapete (17%), trama talosa (5%) e trama folhosa (4%) (Tabela 4).

O substrato mais frequente regionalmente foi solo (77%), seguido de tronco vivo (13%) e rocha (10%).

Em relação à profundidade de solo nas ilhas, a maior frequência foi encontrada na classe média (52,65% registros), seguida de profunda (13,03% registros) e rasa (11,17% registros) (Tabela 4).

Tabela 4. Forma de vida, micro-habitat e tipo de substrato das espécies de briófitas dos afloramentos rochosos do estado de Pernambuco. Forma de vida: tufo = TF; tapete = TP; trama = TR; talosa = TL; Micro-habitats: ilha de solo = IS; rocha exposta = RE; fissura = FI; cacimba = CA; Substratos: tronco vivo; solo; e rocha; Profundidades do solo em centímetros: rasa = 0 – 0,9; média = 1,0 – 4,9; e profunda = > 5,0.

Espécie	Forma de vida	Micro-habitat	Frequência por substrato				
			solo			tronco vivo	rocha
			raso	médio	profundo		
<i>Campylopus savannarum</i>	TF	FI/IS	10	82	3	0	0
<i>Campylopus pilifer</i>	TF	FI/IS	13	30	7	0	0
<i>Bryum argenteum</i>	TF	CA/RE/IS	0	20	3	0	7
<i>Frullania kunzei</i>	TP	IS/RE	0	0	0	10	5
<i>Syrrhopodon gaudichaudii</i>	TF	IS	6	6	2	0	0
<i>Philonotis hastata</i>	TF	IS	0	3	10	0	0
<i>Gemmabryum exile</i>	TF	IS	1	7	5	0	0
<i>Barbula indica</i>	TF	IS/RE	1	3	5	0	4
<i>Riccia vitalii</i>	TL	IS	0	5	7	0	0
<i>Octoblepharum albidum</i>	TF	IS	3	5	2	0	0
<i>Tortella humilis</i>	TF	IS	1	7	0	0	0
<i>Frullania gibbosa</i>	TP	IS/RE	0	0	0	1	7
<i>Donnellia commutata</i>	TP	IS/RE	0	3	1	1	1
<i>Bryum leptoclodon</i>	TF	IS	0	5	1	0	0
<i>Fabronia ciliaris</i>	TP	IS/RE	0	0	0	3	3
<i>Metzgeria lechleri</i>	TL	RE	0	0	0	4	2

Tabela 4. Continuação...

Espécie	Forma de vida	Micro-habitat	Frequência por substrato				
			solo			tronco vivo	rocha
			raso	médio	profundo		
<i>Entodontopsis leucostega</i>	TP	IS	0	0	0	5	0
<i>Schoenobryum concavifolium</i>	TP	IS	0	0	0	5	0
<i>Frullania riojaneirensis</i>	TP	IS	0	0	0	4	0
<i>Macrocoma tenuis</i>	TP	IS	0	0	0	4	0
<i>Philonotis cernua</i>	TF	IS	0	4	0	0	0
<i>Fissidens submarginatus</i>	TP	IS	0	3	0	0	0
<i>Rosulabryum densifolium</i>	TF	IS	0	2	0	1	0
<i>Brachiolejeunea phyllorhiza</i>	TR	IS/RE	0	0	0	2	1
<i>Frullania glomerata</i>	TP	IS/RE	0	0	0	1	2
<i>Microlejeunea epiphylla</i>	TR	IS	0	0	0	3	0
<i>Campylopus occultus</i>	TF	IS	0	2	0	0	0
<i>Campylopus surinamensis</i>	TF	IS	0	2	0	0	0
<i>Fissidens pallidinervis</i>	TP	IS	0	2	0	0	0
<i>Metzleria brasiliensis</i>	TF	IS	0	2	0	0	0
<i>Acrolejeunea emergens</i>	TR	RE	0	0	0	0	2
<i>Riccia taeniaeformis</i>	TL	IS	0	0	2	0	0
<i>Funaria hygrometrica</i>	TF	IS	0	1	0	0	0
<i>Hyophila involuta</i>	TF	IS	0	1	0	0	0
<i>Ptychostomum capillare</i>	TF	IS	0	1	0	0	0
<i>Schlotheimia rugifolia</i>	TP	IS	0	1	0	0	0
<i>Acrolejeunea torulosa</i>	TR	IS	0	0	0	1	0
<i>Archidium ohioense</i>	TF	IS	0	0	1	0	0
<i>Bryum billardierei</i>	TF	IS	1	0	0	0	0
<i>Calymperes palisotii</i>	TF	IS	0	0	0	1	0
<i>Entodon beyrichii</i>	TP	RE	0	0	0	0	1
<i>Groutiella tomentosa</i>	TP	IS	1	0	0	0	0
<i>Lejeunea flava</i>	TR	IS	0	0	0	1	0
<i>Leucolejeunea unciloba</i>	TR	IS	0	0	0	1	0
<i>Plagiochila raddiana</i>	TR	IS	0	0	0	1	0
<i>Racopilum tomentosum</i>	TF	IS	1	0	0	0	0
<i>Sematophyllum subsimplex</i>	TP	IS	0	0	0	1	0
<i>Schiffneriolejeunea polycarpa</i>	TR	RE	0	0	0	0	1
<i>Weisiopsis nigeriana</i>	TF	RE	0	0	0	0	1
Frequência total			42	198	49	48	39

Padrões fitogeográficos

A maioria das espécies encontrada neste estudo apresenta distribuição mundial Ampla (51%), seguida de Neotropical (24,5%), Pantropical (20,4%), América tropical e

subtropical (2,05%) e uma endêmica do Brasil (2,05% - *Riccia taeniaeformis*). Este padrão se repete na distribuição das espécies nos domínios fitogeográficos brasileiros, ou seja, com a maioria das espécies conhecidas em mais de dois domínios vegetacionais, exceto *Brachiolejeunea phyllorhiza* e *Riccia taeniaeformis*, registradas somente para a Mata Atlântica, e *Bryum leptoclodon* e *Weisiopsis nigeriana*, para o Cerrado. Das 49 espécies registradas, 25 são reportadas pela primeira vez para a Caatinga do estado de Pernambuco e uma para o estado e região do Nordeste (Forzza *et al.*, 2010) (Tabela 5).

Tabela 5. Distribuição mundial e domínios fitogeográficos brasileiros das espécies de briófitas registradas para os afloramentos rochosos do estado de Pernambuco. Amazônia = AM; Caatinga = CA; Cerrado = CE; Mata Atlântica = MA; Pampa = PP; Pantanal = PT.

Espécies	Distribuição mundial	Domínios fitogeográficos brasileiros
<i>Acrolejeunea emergens</i>	Pantropical	AM, CE, MA, PP e PT
<i>Acrolejeunea torulosa</i>	Neotropical	AM, CE, MA e PT
<i>Archidium ohioense</i>	Pantropical	CA, CE, MA, PP e PT
<i>Barbula indica</i>	Amplo	AM, CA, MA e PT
<i>Brachiolejeunea phyllorhiza</i>	Pantropical	MT
<i>Bryum argenteum</i>	Amplo	AM, CA, CE, MA e PP
<i>Bryum billardierei</i>	Amplo	AM, CE, MA, PP e PT
<i>Bryum leptoclodon</i>	Amplo	CE
<i>Calymperes palisotii</i>	Amplo	AM, CA, CE, MA
<i>Campylopus occultus</i>	Neotropical	AM, CE, MA, PP, PT
<i>Campylopus pilifer</i>	Amplo	AM, CA, CE, MA e PP
<i>Campylopus savannarum</i>	Pantropical	AM, CA, CE, MA e PT
<i>Campylopus surinamensis</i>	Amplo	AM, CE, MA, PT
<i>Donnellia commutata</i>	Neotropical	AM, CE, MA e PT
<i>Entodon beyrichii</i>	Amplo	AM, CE e MA
<i>Entodontopsis leucostega</i>	Neotropical	AM, CA, CE, MA e PT
<i>Fabronia ciliaris</i>	Amplo	AM, CA, CE, MA e PA
<i>Fissidens pallidinervis</i>	Amplo	AM, CA, CE, MA, PP e PT
<i>Fissidens submarginatus</i>	Amplo	AM, CA, CE, MA e PT
<i>Frullania gibbosa</i>	Neotropical	AM, CA, CE, MA e PT
<i>Frullania glomerata</i>	Neotropical	CA, CE, MA e PT
<i>Frullania kunzei</i>	Neotropical	MA, CE, MA e PT
<i>Frullania riojaneirensis</i>	Pantropical	MA, CE, MA e PT
<i>Funaria hygrometrica</i>	Amplo	AM, CE, MA e PP

Tabela 5. Continuação...

Espécies	Distribuição mundial	Domínios fitogeográficos brasileiros
<i>Gemmabryum exile</i>	Amplo	AM, CA, CE e MA
<i>Groutiella tomentosa</i>	Amplo	AM, CE e MA
<i>Hyophila involuta</i>	Amplo	AM, CA, CE, MA, PP e PT
<i>Lejeunea flava</i>	Pantropical	AM, CA, CE, MA, PP e PT
<i>Leucolejeunea uncioba</i>	Amplo	AM e MA
<i>Macrocoma tenuis</i>	Amplo	CE e MA
<i>Metzgeria lechleri</i>	Neotropical	CE e MA
<i>Metzleria brasiliensis</i>	América tropical e subtropical	CA, CE e MA
<i>Microlejeunea epiphylla</i>	Amplo	AM, CA, CE, MA e PT
<i>Octoblepharum albidum</i>	Pantropical	AM, CA, CE, MA, PP e PT
<i>Philonotis cernua</i>	Amplo	CA, CE e MA
<i>Philonotis hastata</i>	Pantropical	AM, CA, CE, MA, PP e PT
<i>Plagiochila raddiana</i>	Neotropical	AM, CE e MA
<i>Ptychostomum capillare</i>	Amplo	AM, MA, PP e PT
<i>Racopilum tomentosum</i>	Amplo	AM, CE, MA, PP e PT
<i>Riccia taeniaeformis</i>	Endêmica do Brasil	MA
<i>Riccia vitalii</i>	Amplo	AM, CA, CE, MA, PP e PT
<i>Rosulabryum densifolium</i>	Neotropical	CE e MA
<i>Schlotheimia rugifolia</i>	Neotropical	AM, CE e MA
<i>Schoenobryum concavifolium</i>	Amplo	AM, CE, MA, PP e PT
<i>Sematophyllum subsimplex</i>	Neotropical	AM, CA, CE, MA e PT
<i>Schiffneriolejeunea polycarpa</i>	Pantropical	AM, CE, MA e PT
<i>Syrrhopodon gaudichaudii</i>	Pantropical	AM, CA, CE, MA e PT
<i>Tortella humilis</i>	Amplo	CA, CE, MA, PP e PT
<i>Weisiopsis nigeriana</i>	Amplo	CE

Riqueza, diversidade e similaridade

Verificou-se que a riqueza, a diversidade e a equitabilidade foram, de um modo geral, consideravelmente, diferentes entre as áreas (Tabela 6). A riqueza oscilou entre uma (áreas AR3 e AR9) e 29 espécies (área AR7). O número de espécies de musgos predominou em relação ao de hepáticas em todos os afloramentos rochosos (Tabela 2).

As áreas com maior riqueza e diversidade específica foram AR7, AR1 e AR4, enquanto que AR3 e AR9 foram as menos ricas e diversas. Quanto à equitabilidade, esta foi maior para as áreas AR6, AR7 e AR8, enquanto que AR3 e AR9 não tiveram esse índice mensurado por apresentarem apenas uma espécie.

Neste estudo não foi encontrada nenhuma espécie comum a todas as áreas estudadas. A similaridade entre os todos os afloramentos foi < 50%, indicando altos

índices de diferenciação da composição brioflorística. Apesar disso, os dendrogramas de similaridade de presença-absência (Figura 3) e frequência (Figura 4) mostram um grupo bem estabelecido (AR1, AR4 e AR7).

Efeito da continentalidade

O teste de Mantel não foi significativo ($p = 0,05$; $p = 0,49$) para a relação entre a composição brioflorística e a distância entre os afloramentos rochosos, indicando, assim, que o efeito da continentalidade sobre a brioflora não foi evidente.

A relação da riqueza e a diversidade com a distância da costa não foi significativa (regressão linear, $p = 0,68$; $R^2 = 0,026$).

Influência do ambiente na distribuição das espécies

A PCA da matriz geoclimática resultou num diagrama onde podem ser visualizados três grupos principais, um relacionado à elevada altitude média (AR4, AR5 e AR7), outro associado aos maiores níveis de precipitação anual (AR1, AR2 e AR3) e o terceiro com elevada temperatura média anual (AR6, AR8 e AR9) (Figura 5). A percentagem de variância acumulada dos dois primeiros eixos foi de 81,04%, estando acima daquela esperada pelo modelo *broken stick* (79,16%). O primeiro eixo foi mais relacionado com a temperatura (0,73) e altitude média (-0,61) e o segundo eixo com a precipitação anual (-0,63) e a distância do mar (0,61).

A CCA revelou um diagrama heterogêneo, sugerindo que não existem fortes correlações entre as variáveis ambientais e a composição brioflorística dos afloramentos analisados. A variável mais fortemente correlacionada com o primeiro eixo do ambiente (escores LC) foi a temperatura (0,74), que agrupou as áreas AR6, AR8 e AR9. Por sua vez, segundo eixo esteve associado à distância do mar (-0,88) e à altitude média (-0,83), onde somente AR7 mostrou relação com esses fatores abióticos (Figura 6).

Tabela 6. Comparação entre riqueza, similaridade, diversidade e equitabilidade das espécies de briófitas das áreas de afloramentos rochosos do estado de Pernambuco. Negrito = número de espécies por área; fonte normal = número de espécies comuns entre as áreas; itálico = índice de similaridade de Bray-Curtis; sublinhado = H' (diversidade das espécies); tarja cinza = J' (equitabilidade). O índice de Shannon-Wiener foi calculado com base no logaritmo natural. *** (refere-se à presença de uma única espécie).

	AR1	AR2	AR3	AR4	AR5	AR6	AR7	AR8	AR9
AR1	20	<i>16</i>	<i>10</i>	<i>42</i>	<i>25</i>	<i>7</i>	<i>41</i>	<i>8</i>	<i>0</i>
AR2	3	6	<i>0</i>	<i>31</i>	<i>36</i>	<i>43</i>	<i>28</i>	<i>17</i>	<i>0</i>
AR3	1	0	1	<i>10</i>	<i>33</i>	<i>0</i>	<i>7</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
AR4	9	4	1	20	<i>24</i>	<i>41</i>	<i>49</i>	<i>31</i>	<i>10</i>
AR5	4	2	1	3	5	<i>15</i>	<i>25</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
AR6	2	3	0	6	1	8	<i>27</i>	<i>43</i>	<i>0</i>
AR7	11	5	1	12	4	5	29	<i>23</i>	<i>29</i>
AR8	1	1	0	4	0	3	4	6	<i>29</i>
AR9	0	0	0	1	0	0	0	1	1
$H'(\log e)$	<u>2,33</u>	<u>0,99</u>	<u>0</u>	<u>2,23</u>	<u>1,16</u>	<u>1,89</u>	<u>2,92</u>	<u>1,53</u>	<u>0</u>
J'	0,78	0,56	***	0,76	0,72	0,91	0,87	0,85	***
Altitude média das áreas (m)	696	524	610	867	997	639	1165	657	628

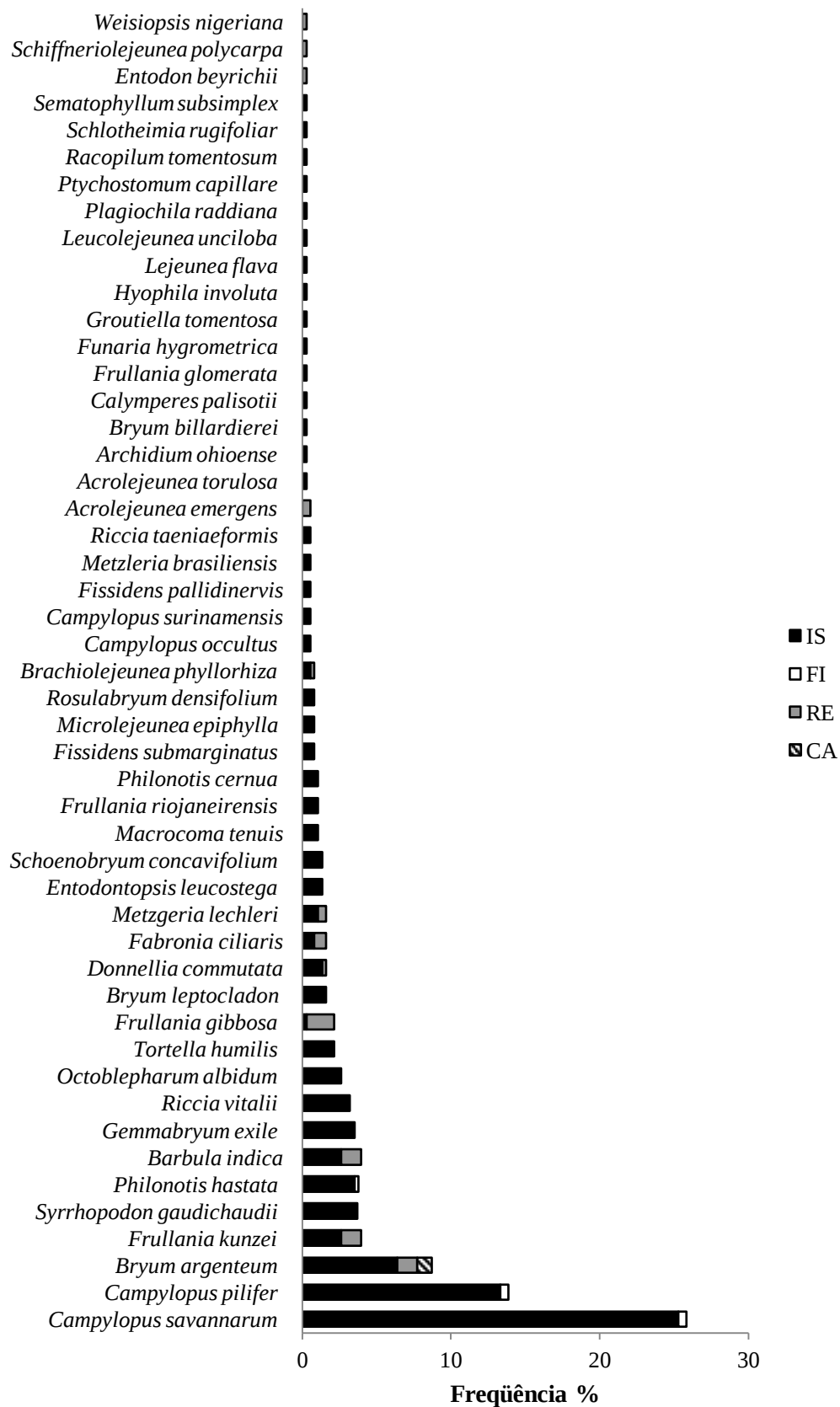


Figura 2. Frequência das espécies de briófitas por micro-habitat dos afloramentos rochosos do estado de Pernambuco. Os valores referem-se à porcentagem do total de briófitas registradas

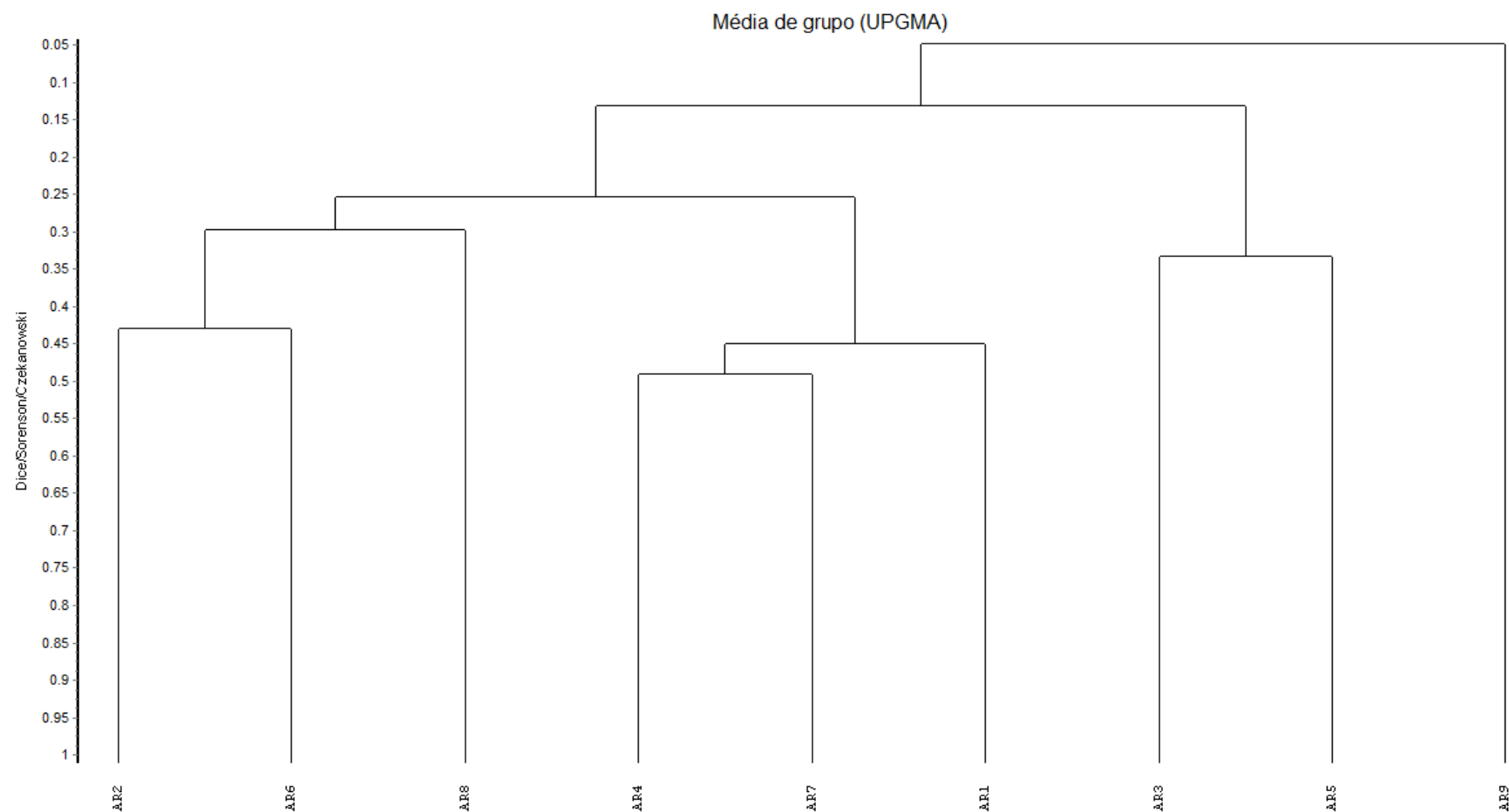


Figura 3. Dendrograma de similaridade (índice de Bray-Curtis) obtido pelo método de ligação de Média de Grupo (UPGMA) a partir da matriz brioflorística das áreas de afloramentos rochosos inventariadas do estado de Pernambuco.

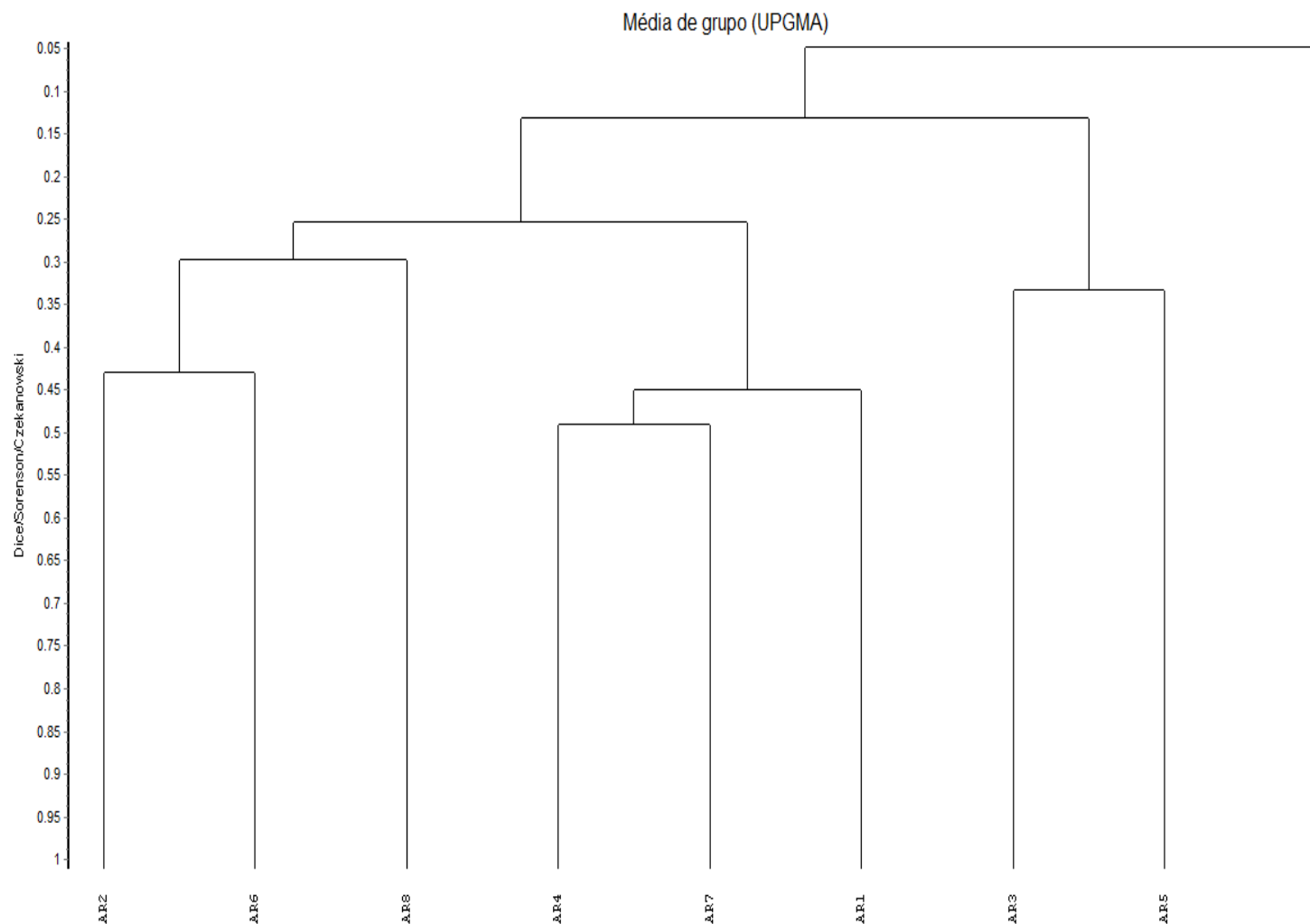


Figura 4. Dendrograma de similaridade (índice de Sørensen) obtido pelo método de ligação de Média de Grupo (UPGMA) a partir da matriz brioflorística das áreas de afloramentos rochosos inventariadas do Estado de Pernambuco.

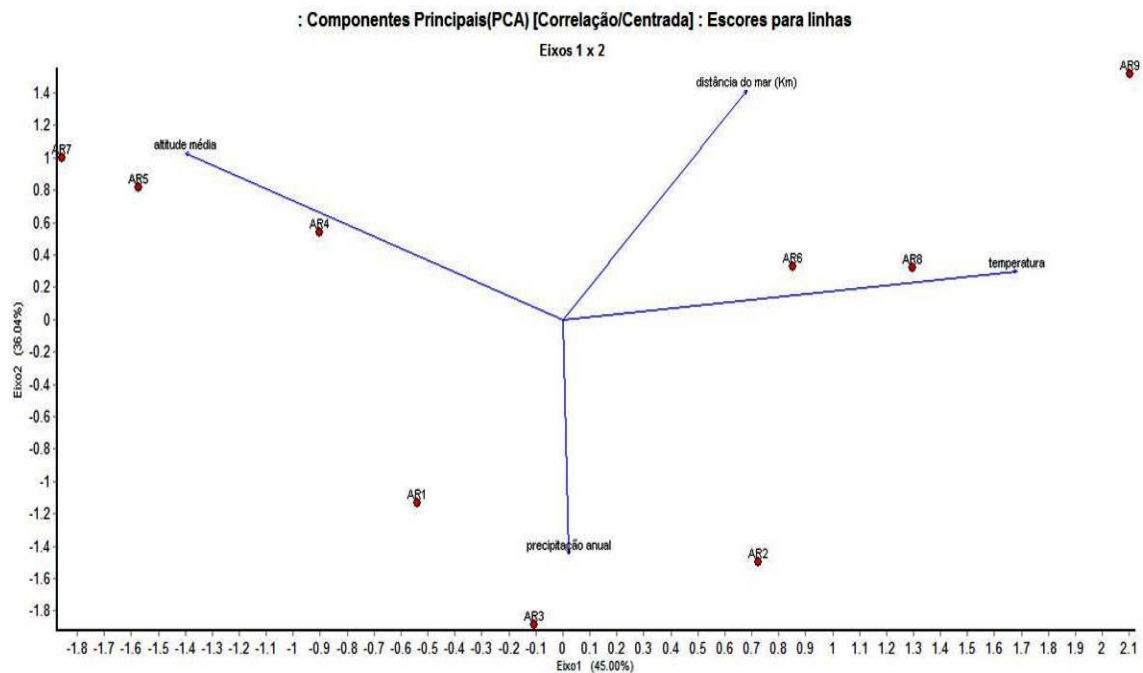


Figura 5. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (PCA) da matriz ambiental das áreas de afloramentos rochosos do estado de Pernambuco.

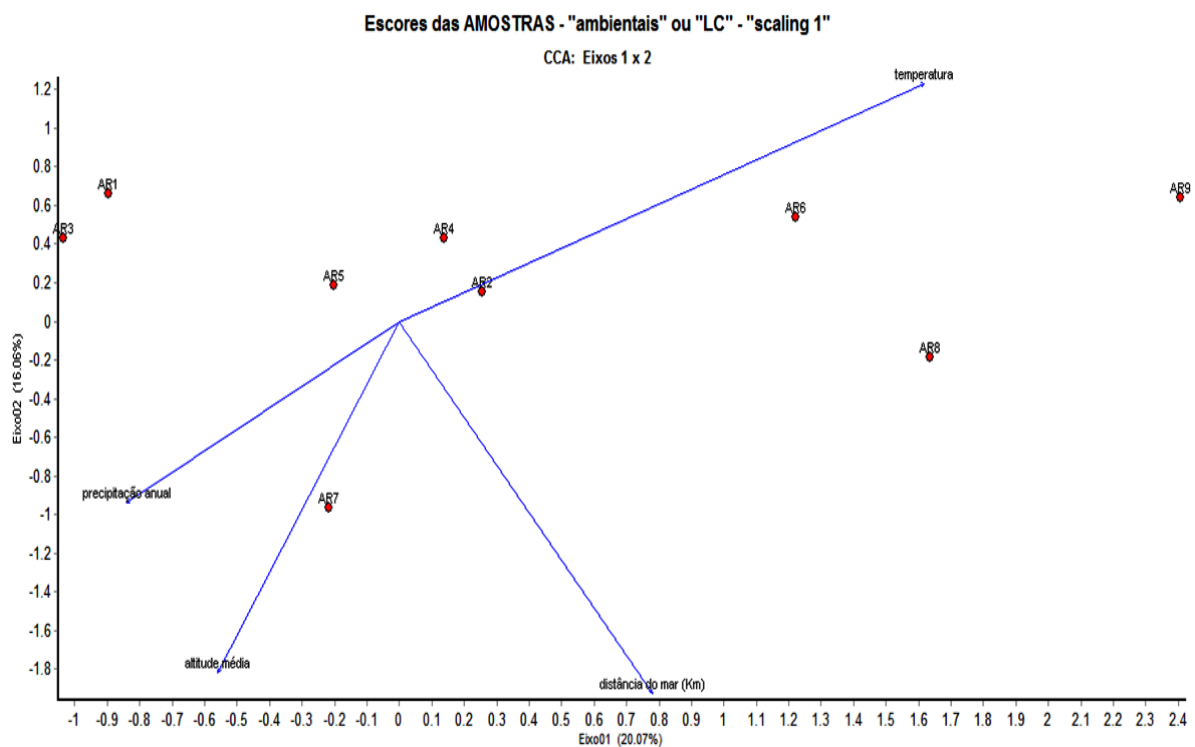


Figura 6. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica (CCA) dos dados de ocorrência de briófitas nas áreas de afloramentos rochosos do estado de Pernambuco.

DISCUSSÃO

Composição e características ecológicas das espécies

Este estudo constitui-se o primeiro esforço sistemático de inventariar briófitas em afloramentos rochosos no Nordeste brasileiro, mas ainda é necessário continuar o esforço de coleta.

A composição brioflorística dos afloramentos rochosos estudados mostrou-se predominada por espécies pertencentes às famílias Lejeuneaceae, Frullaniaceae, Leucobryaceae, Bryaceae e Pottiaceae. Tal padrão se assemelha ao encontrado por Frahm (1996, 2000) para os afloramentos rochosos do continente africano, onde essas três últimas famílias se destacaram em número de espécies. Este autor também observou que a maioria das espécies não portava esporófitos e colonizava depressões rasas, com disponibilidade de solo, junto a plantas vasculares.

No que diz respeito à Lejeuneaceae, esta é uma das maiores famílias de hepáticas e, embora melhor representada em florestas úmidas, também tem elementos em formações abertas e xéricas (Gradstein, 1994; Gradstein *et al.*, 2001). As espécies da família registradas neste trabalho são referidas como apresentantes de larga amplitude de tolerância e/ ou pioneiras e, no Brasil, são conhecidas também para florestas perturbadas, savanas, restingas, Caatinga e mesmo plantações e pastagens (Gradstein & Costa, 2003; Forzza *et al.*, 2010). Por sua vez, Frullaniaceae apresenta espécies reconhecidamente tolerantes à intensidade luminosa, de modo que são capazes de se desenvolverem em ambientes quentes e secos, como beira de mata, restinga e dossel de floresta (Gradstein & Costa, 2003; Michel 2001, Glime, 2009).

Estudos em locais de altitude elevada, como os campos rupestres da Chapada Diamantina, na Bahia, e a Serra dos Carajás, uma província mineral ao sul do Pará, também constataram a marcada presença de Leucobryaceae, especialmente das espécies do gênero *Campylopus* (Bastos *et al.*, 1998, Bastos *et al.*, 2000, Moraes & Lisboa, 2006).

No presente estudo, observou-se que as espécies mais frequentes possuem habilidades para estabelecer populações em condições ambientais restritivas, como solos perturbados, arenosos e substratos artificiais (*e.g.* *Campylopus savannarum*, *C. pilifer*, *Bryum argenteum*), sendo consideradas xerofíticas, generalistas ou típicas de sol (*e.g.* *Frullania kunzei*, *F. gibbosa*) (Ochi, 1980, Frahm, 1991, Gradstein *et al.*, 2001, Jones & Rosentreter, 2006). Tal habilidade é explicada por um conjunto de

características morfológicas, fisiológicas e reprodutivas. Alguns exemplos são a capacidade de propagação assexuada especializada por meio de filídio e ramos caducos em miniatura e propriedades dos filídios, tais como enrolamento quando secos, desta forma expondo menos a superfície da área para a atmosfera evitando a perda de água; ápices excurrentes e hialinos com capacidade de refletir parte da radiação solar, reduzindo assim a absorção de energia, temperatura e evaporação; e células alares bem desenvolvidas, que armazenam água (Glime, 2009).

Dentro deste contexto, é justificável o elevado número de espécies e populações de briófitas nos micro-habitats ilhas de solos em afloramentos rochosos. A grande diversidade encontrada nesses micro-habitats também pode ser explicada pela presença de plantas vasculares, que formam manchas de vegetação nos locais com uma camada mais espessa de solo, favorecendo, assim, a colonização por espécies corticícolas.

As hepáticas *Frullania gibbosa* e *F. kunzei* estão entre as mais representativas no micro-habitat rochas expostas. De acordo com Glime (2009), os filídios do gênero *Frullania* possuem coloração avermelhada com gradação escura que permite suportarem luminosidade intensa pela presença de xantofila, um tipo de pigmento carotenoide que atua como agente fotoprotetor pela capacidade de dissipar parte da energia não armazenada na clorofila. Além disto, apresentam anisofilia, lóbulos obovalado-clavado – mais longos que largos (*e.g. F. kunzei*) e galeado (*e.g. F. gibbosa*), que é utilizado para armazenamento de água. De fato, estudos sobre a colonização de hepáticas nas copas de árvores de grande porte nos trópicos apontam que espécies desse gênero crescem mais rapidamente em lugares ensolarados do que sombreados (Coley *et al.*, 1993).

A forma de vida das espécies refletiu uma adaptação ao ambiente presente nos afloramentos rochosos estudados. A forma mais abundante foi tufo e as de menor representatividade, tapete, talosa e trama. A forma de vida tufo apresenta alta capacidade de retenção e condução hídrica por ação da capilaridade, tolerância ao sol e em locais com a presença de húmus e solo, ela é favorecida pela densidade de rizóides que se fixam ao substrato (Mägdefrau, 1982, Frahm, 1991). Por outro lado, as formas de vida tapete, talosa e trama, são mais suscetíveis à dessecação por apresentarem retenção de água entre os espaços capilares que evapora rapidamente em ambientes secos, tais como afloramentos rochosos. Por isso, colonizam locais com chuvas consideráveis ou nebulosas (Glime, 2009).

Embora uma flora xerófita tipicamente prevaleça em afloramentos rochosos, os resultados do presente estudo sugerem que, mesmo assim, nestas áreas há uma preferência das briófitas por microambientes mais amenos. Constatou-se, por exemplo, maiores riquezas e abundâncias de espécies em ilhas de solo com profundidade média, onde o solo, em épocas de chuvas, absorve e armazena água favorecendo a colonização (Glime, 2009, Scott, 1982).

Conforme Jovet-Ast (1991), áreas sujeitas a uma estação seca seguida de chuvas abundantes oferecem condições bastante favoráveis ao crescimento e a reprodução de espécies pertencentes ao gênero *Riccia*. Estas são tipicamente pioneiras, apresentam talos xeromórficos e escamas protetoras contra a radiação solar. Nos afloramentos rochosos estudados por Frahm (1996), o gênero *Riccia* esteve entre as hepáticas mais representativas em número de espécies. No entanto, diferente da expectativa inicial, espécies de *Riccia* não foram abundantes nos afloramentos rochosos do presente estudo, embora tenham tido uma distribuição relativamente ampla, ocorrendo em cinco das nove áreas pesquisadas. Isto pode ter sido devido à ausência de micro-habitats com solo argiloso, substrato preferencial desse tipo de planta (Scott, 1982, Frahm, 1996).

Em contrapartida, algumas espécies comuns a ambientes florestais foram encontradas no presente estudo, como *Brachiolejeunea phyllorhiza*, *Metzgeria lecheri*, e a endêmica do Brasil, *Riccia taeniaeformis*, reportadas apenas para Mata Atlântica; e *Bryum leptocladon* e *Weisiopsis nigeriana*, registradas para o Cerrado (Forzza *et al.*, 2010). *Brachiolejeunea phyllorhiza* e *Metzgeria lecheri* foram encontradas na área com maior altitude (AR7), onde chuvas orográficas garantem níveis de precipitação de 890 mm anual, proporcionando maior umidade no solo e no ar (Rodal *et al.*, 2005). Esses fatores também são alguns dos principais condicionantes de ocorrência de florestas estacionais e ombrófilas em altitudes entre 100-600 m em determinadas regiões no estado de Pernambuco mesmo que circundadas por uma vegetação de Caatinga nas adjacências (Rodal *et al.*, 2005).

Embora a brioflora do estado de Pernambuco seja uma das mais bem coletadas no Nordeste, em geral os levantamentos brioflorísticos existentes foram direcionadas às epífitas de florestas úmidas (Pôrto *et al.*, 2004, Germano & Pôrto, 2004, Germano & Pôrto, 2007, Alvarenga *et al.*, 2007, Campelo & Pôrto, 2007). Afloramentos rochosos representam um ambiente essencial para investigações sobre a ecologia das briófitas, bem como podem vir a revelar novos registros de táxons. Além disso, embora, neste trabalho não tenha sido investigada a composição florística das briófitas da Caatinga

circundante aos afloramentos rochosos, com base em dados da literatura observou-se que das 49 espécies registradas, 25 são reportadas pela primeira vez para a Caatinga (Forzza *et al.*, 2010) e uma para a região do Nordeste.

Riqueza e diversidade

Os afloramentos rochosos do estado de Pernambuco variaram entre si conspicuamente em riqueza, diversidade e equitabilidade. Estudos conduzidos em diversos afloramentos no continente africano apontaram uma riqueza total de 72 espécies de briófitas, com baixa representatividade de espécies por famílias, baixa similaridade florística entre as áreas e predominância de musgos acrocárpicos (Frahm 2000). Entre esses afloramentos, na Costa do Marfim, foi encontrada a maior riqueza, 39 espécies, seguidos de Zimbábue com 24 spp., Benin 18 spp. e Seicheles 16 spp. (Frahm, 2000). Outro inventário realizado em um afloramento na Serra da Jibóia, Bahia, Brasil, registrou 21 espécies, 11 hepáticas e 10 musgos, entre esses musgos também se destacaram os acrocárpicos. Ademais, a brioflora apresentou baixa riqueza de espécies por família, com representantes, em sua maioria, reportados para a floresta úmida e, em menor escala, para campo rupestre, cerrado e campos de altitude (Valente & Pôrto, 2006).

Desta forma, os valores de riqueza obtidos no presente estudo encontram-se dentro da faixa observada para outros afloramentos rochosos; além do fato de apresentar semelhança em vários outros aspectos. Por exemplo, entre as dez espécies mais frequentes do presente estudo, *C. savannarum*, *C. pilifer*, *B. argenteum*, *Philonotis hastata*, *Gemmabryum exile* e *Octoblepharum albidum*, também foram encontradas em afloramentos no continente africano (Frahm, 2000). Em relação aos resultados de Valente & Pôrto (2006), esta semelhança se fez presente apenas por *B. argenteum* e *C. pilifer*, possivelmente devido à influência da floresta úmida contígua, situada a uma altitude de 800 m.

A tolerância à dessecação, uma condição cientificamente conhecida como poiquilohidria, parece ser a mais destacada adaptação ecofisiológica entre as plantas de afloramentos rochosos tropicais (Lüttge, 2008). Essa tolerância permite que as briófitas, tipicamente poiquilohídricas, sobrevivam em equilíbrio com a umidade do ar do ambiente (Lüttge, 2008) em locais tão diversos quanto solos úmidos até solos arenosos de deserto (Scott, 1982, Gradstein *et al.*, 2001, Glime, 2009). Os musgos, particularmente, exibem maior capacidade de tolerar a dessecação do que as hepáticas

(Glime, 2009), e, provavelmente, devido a isto foram mais frequentes nos afloramentos rochosos do presente trabalho.

Neste estudo, as espécies monoicas foram um pouco mais expressivas em número do que as dioicas, porém, houve um predomínio 3 spp. dioicas, tanto em frequência em número de áreas quanto em abundância, mesmo que a presença de esporófito tenha sido rara. O padrão de dominância de espécies dioicas é citado em literatura para o grupo de musgos e hepáticas (Wyatt, 1985). A reprodução sexuada em si é pouco usada em habitats secos, sendo compensada pela propagação vegetativa (Frahm, 1991, Wyatt, 1985). Frahm (1996) sugeriu que as briófitas dos afloramentos rochosos estudados no continente africano, também podiam estar se propagando por fragmentação e zoocoria. Em concordância, as espécies mais abundantes no presente estudo, *Campylopus savannarm* e *C. pilifer*, foram observados raramente com esporófito, mas, por outro lado, com filídios quebrados e/ou sem os ramos apicais. Conforme, Glime (2009), algumas espécies de *Campylopus* se dispersam facilmente pelo vento, por meio de ramos apicais decíduos.

Efeito da continentalidade, similaridade entre as áreas e padrão fitogeográfico

A proposta deste estudo de que a composição, a riqueza e a diversidade das espécies de briófitas diminuem com o gradiente de continentalidade não foi corroborada. Os afloramentos rochosos próximos à costa, subordinados a temperaturas ligeiramente menores, pluviosidades mais elevadas e ventos úmidos vindo do oceano Atlântico não levaram a valores significativamente superiores dos parâmetros de comunidade analisados. Por exemplo, área AR7, situada a oeste do estado, porém, favorecida por elevada precipitação média anual, altitude média e próxima da vegetação circundantes, apresentou estreita similaridade com as áreas mais próximas da costa. Possivelmente, outros fatores como altitude e proximidade com as florestas estacionais e ombrófila influenciaram os afloramentos rochosos (compare com Huston, 1996, Sales *et al.*, 1998, Rodal *et al.*, 2005, Tabarelli & Santos, 2004, Silva *et al.*, 2007). Ademais, os afloramentos rochosos podem funcionar como ilhas (Macarthur & Wilson, 1967, Tabarelli & Santos, 2004). As áreas com os maiores valores de riqueza de espécies também foram aquelas com as maiores diversidades e as mais similares. De acordo com observações de campo, foram estas áreas que apresentaram maiores disponibilidade de micro-habitats e tipos de substratos.

O gradiente altitudinal é uma das variáveis que provoca maiores efeitos sobre a variação do número de espécies de briófitas (Frahm & Gradstein, 1991). No presente estudo apesar das áreas se distribuírem ao longo de um gradiente de altitude, a riqueza e a composição parece não responder ao mesmo. Ainda assim, a área de maior altitude foi a mais rica. Isto pode ser explicado pela relação entre outros fatores climáticos como umidade, vento e maior disponibilidade de micro-habitats que interagem favorecendo uma composição e riqueza marcadamente diferente entre as áreas (Rodal *et al.*, 2005).

A maioria das espécies apresentou ampla distribuição mundial, particularmente as mais frequentes, que possuem esporos relativamente pequenos (8-28 μ m), produzidos em grande quantidade e resistentes à dessecação, o que lhes permite dispersão a longa distância pelo vento (Van Zanten & Pócs, 1981, Frahm, 1991, Sharp *et al.*, 1994, Glime, 2009). Isto poderia explicar a maior similaridade encontrada entre afloramentos distantes levando a ausência de linearidade entre a correlação da riqueza com a distância da costa. Neste contexto, é preciso considerar a possibilidade de que a dispersão de esporos e o estabelecimento de populações podem ter ocorrido não necessariamente no presente, mas sim em tempos passados. Os afloramentos rochosos são bastante antigos (20-120 milhões de anos) (Dörrstock *et al.*, 1996, Lüttge, 2008) e as briófitas já existiam no Paleozóico (540 e 245 milhões de anos atrás) (Frahm, 1996). Desta forma, estas plantas podem ser relíquias do passado ou, ainda, devido às grandes mudanças climáticas ocorridas durante o Cenozóico, há 60 milhões de anos (Terciário e Quaternário), espécies oportunistas sobreviveram em períodos de mudanças climáticas – sucessiva expansão, retração e fragmentação por barreira física (Haffer & Prance, 2002, Frahm, 2000). Sendo assim, os afloramentos rochosos podem ter funcionado como refúgios durante os períodos interglaciais (picos quente-úmido) para alguns grupos de briófitas (Frahm, 1994, 2000, 2008).

Influência do ambiente na distribuição das espécies

As variáveis geoclimáticas utilizadas permitiram evidenciar os agrupamentos das áreas dos afloramentos rochosos do estado de Pernambuco. Contudo, quando foram analisadas as correlações entre os gradientes ambientais e florísticos (CCA) elas não foram explicativas para a maioria das áreas. Por exemplo, as áreas AR1, AR2 e AR3 apresentam os maiores níveis de pluviosidade anual, menores temperaturas médias anuais e maior proximidade com o mar. Apesar disso, essas áreas não se agruparam do ponto de vista florístico. Por outro lado, a CCA revelou uma correlação entre a

temperatura e as áreas localizadas mais a oeste do estado. De fato, essas áreas de afloramentos rochosos apresentaram as maiores temperaturas médias anuais e estão entre as mais distantes do mar. Isto pode explicar a presença das espécies *Barbula indica* e *Riccia vitalii*, que são comuns em ambiente xéricos e xeromórficos, repectivamente (Sharp *et al.*, 1994).

Os resultados obtidos da brioflora dos afloramentos rochosos do estado de Pernambuco sugere que os principais contribuintes para a diversidade destas formações, são os micro-habitats ilhas de solos, colonizados tanto por terrícolas, quanto por corticícolas de herbáceas, arbustos e, mesmo, árvores de pequeno porte, que formam manchas de vegetação sempre que uma camada de solo mais espessa. Rocha exposta também é outro micro-habitat importante e tem como principais representantes espécies que formam pequenos tufo e outras que crescem prostradas.

A variação nos valores de riqueza, diversidade mais os valores estatísticos obtidos nesse trabalho sugere que os afloramentos rochosos podem estar funcionando como unidades relativamente isoladas. Desta forma, uma maior gama de parâmetros ambientais deve ser considerada para interpretações mais seguras para esse tipo de ambiente.

CONCLUSÃO

A brioflora dos afloramentos rochosos do estado de Pernambuco assemelha-se em número e composição ao de formações relacionadas, quer do Brasil quer do continente africano. Apesar disso, também apresenta elementos peculiares, ainda não assinalados para a vegetação da Caatinga circundante. Em nível de família dominam as hepáticas Lejeuneaceae, Frullaniceae e Ricciaceae e os musgos acrocárpicos de Bryaceae, Leucobryaceae e Pottiaceae. Floristicamente dominam espécies pioneiras e xerotolerantes, com diferentes estratégias de sobrevivência a ambientes estacionais e semiáridos.

Contribuem para a diversidade destas formações, principalmente os micro-habitats ilhas de solos, colonizados tanto por terrícolas, quanto por corticícolas de herbáceas, arbustos e, mesmo, árvores de pequeno porte, que formam manchas de vegetação sempre que uma camada de solo mais espessa. Rocha exposta também é outro micro-habitat importante e tem como principais representantes espécies que formam pequenos tufos e outras que crescem prostradas.

A variação nos valores de riqueza e diversidade obtida sugere que os afloramentos rochosos funcionam como unidades relativamente isoladas em relação à vegetação circundante. A brioflora é constituída de elementos com ampla distribuição geográfica ou pantropicais, conhecidos para diversos domínios fitogeográficos do Brasil.

A continentalidade não influenciou significativamente a composição, a riqueza e a diversidade das briófitas dos afloramentos. Quanto aos aspectos de comunidades de briófitas, estes ambientes são peculiares e para interpretações mais seguras dos fatores condicionantes, a análise de uma maior gama de parâmetros ambientais deve ser considerada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia) pelo apoio financeiro referente à bolsa de mestrado concedido a primeira autora, à FBPn (Fundação Grupo o Boticário de Proteção à Natureza) pelo financiamento do projeto de pesquisa e ao CEPAN (Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste) pelo apoio no transporte até campo. Agradecemos também aos Drs. Fernando Mota Filho e Ioneide Alves por ajudarem nas escolhas das áreas de estudos e apoio em campo. Aos taxonomistas Drs. Denilson Peralta, Olga Yano e Jan-Peter Frahm, pelo auxílio na identificação das briófitas. Aos Drs. Felipe de Melo, Mércia P.P. da Silva, Nivea D. dos Santos e Lisi Dámaris Pereira Alvarenga pela ajuda com as análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

- Alvarenga, L.D.D, Pôrto, K.C. & Silva, M.P.P. 2009.** Relations between regional – local habitat loss and metapopulation properties of epiphyllous bryophytes in the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, 41(6): 682-691.
- Alvarenga, L.D.P. Silva, M.P.P., Oliveira, J.R.P.M. & Pôrto, K.C. 2007.** Novas ocorrências de briófitas para Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 21(2): 349-366.
- Bastos, C.J.P., Yano, O. & Vilas Bôas-Bastos. 2000.** Briófitas de campos rupestres da Chapada Diamantina, estado do Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 23(4): 359-370.
- Bastos, C.J.P., Stradmann, M.T.S. & Vilas Bôas-Bastos, S.B. 1998.** Additional contribution to the bryophyte flora of Chapada Diamantina National park, State of Bahia, Brazil. *Tropical Bryology*, 15(0): 15-20.
- Buck, W.R. 1998.** Pleurocarpus mosses of the West Indies. *Memoirs of The New York Botanical Garden*, 1(1): 1-401.
- Buck, W.R. & Vitt, D.H. 1986.** Suggestion for a new familial classification of Pleurocarpus mosses. *Taxon*, 39(1): 21-60.
- Burke, A. 2002.** Plant communities a Central Namib inselberg landscape. *Journal of Vegetation Science* 13 (4): 483-492.
- Burke, A. 2003.** Floristic relationships between inselbergs and mountain habitats in the central Namib. *Dinteria* 28(0): 19-38.
- Cabrera, A. & Willink, K. 1973.** *Biogeografia de America Latina*. Washington, D.C. Organización de Los Estados Americanos.
- Campelo, M.J.A. & Pôrto, K.C. 2007.** Brioflora epífita e epífila da RPPN Frei Caneca, Jaqueira, PE, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 21(1): 185-192.
- Coley, P.D., Kursar, T.A. & Machado, J-L. 1993.** Colonization of tropical rain Forest leaves by epiphylls: effects of site and host plant leaf lifetime. *Ecology*, 74(2): 619-623.
- Conceição, A.A. & Pirani, J.R. 2005.** Delimitação de hábitat em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. *Boletim Botânico da Universidade de São Paulo*, 23(1): 85-111.
- Costa, D.P. 2008.** Metzgeriaceae (Hepaticae). *Flora Neotropica Monograph*, 102(1): 1-

169.

- Crandall-Stotler, B. & Stotler, R.E & Long, D.G. 2009.** Phylogeny and Classification of the Marchantiophyta. *Edinburgh Journal of Botany*, 66 (1): 155-198.
- Dörrstock, S., Porembisk, S. & Barthlott, W. 1996.** Ephemeral flush vegetation on inselbergs in the Ivory Cost (West Africa). *Condollea*, 51(2): 407-419.
- Forzza, R.C., Leitman, P.M., Costa, A.F., Carvalho Jr., A.A., Peixoto, A.L., Walter, B.M.T., Bicudo, C., Zappi, D., Costa, D.P., Lleras, E., Martinelli, G., Lima, H.C., Prado, J., Stehmann, J.R., Baumgratz, J.F.A., Pirani, J.R., Sylvestre, L., Maia, L.C., Lohmann, L.G., Queiroz, L.P., Silveira, M., Coelho, M.N., Mamede, M.C., Bastos, M.N.C., Morim, M.P., Barbosa, M.R., Menezes, M., Hopkins, M., Secco, R., Cavalcanti, T.B., Souza, V.C. 2010.** Lista de Espécies da Flora do Brasil [online] (2010) [acessado em setembro de 2011]. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010> >
- Frahm, J-P. 2008.** Diversity, dispersal and biogeography of bryophytes (mosses). *Biodiversity Conservation*, 17(1): 277-284.
- Frahm, J-P. 2000.** Bryophytes, In: S. Potembski, & W. Barthlott, eds. 2000. *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Ecological Studies Springer Verlag Berlin Heidelberg, pp. 91-102.
- Frahm, J-P. 1996.** Diversity, life strategies, origins and distribution of tropical inselberg bryophytes. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 67(1): 73-86.
- Frahm, J-P. & Gradstein, S.R. 1991.** An altitudinal zonation of tropical rain forests using bryophytes. *Journal of Biogeography*, 18(6): 669-678.
- Frahm, J.-P. 1991.** Dicranaceae: Campylopodioideae, Paraleucobryoideae. *Flora Neotropica, monograph*, 54(1): 1-237.
- Germano, S.R. & Pôrto, K.C. 2004.** Novos registros de briófitas para Pernambuco, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 18(2): 343-350.
- Glime, J.M. 2009.** *Bryophyte Ecology*. Michigan Technological University/Botanical Society of America/International Association of Bryologists [2009] (acessado em novembro 2011). Disponível em: < <http://www.bryoecol.mtu.edu/> >
- Goffinet, B., Buck, W.R & Shaw, A. 2009.** Morphology and Classification of the Marchantiophyta. In: B. Goffinet & W.R. Shaw, eds. 2009. *Bryophyte Biology*. New York: Cambridge University Press, pp. 1-54.

- Gradstein, S.R & Costa, D.P. 2003.** The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. *Memoirs of The New York Botanical Garden*, 87(1): 1-301.
- Gradstein, S.R., Churchill, S.P. & Salazar Allen. N. 2001.** Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 86 (1): 1-585.
- Gradstein, S.R. 1994.** Lejeuneaceae: Ptychantheae, Brachiolejeuneae. *Flora Neotropica*, 62 (21): 1-216
- Guerra, A.T. & Guerra, A.J.T. 1997.** *Dicionário gológico-geomórfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Huston, M. A. 1996.** *Biological Diversity: the coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Haffer, J. & Prance, G.T. 2002.** Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos Refúgios da diferenciação biótica. *Estudos Avançados*, 16(46): 175-206.
- Jones, P.R & Rosentreter, R. 2006.** Gametophyte fragment growth of three common desert mosses on artificial and natural substrates. *The Bryologist*, 109(2): 166-172.
- Jovet-Ast, S. 1991.** *Riccia* (Hépatiques, Marchantiales d'Amérique Latine, Taxons du sous-genre *Riccia*, *Cryptogamie Briologique et Lichénologique*, 12(3): 189-370.
- Kluge, M. & Brulfert, J. 2000.** Ecophysiology of vascular plants on inselbergs. In: S. Porembski & W. Barthlott, eds. 2000. *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 143-176.
- Lüttge, U. 2008.** Inselbergs. In: Lüttge, U. ed. *Physiological ecology of tropical plants*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 373-418.
- Mägdefrau, K. 1982.** Life forms of bryophytes. In: A.J.E. Smith, ed. 1982. *Bryophyte Ecology*. London: Chapman and Hall, pp. 45-57.
- Manly, B.F.J. 1994.** *Multivariate statistical methods*. London, Chapman & Hall.
- MacArthur, R. & Wilson, E. 1967.** *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- Medina, B.M.O., Ribeiro, K.T. & Scarano, F.B. 2006.** Plant-plant and plant- topography interactions on a rock outcrop at high altitude in southeastern Brazil. *Biotropica*, 38(1): 27-34.
- Meirelles, 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. *Environmental Conservation*, 26(1): 10-20.

- Michel, E.L. 2001.** *Hepáticas epifíticas sobre o pinheiro-brasileiro no Rio Grande do Sul*. Editora Universidade, Rio Grande do Sul.
- Moraes, E.N.R. & Lisboa, R.C.L. 2006.** Mustos (Bryophyta) da Serra dos Carajás, estado do Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, 1(1): 39-68.
- Magurran, F.R. 2004.** *Measuring biological diversity*. Blackwell, Malden.
- Ochi, H. 1980.** A revision of the Neotropical Bryoideae, Musci. First Part. *The Journal of the Faculty of Education Tottori University, Natural Science*, 29 (1): 49-154.
- Oliveira, S.M. & Pôrto, K.C. 2005.** Sporophyte production and population structure of two species of Pottiaceae in an Atlantic Forest remnant in Pernambuco, Brazil. *Cryptogamie Bryologie*, 26(3): 239-247.
- Parmentier, I. 2003.** 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*, 136(1): 63-72.
- Peralta, D.F. & Vital, D.M. 2006.** Archidiaceae (Archidiales, Bryophyta) do Brasil (Archidiaceae(Archidiales, Bryophyta) from Brazil). *Boletim do Instituto de Botânica*, 18(1): 17-32.
- Porembski, S. 2007.** Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(4): 579-586.
- Porembski, S., Becker, U. & Seine, R. 2000.** Islands on islands: habitats on inselbergs. In: S. Porembski & W. Barthlott, eds. 2000. *Inselbergs: Biotic Diversity of Isolated Rock Outcrops in Tropical and Temperate Regions*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 49-67.
- Porembski, S. & W. Barthlott. 2000.** Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. *Plant Ecology* 151 (1):19–28.
- Porembski, S., Martinelli, G., Ohlemüller, R. & Barthlott, W. 1998.** Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Biodiversity Research*, 4(3): 107-119.
- Porembski, S., Seine, R. & Barthlott, W. 1997.** Inselberg vegetation and biodiversity of granite outcrops. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 80: 193
- Porembski, S. & Barthlott, W. 1996.** Plant species diversity of west African inselbergs. In: L.J.G. Van der Maesen., X.M. Van der Burgt, & J.M. Van Medenbach de Rooy, eds. 1996. *The biodiversity of African plants*. Kluwer Academic Publishers, pp. 49-53.

- Pôrto, K.C., Germano, S.R. & Borges, G.M. 2004.** Avaliação dos brejos de altitude de Pernambuco e Paraíba, quanto à diversidade de briófitas, para conservação. 2004. In: K. Pôrto, J.J.P. Cabral & M. Tabarelli. *Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba, História Natural, ecologia e conservação*. Biodiversidade 9, Brasília, pp. 17-24.
- Prance, S.T. 1996.** Islands in Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society London*, 351(1341): 823-833.
- Proctor, M.C.F. 2009.** Physiological ecology. In: B. Goffinet & W.R. Shaw, eds. 2009. *Bryophyte Biology*. New York: Cambridge University Press, pp. 236-268.
- Proctor, M.C.F., Oliver, M.J., Wood, A.J., Alpert, P., Stark, L.R., Cleavitt, N.L. & Mishler, B.D. 2007.** Disiccation-tolerance in bryophytes: a review. *The Bryologist*, 110 (4): 595-621.
- Reese, W.D. 1993.** Calymperaceae. *Flora Neotropica, monograph*, 50(1): 1-102.
- Ribeiro, K.T., Medina, B.M.O. & Scarano, F.R. 2007.** Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the plateau of Itatiaia, SE- Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(4): 623-639.
- Rodal, M.J.N., Sales, M.F., Silva, M.J. & Silva, A.G. 2005.** Flora de um Brejo de Altitude na escarpa oriental do planalto da Borborema, PE, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 19(4): 843-858.
- Sales, M.F.; Mayo, S.J. & Rodal, M.J.N. 1998.** *Plantas vasculares das Florestas Serranas de Pernambuco: um Checklist da Flora Ameaçada dos Brejos de Altitude, Pernambuco, Brasil*. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Imprensa Universitária.
- Silva, E.A.E.S., Guedes, R.S.A., Santos, A. M. M. & Tabarelli, M. 2007.** Distribuição de plantas da caatinga nos brejos de altitude em um gradiente de continentalidade . 23-28 de setembro [Anais] Caxambu: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil.
- Scarano, F.B. 2007.** Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. *Revista Brasileira de Botânica* 30 (4): 561
- Scott, G. A. M. 1982.** Desert bryophytes. In: J. E. Smith, ed. 1982. *Bryophyte Ecology*. Chapman and Hall, London, pp. 105-122.
- Sharp, A.J., Crum, H. & Eckel, P. 1994.** The moss flora of Mexico. *Memoirs of The New York Botanical Garden*, 69(1-2): 1-1113.
- Sarthou, C., Kounda-kiki, C., Vaculik, A., Mora, P. & Ponge, J.F. 2009.** Successional patterns on tropical inselbergs: a case study on the Nouragues inselbeg (French Guiana).

Flora 204(0): 396-407.

Sarthou, C. & Villiers, J.-F. 1998. Epilithic plant communities on inselbergs in French Guiana. *Journal of Vegetation Science* 9 (0): 847-860.

Shepherd, G.J. 2009. Fitopac v. 2.0. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Tabarelli, M. & Santos, A.M.M. 2004. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. In: K. Pôrto, J.J.P. Cabral & M. Tabarelli, eds. 2004. *Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba, História Natural, ecologia e conservação*. Biodiversidade 9, Brasília, pp. 17-24.

Valente, E.B. & Pôrto, K.C. 2006. Briófitas do afloramento rochoso na Serra da Jibóia, município de Santa Teresinha, Bahia, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 18(1): 207-211.

Van Zanten, B. O. & Pócs, T. 1981. Distribution and dispersal of Bryophytes. In: W. Shultze-Motel, ed. 1981. *Advances in Bryology* 1. Cramer, Vaduz, pp. 479-562.

Velloso, A.L., Sampaio, E.V.S.B., Giulietti, A.M., Barbosa, M.R.V., Castro, A.A.J.F., Queiroz, L.P., Fernandes, A., Oren, D.C., Cestaro, L.A., Carvalho, A.J.E., Pareyn, F.G.C., Silva, F.B.R., Miranda, E.E., Keel, S. & Gondim, R.S. 2002. *Ecorregiões: propostas para o Bioma Caatinga*. APNE, The Nature Conservancy do Brasil, Recife.

Wyatt, R. 1985. Terminology for bryophyte sexuality: toward a unified system. *Taxon*, 34 (3): 420-425.

Yano, O. 1989. Briófitas. In: O. Fidalgo & V.L.R. Bononi, eds. 1989. *Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico*. Série Documentos/ Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 27-30.

Zander, R.H. 1993. Genera of the Pottiaceae: mosses of harsh environments. *Bulletin of the Buffalo Society of Natural Science*, 32(1): 1-378.



Figura 7. Fotografias de espécies de musgos mais frequentes (A,B,C) e a hepática endêmica do Brasil (D) encontradas nos afloramentos rochosos do estados de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **A.** *Campylopus savannarum* (Müll. Hal.) Mitt., **B.** *Campylopus pilifer* Brid., **C** *Bryum argenteum* Both., **D.** *Riccia taeniaeformis* Jovet-Ast.

**Instructions for Authors**

Contributions to *Journal of Bryology* must be submitted online. Please prepare your manuscript according to the instructions below and submit at the [Editorial Manager Online Submission Site](#).

Journal of Bryology is an international botanical periodical which publishes original research papers in cell biology, anatomy, development, genetics, physiology, chemistry, ecology, palaeobotany, evolution, taxonomy, applied biology, conservation, biomonitoring aspects and biogeography of bryophytes, and also significant new check-lists and descriptive floras of poorly known regions. Papers containing information on other organisms are acceptable providing that they also incorporate significant new data on bryophytes.

Shorter contributions are published as Bryological Notes and longer papers can be published as Bryological Monographs.

New records of bryophyte species from regions other than the British Isles may appear in an edited and numbered column, *New National and Regional Bryophyte Records*, which carries the names of all contributors as authors.

Detailed studies of the biology of single bryophyte species from any part of the world are welcomed for inclusion in the Bryophyte Profiles series.

The Journal regularly publishes new plant names, which are highlighted under the *Taxonomic Conditions and Changes* heading. Copies are sent to Missouri Botanical Gardens for indexing.

Contacting the Editors:

Managing Editor: Liz Kungu, Royal Botanic Garden Edinburgh, UK.
Email e.kungu@rbge.ac.uk

Contacting the Publishers:

Mark Hull, Maney Publishing, 1 Carlton House Terrace, London SW1Y 5AF, UK.
Email m.hull@maney.co.uk

Submitting a paper to Journal of Bryology:

All submissions should be made online at the [Editorial Manager Online Submission Site](#) for *Journal of Bryology*. New Users should register with the site from the main home page in order to obtain a username and password. Select the 'Register' option from the main navigation bar at the top of the homepage.

Information on the submission procedure is provided online but you will be asked to provide the information and files listed below.

INITIAL SUBMISSIONS: Please upload – 1) a Word file (.doc) containing the complete paper; 2) OR a Word file containing the complete paper plus an individual file of each figure, prepared to the specifications laid out below. You will be asked to input the title, abstract and keywords for the article and contact details for all authors into separate fields. You will be required to complete a conflict of Interest Notification form as part of the online submission process. Further details can be found in the presentation guidelines section. Informed consent forms and ethics approval letters can also be uploaded online during the submission process.

Supplementary information such as datasets, animations, models or videos must be submitted offline, but you will be required to indicate that an item of this type is being included in the submission.

REVISED SUBMISSIONS

Please upload

- A Word file (.doc) containing the revised text, references, tables and figure captions, prepared to the specifications below.
- A separate image file of each figure in CMYK format as .tiff or .eps files. Please refer to the 'Illustrations and Figures' section below for resolution guidelines.
- A response to the referees comments as a Word (.doc) or PDF (.pdf) file

It is not necessary to upload for a second time files that were uploaded with the initial submission and that have not been altered.

Submission to New National and Regional Records

An edited column, *New National and Regional Records*, exists to publicize small numbers of new country records of bryophytes from countries other than Britain and Ireland. Entries appear under the authorship of the column editor and of all contributors. For each record the following information should be submitted to the column editor: name of taxon; name of locality with UTM grid reference or latitude and longitude; brief details of habitat and ecology; name of collector and date of collection; name of referee (voucher specimens from Europe and the wider Mediterranean region may be submitted); herbarium in which the voucher specimen is deposited; a brief paragraph (up to 250 words) may also be added to document other points of interest and to refer to the relevant literature (full citations must be supplied in the normal style for the Journal).

Send entries to Len Ellis, l.ellis@nhm.ac.uk or in duplicate to Len Ellis, Department of Botany, The Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 5BD, UK

Conditions of Submission

By submitting to *Journal of Bryology*, authors acknowledge and accept that papers are considered for publication on the basis:

1. that the paper presents original work that is not being considered or reviewed by any other publication, and has not been published elsewhere in the same or a similar form.
2. that all authors are aware of, and have consented to, the submission to *Journal of Bryology*.
3. that due regard has been paid to ethical considerations relating to the work reported.
4. that the paper contains, to the best of the authors' knowledge, no libellous or unlawful statements.

Papers should not normally exceed 16 pages. However, henceforth, papers of more than 16 printed pages will be considered for publication, subject to the availability of space and the overall balance of the contents of the Journal. (Normally, such papers would be published in the Bryological Monographs series.) These papers will be subject to the normal refereeing process. It is intended that such papers, if accepted, will be published free of charge, but it may be necessary to make a charge to meet some of the costs of publication. Therefore authors who wish to submit such papers should contact the managing editor at an early stage to clarify whether or not a publication charge will be made.

Open Access Option for Authors

MORE OpenChoice: Authors or their funding agency, may sponsor an article for open access publication. For information on article charges and instructions on how to exercise this option click [here](#).

Presentation guidelines for preparing a Paper:

Double spacing should be used throughout all portions of your manuscript and all pages should be numbered consecutively. The title should be fully informative. Subheadings should be organised as follows: **PRIMARY**, use capitals and centre; *Secondary*, use lower case italics except for the first letter, and left-justify; **Tertiary**, use bold type and a full stop, and commence text on the same line after two spaces.

Papers should be set out as follows with each section beginning on a separate sheet: title page, summary and key words, text, acknowledgements, references, tables, captions to illustrations.

[**Papers which do not exceed two pages** will be published as *Bryological Notes*. They should not include a summary and keywords and normally lack subheadings.].

TITLE PAGE:

The title page should clearly contain the following information:

- (1) Title of the article. Authors should include all information in the title that will make electronic retrieval of the article both sensitive and specific
- (2) First name(s) or initial(s) and surname of each author and their institutional affiliations
- (3) The name and address of the department(s) and institution(s) to which the work should be attributed
- (4) Full postal address of each author
- (5) Name, telephone, email address and fax number of the corresponding author. The corresponding author should indicate clearly whether his or her email address can be published.
- (6) A word count for the text only (excluding abstract, acknowledgements, figure legends, and references).
- (7) The number of figures and tables

SUMMARY

The summary should consist of not more than 250 words summarising the contents of the article. It is important, especially for indexing services, that this must be intelligible independently of the article. The summary should describe the aims, methods, results and conclusions.

KEYWORDS - Authors are asked to supply appropriate keywords (up to 125 characters in total), in alphabetical order, to be used as an aid to coding and indexing.

MAIN TEXT – subheadings should be organized as follows: **PRIMARY**, use capitals and centre; *Secondary*, use lower case italics except for the first letter, and left-justify; **Tertiary**, use bold type and a full stop, and commence text on the same line after two spaces.

Dates should be in the form 1 June 2005 with the month written in full. Generic and specific names, formally recognised plant associations and other words which are to be printed in italics (such as *ca*, *in litt.*, *leg.*, *c.fr.*, *et al.*), should be typed in italics or underlined.

In **abbreviations** use a full stop if the word is truncated (e.g. Prof., Fig.) but not if it is a contraction (e.g. Dr, Figs) or an S.I. unit (e.g. m, kg).

Use **negative powers** (g m⁻² year⁻¹) not the solidus (g/m²/year) in derived units of measurement.

The **authors** for scientific names of bryophytes and other organisms should be included at their first mention in the main text except for species studied by cited authors. Abbreviations for authors should follow the recommendations in R. K. Brummitt & C. E. Powell, 1992, *Authors of Plant Names*, published by Royal Botanic Gardens, Kew (note that spaces after full stops should be suppressed within author abbreviations, e.g. H.Whitehouse, P.de la Varde). Where the number of species is large (e.g. in a check-list) an appropriate nomenclatural work should be cited and authorities omitted. Taxonomic novelties should be given once in bold type in the formal treatment.

Long lists of information should be included in an appendix (see below) to avoid breaking the flow of the text.

When it is necessary to name the herbarium in which a specimen is to be found the abbreviations should be those of P.K. Holmgren, N.H. Holmgren & L.C. Barnett (eds), 1990, *Index Herbariorum* edn 8, published for the International Association for Plant Taxonomy, New York Botanical Garden, New York. It is highly recommended that authors reporting chromosome counts, chemical analyses, DNA sequences and SEM photomicrographs etc., deposit voucher specimens in a reputable herbarium for future reference.

S.I. units and their normal abbreviations and conventions should be employed (see L.D. Incoll, S.P. Long and M.R. Ashmore, 1977, *Current Advances in Plant Science*, 3, 331-343, for details). For example, energy contents (calorific values), radiation fluxes over bryophytes (radiant flux density) and photosynthetic light measurements (photon flux density) would be described using kJ g^{-1} , W m^{-2} and $\mu\text{mol PAR m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectively.

Original Research Papers

The article should be divided into the following sections. Long articles may require subheadings within some sections to clarify their content – 1.) Introduction; 2.) Materials and Methods; 3.) Results; 4.) Discussion

Bryophyte Profiles

Each article will be a detailed study of the biology of a single bryophyte species from any part of the world. Papers should be organized under the following headings: Recognition, Distribution, Life Cycle, Ecology, Physiology, Applied Biology. Illustrations of the major life cycle phases should be included and each paper should contain substantive new information as well as review existing knowledge. Prospective authors are advised to contact the Managing Editor (address above) for further details and to register their interest.

Bryological Monographs

Papers should not normally exceed 16 pages. However, papers of more than 16 printed pages will be considered for publication, subject to the availability of space and the overall balance of the contents of the Journal. (Normally, such papers will be published in the *Bryological Monographs* series.) These papers are subject to the normal refereeing process. It is intended that such papers, if accepted, will be published free of charge, but it may be necessary to make a charge to meet some of the costs of publication. Therefore, authors who wish to submit such papers should contact the Managing Editor at an early stage to clarify whether or not a publication charge will be made.

APPENDICES – long lists of information (lists of specimens, voucher specimens for molecular studies, lists of primers, etc.), more than about half a printed page in length, should be included in an appendix to avoid breaking the flow of the text.

ACKNOWLEDGEMENTS – all sources of funding must be disclosed as an acknowledgment in the text. Concise acknowledgment of contributors not listed as authors is welcome. Examples of those who might be acknowledged include a person who provided purely technical help, writing assistance, or a department chair who provided only general support.

REFERENCES – Citation of literature must follow the Harvard (author–date) style. References should be listed at the end of the article, arranged alphabetically according to authors' names and then by date. Journal names should be given in full. The following style should be used in the reference section, which is one agreed among several UK botanical journals. For further details, please visit the journal homepage where you will find a comprehensive reference style document.

Citations in the text have the form (Ward, 2010) where there is a single author; (Bateman & Sexton, 2008) where there are two authors; and (Rich et al., 2010) where there are multiple authors. Where an author has published several titles in the same year, include a lowercase after the year, e.g. (Synder, 1990a), (Synder, 1990b), which must then be matched to the relevant work cited in the list of references. Page extents should only be included in the text reference when a specific table, figure, illustration or section of text is referred to. Page extents should be elided in both the text references (where necessary) and the full references following the manuscript text.

Citations in the text have the form (Ward, 2010) where there is a single author; (Bateman & Sexton, 2008) where there are two authors; and (Rich et al., 2010) where there are multiple authors.

Where an author has published several titles in the same year, include a lowercase after the year, e.g. (Synder, 1990a), (Synder, 1990b), which must then be matched to the relevant work cited in the list of references. Page ranges should be elided in both text references (if provided) and main references

Full references in the alphabetical list should be given as follows:

Journal articles: Bednarek-Ochyra, H. & Ochyra, R. 2010. *Bucklandiella allanfifei* (Grimmiaceae), a new moss species from New Zealand, with a note on South American *B. striatipila*. *Journal of Bryology*, 32(4): 245–255.

Holyoak, D.T. & Köckinger, H.T. 2010. A taxonomic revision of some European and Asian bulbiferous species of *Anomobryum* (Bryophyta: Bryaceae). *Journal of Bryology*, 32(3): 153–169.

Preston, C., Hill, M., Porley, R. & Bosanquet, S. 2010. Survey of the bryophytes of arable land in Britain and Ireland 1: A Classification of Arable Field Assemblages. *Journal of Bryology*, 32(2): 61–79.

Online journal: Meadows, R. 2010. Stress may drive plant patterns. *PLoS Biology* [online] 8 (October 2010) [accessed 12 December 2010]. Available at: <<http://www.plosbiology.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pbio.1000517.html>>

Books: Glime, J.M. ed. 1988. *Methods in bryology*. Nichinan: Hattori Botanical Laboratory, pp. 20–24.

Smith, A.J.E. 1978. *The moss flora of Britain and Ireland*. Cambridge: Cambridge University Press.

Chapters in a book: Ashcroft, B. 2008. Globalisation, the transnation and Utopia. In: K. Sens & S. Chakravarti, eds. 2008. *Narrating the Transnation: The Dialectic of Culture and Identity*. Calcutta: Dasgupta, pp. 1–23.

Thesis or dissertation: Peterson, E. B. 2000. Analysis and prediction of patterns in lichen communities over the western Oregon landscape. PhD thesis. Oregon State University, Corvallis, OR, USA.

Lecture: Sunetra, G. 2009. Surviving pandemics: a pathogen's perspective. 2 November. [Lecture] London: The Royal Society.

TABLES – study the format used for tables in recent issues of the journal. Do not use vertical lines. Table legends are printed in italics. Follow the guide-lines for figure legends. Tables should be numbered consecutively using Arabic numerals in the order of their first citation in the text. Within the text tables should be referred to by number (e.g. Table 1), and preferred position and groupings in the text should be clearly indicated.

ILLUSTRATIONS – illustrations should be numbered consecutively using Arabic numerals in the order of their first citation in the

text. These should be submitted on separate pages. Sub-figures should be appropriately lettered in capitals (e.g. A, B); the size of letters should be appropriate to that of the illustration. Each illustration must have a caption and source. Captions should be typed, double-spaced, on separate sheets from the main text. Within the text, figures should be referred to by number (e.g. Figure 1), and preferred position and groupings in the text should be clearly indicated.

Drawings, graphs and photographs should not be more than twice the required size for publication except by special arrangement with the Editor. Figures are normally sized to fit in a single column or across the full width of the text. Original files which require reduction should be supplied with correspondingly thicker lines. Authors must apply their own symbols, numbers and lettering to figures, including photographs, and should pay special attention to point size. For same-size reproduction use Letraset 10 pt (2.4 mm) Univers 45 (IL2734), or, Letraset 20 pt (4.9 mm) Univers 45 (IL2731) for 50% reduction. Accuracy is essential as changes to figures are costly. A scale should be included for all line drawings of plants and where appropriate for photographs. Trim portions of electron micrographs with distracting information about machine settings, and place any relevant data in the legend.

The author will be required to provide all images in CMYK format as TIFF or EPS files at high resolution suitable for printing. As a guideline, images should be submitted at a minimum input scanning resolution of 300 dpi for full colour, 350–400 dpi for half tones, 600 dpi for slides or transparencies, 800 dpi for simple line and 1200 dpi for fine line illustrations. Please note that the final reproduction quality is dependent on the quality of the original illustration.

Permission for reproduction of previously published material: The author must obtain written evidence of permission to reproduce images (in all formats, in perpetuity and in all geographical regions world wide) from the copyright owner for the use of any illustrative matter in the journal and will be liable for any fee charged by the owner of the image. The caption should include relevant credit of the permission of the copyright holder to reproduce the image. For more information please see www.maney.co.uk/authors/copyright.

COLOUR POLICY There are charges for the use of colour in the printed Journal. Please obtain costs [here](#) or contact from Cheryl Merritt, Production Editor (c.merritt@maney.co.uk).

Colour illustrations will be published in the online version of the journal free of charge. Images submitted in colour will be published in black and white in the printed journal (unless otherwise agreed with the journal editor and paid for by the author). Authors should bear these requirements in mind when preparing images for submission.

SUPPLEMENTARY MATERIAL Supplementary material such as videos, animations, models or datasets will be accessed via a hyperlink from the online version of the paper. Supplementary material can be hosted online on our host platform Ingenta.

Publishing and Editorial Policies

AUTHORSHIP The list of authors should include all those who can legitimately claim authorship. This is all those who. 1.) have made a substantial contribution to the concept and design, acquisition of data or analysis and interpretation of data; 2.) drafted the article or revised it critically for important intellectual content; 3.) Approved the version to be published.

Authors should meet the conditions all of the points above. All persons designated as authors should qualify for authorship, and all those who qualify should be listed. It is the responsibility of the author to ensure that s/he complies with Maney's copyright and ethics (including plagiarism) policies, which protect the rights of authors, editors, reviewers, and publishers alike, and thereby ensures the reputation of the publication and copyright holders. Maney's policies can be found by reading the information available at www.maney.co.uk/publishingethics, along with best practice guidelines for authors, journal editors and reviewers.

When a large, multicenter group has conducted the work, the group should identify the individuals who accept direct responsibility for the manuscript. These individuals should fully meet the criteria for authorship/contributorship. When submitting a manuscript authored by a group, the corresponding author should clearly indicate the preferred citation and identify all individual authors as well as the group name.

Acquisition of funding, collection of data, or general supervision of the research group alone does not constitute authorship although all contributors who do not meet the criteria for authorship should be listed in an acknowledgments section.

Each author should have participated sufficiently in the work to take public responsibility for appropriate portions of the content.

PEER REVIEW All manuscripts are reviewed with due respect for authors' confidentiality. Contributions considered relevant to the aims and scope of the Journal will be sent out for external peer review. The Journal's policy is to obtain at least two independent reviews of each article. The peer review process is 'double blind' i.e. neither reviewers nor authors will be informed of the identity of the other.

Referees are encouraged to provide substantive, constructive reviews and provide suggestions for improving the work, and distinguish between mandatory and non-mandatory recommendations.

COPYRIGHT It is a condition of publication that all papers become the copyright of the British Bryological Society. (with the year of publication). Authors who wish to reproduce sections of text, tables or images from previously published sources or where the copyright is owned by a third party must obtain written permission from the copyright holder (usually the publisher) and the author(s)/artist(s) of the original material. A line giving the full source of the material should be included in the manuscript, including any specific wording stipulated by the copyright holder. Copyright is required for use in all formats (including digital, and (where appropriate) colour), in perpetuity and in all geographical regions worldwide. The author will be liable for any fee charged by the owner of the image. For more information and advice please see www.maney.co.uk/authors/copyright.

PERMISSIONS Any reproduction from this journal *apart* from for the purposes of review, private research or "fair dealing," must have the permission of the copyright holder. Requests for such permission must be addressed to permissions@maney.co.uk, who act on behalf of the copyright holder. In all cases, acknowledgement of the journal must be made.

Instructions on Acceptance for Publication

PAGE PROOFS PDF proofs are emailed to the corresponding author for checking. Corrections, which should be confined to essential typographical amendments only, must be promptly returned by email, fax or post to: The Production Editor, Cheryl Merritt, Maney Publishing, Suite 1C, Joseph's Well, Hanover Walk, Leeds LS3 1AB, UK. Email: c.merritt@maney.co.uk. Fax: FAO Cheryl Merritt, 0044 (0) 113 386 8178. Corrections can be submitted on hard copy or by PDF mark-up. All typescripts will undergo copy-editing to improve clarity, readability and consistency, so it is important to read your proofs carefully.

EPRINTS Authors receive a screen-resolution PDF file (Eprint) of the published version of their paper that they may circulate to colleagues, but may not use for commercial purposes or place into an institutional or subject specific repository. Pre- and post-print versions of an article may be posted in repositories, subject to full acknowledgement of the journal. Visit the Copyright and Permissions page www.maney.co.uk/authors/copyright for full details, including exceptions to this policy. More information is also provided in the Assignment of Copyright Form distributed to authors with their proofs.

REPRINTS Reprints of articles published in the Journal can be purchased through the Publisher. Please contact Mark Hull at Maney Publishing for information and quotes: m.hull@maney.co.uk.