

THAMARA RODRIGUES DOS REIS

**DIVERSIDADE, DISTRIBUIÇÃO E CONSERVAÇÃO DE *Riccia* L. (RICCIACEAE,
MARCHANTIOPHYTA) NO SEMIÁRIDO NORDESTINO DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Orientadora:

Prof^a Dra. Nivea Dias dos Santos

RECIFE

2015

Catálogo na fonte

Elaine Barroso

CRB 1728

Reis, Thamara Rodrigues dos

Diversidade, distribuição e conservação de *Riccia* L. (Ricciaceae, Marchantiophyta) no semiárido nordestino do Brasil. / Recife: O Autor, 2015.

129 folhas: fig., tab.

Orientadora: Nivea Dias dos Santos

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.

Centro de Biociências. Biologia Vegetal, Recife, 2015.

Inclui referências e apêndice

- 1. Briófitas 2. Florestas 3. Brasil, Nordeste I. Santos, Nivea Dias dos (orient.) II. Título**

588

CDD (22.ed.)

UFPE/CCB-2017- 568

THAMARA RODRIGUES DOS REIS

“DIVERSIDADE, DISTRIBUIÇÃO E CONSERVAÇÃO DE *Riccia* L. (Ricciaceae,
Marchantiophyta) NO SEMIÁRIDO NORDESTINO DO BRASIL”

APROVADA EM 26/02/2015

BANCA EXAMINADORA:

Dra. Nivea Dias dos Santos (Orientadora) - UFPE

Dra. Denise Pinheiro da Costa – IPJB - RJ

Dra. Kátia Cavalcanti Pôrto - UFPE

Recife - PE

2015

Às três mulheres da minha vida:

Vó Luiza (em memória), mãe Jandira e mana Nerds

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à vida, Deus, Zeus, Rá, Maomé e todos os Deuses que me propiciaram a maravilha de poder vir cursar o mestrado em um lugar tão lindo e por terem favorecido os bons ventos a trazerem ao meu convívio pessoas mais lindas e queridas ainda!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de mestrado para o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Federal de Pernambuco, especialmente ao Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal por toda infraestrutura e suporte.

Ao secretário mais mal-humorado e mais querido dessa UFPE, Hildebrando, pelas risadas e grande ajuda nos momentos burocráticos.

Às professoras Dr^a Denise Costa, Kátia Pôrto e Júlia Sfair e ao professor Dr Bráulio Santos pela gentileza em terem aceitado compor minha banca de defesa; um agradecimento especial às três primeiras pelos apontamentos e sugestões que tanto enriqueceram a versão final deste trabalho.

À minha orientadora Nivea Dias dos Santos, por ter cruzado o meu caminho e preenchido o meu ser com tanto amor pelas pequeninas briófitas a ponto de me fazer sair da zona de conforto e embarcar rumo a Recife para estudá-las! Obrigada por ter sido a melhor orientadora que alguém pode sonhar em ter, por ter me incentivado a aproveitar cada momento dentro do mestrado para absorver todo tipo de conhecimento, por ter se tornado uma referência profissional e pessoal para mim. Mais do que uma orientadora, foi uma companheira ao longo de toda essa jornada em busca das *Riccia* e aprendizagem... minha eterna gratidão!

A todas as pessoas que compõe o Laboratório Biologia de Briófitas: Prof^a Kátia Pôrto, Anabell, Breno, Bruno, Carolzinha, Eduardo, Luciana, Natália, Tatiane, Thiago e Wanessa pela grande amizade, pela inestimável ajuda em todos os sentidos (pessoais e acadêmicos), pelos momentos de alegria diários e por terem me aceitado como membro da família briológica tão “queridamente”; agradeço especialmente à Tati, Carol, Wan e Lu, que mais do que amigas, foram (e são) irmãs ao longo desse meu breve período nesse Laboratório lindo. Sentirei muitas saudades quando partir desse nosso convívio... Aproveito ainda para agradecer imensamente à Luciana e à Wanessa pela ajuda incomensurável nas medições dos talos e gametófitos. Sem vocês eu não conseguiria defender no prazo! Toda palavra dita não expressa o tamanho da gratidão que eu tenho por vocês!

A toda minha turma de mestrado, mas em especial à Lucinéia, Denize, Luciana (Cafuçu), Barbarinha, Davi, D'iones, Gabi, Kátia, Talitinha e Felipe por toda a amizade, força, incentivo, momentos de descontração e alegria depois de cada disciplina e seminário. Agradeço ainda pela grande ajuda nos memoráveis momentos em campo!

Ao Denilson Peralta, por todo conhecimento a mim transmitido, pela indispensável ajuda na identificação das espécies de Riccia e, principalmente, por ter sido sempre tão querido comigo desde o primeiro dia que pisei na Briologia do Instituto de Botânica de São Paulo. Agradeço também ao Dimas, à Marcela e à Luana, por todo suporte e ajuda que me deram ao longo de minhas idas ao IBt.

À Emilia Valente e ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade pelas coletas realizadas no CE e no RN.

À Nivea Dias, Jacira Rabelo e Júlia Sfair por toda ajuda desprendida a mim, desde o momento em que vim fazer a seleção para ingressar no mestrado. Um agradecimento muito especial a Júlia que, mesmo sem me conhecer muito bem e sem nada conhecer o Marcelo, aceitou que nós dois ficássemos em sua casa ao longo das nossas primeiras semanas em Recife.

Ao meu amigo Dander por todas as conversas via skype, celular, cartas eletrônicas ou não, e todos os artifícios utilizados para tentarmos ficar sempre juntos, apesar da pequena-grande distância geográfica e a minha querida e linda amiga Paulinha pela visita! Foi tudo muito corrido, creio não ter dado a atenção que você merecia devido aos compromissos com a vida acadêmica, mas muito obrigada pelos momentos de luz, ar fresco e divertimento que me trouxe com a sua presença aqui em Recife.

A meu amigo, companheiro e namorado Marcelo Passarinho, agradeço por tudo, por tudo mesmo, por ser essa pessoa querida e compreensiva, por ter aceitado encarar comigo a empreitada de fazer mestrado fora “de casa”, pelas noites que passou em claro comigo, me pegando no colo, segurando minha mão... obrigada por tudo.

A mais linda família do mundo, especialmente minha mãe, a pessoa que mais amo na vida, meu modelo de ser humano, a pessoa que quero ser quando crescer... meu pai, minha irmã linda, meus tios, primos e, principalmente a minha vó e meu tio que já se foram, mas que estão sempre comigo! Obrigada a todos vocês pelas visitas (mãe, tio Jaime, Nerds e D. Esmeralda), pelas ligações, pela alegria, confiança, força, demonstração de amor, carinho e saudade a cada volta... em suma: obrigada por serem tudo na minha vida!!!

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho e que torceram por mim ao longo desses anos, muito obrigada!

LEARNING



dorismccomics.com

“No tree, it is said, can grow to heaven unless its roots reach down to hell”

(“Nenhuma árvore, diz-se, pode crescer para o céu, a menos que suas raízes alcancem o inferno”)

Carl Gustav Jung

RESUMO

Com a finalidade de conhecer a diversidade, raridade e *status* de conservação de *Riccia* L. na Caatinga, e compreender a influência de fatores intrínsecos e extrínsecos na distribuição das espécies do gênero, realizamos uma análise fitogeográfica e macroecológica em escala regional. Partindo do pressuposto de que fatores extrínsecos e intrínsecos afetam a distribuição das espécies, elaboramos as seguintes hipóteses: (1) Quanto maior o tamanho do esporo, menor a amplitude de distribuição da espécie; (2) Quanto maior o tamanho do gametófito da espécie, mais ampla será a sua distribuição; e (3) Fatores extrínsecos, como temperatura, precipitação e altitude, afetam a distribuição das espécies de *Riccia*. Confeccionamos uma lista de espécies a partir de coletas realizadas nas ecorregiões da Caatinga, análise de material de herbários brasileiros e do banco de dados do speciesLink. Foram reconhecidas 17 espécies para a Caatinga, sendo *R. vitalli* Jovet-Ast a mais amplamente distribuída ao longo deste domínio. As ecorregiões com maior riqueza de espécies foram Depressão Sertaneja Meridional (14 espécies) e Planalto da Borborema (nove). Quanto ao padrão fitogeográfico das espécies, cinco são endêmicas do Brasil e, destas, duas são endêmicas da Caatinga, sendo as demais neotropicais (seis), restritas à América do Sul (quatro), disjunta (uma) ou cosmopolita (uma). Em relação à raridade, a maioria das espécies (seis) apresentou padrão do tipo *satélite*, seguido de *urbana* e *core* (com quatro espécies cada uma) e, por fim, três foram classificadas como *rurais*. De acordo com a avaliação do *status* de conservação das espécies em escala regional, dois táxons foram categorizados como Criticamente em Perigo, três como Em Perigo, um como Quase Ameaçado e os demais como Pouco Preocupantes. Em relação aos efeitos dos fatores intrínsecos na distribuição, houve uma correlação positiva entre amplitude de distribuição e tamanhos dos esporos e dos gametófitos, refutando assim, nossa primeira hipótese, mas corroborando com a segunda hipótese. Contrapondo-se à terceira hipótese, as variáveis ambientais utilizadas não evidenciaram o agrupamento dos pontos de ocorrência das espécies, denotando que as variáveis utilizadas não delimitam o nicho grinnelliano dos táxons estudados.

Palavras-chave: Briófitas. Distribuição Espacial. Florestas Secas. Macroecologia.

ABSTRACT

In order to know the diversity, rarity and *Riccia* L. conservation status in Caatinga and understand the influence of intrinsic and extrinsic factors in the species distribution, we carried out a phytogeographic and macroecological analyse on a regional scale. Assuming that extrinsic and intrinsic factors affect the species distribution, we made the following hypotheses: (1) higher spore size is related to, smaller the amplitude species distribution ; (2) higher the gametophyte size of the species is related to, larger the distribution; and (3) Extrinsic factors, such as temperature, precipitation and altitude affect the *Riccia* species distribution. We made a list of species from collections performed in Caatinga ecoregions, herbarium material analysis and speciesLink database. There recognized 17 species in the Caatinga, where *R. vitalli* Jovet-Ast is the most widely distributed throughout this area. The ecoregions with the highest species richness were "Depressão Sertaneja Meridional" (14 species) and the "Planalto da Borborema" (nine). With respect to the phytogeographical species patterns, five are endemic to Brazil and two of them are endemic to Caatinga, while the others are neotropical (six), restricted to South America (four), disjoint (one) or widespread in the world (one). Regarding rarity, most species (six) presented a pattern of the satellite type, followed by urban and core (four species each) and threerural. According to the assessment of the species conservation on a regional scale status, two taxa were categorized as Critically Endangered, three as Endangered, one as Near Threatened and the others as Little Concerned. Regarding the effects of intrinsic factors in distribution, there was a positive correlation between the amplitude of distribion and the sizes of spores and gametophytes, refuting our first hypothesis, but corroborating the second one. In contrast to the third hypothesis, the environmental variables assumed here did not show species grouping. This result indicates that the environmental variables do not delimit the grinnellian niche of the species.

Key-words: Bryophytes. Spatial Distribution. Dry Forests. Macroecology.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1.1 Ecorregiões do bioma Caatinga (retirado de Veloso et al. 2001) .. 28

MANUSCRITO I

Figura 4.1 Domínios fitogeográficos do Brasil com destaque para a Caatinga e suas ecorregiões 58

Figura 4.2 Padrões fitogeográficos das espécies encontradas nas ecorregiões da Caatinga. CCD (Complexo Chapada Diamantina); CCM (Complexo de Campo Maior); CIA (Complexo Ibiapaba-Araripe); DSF (Dunas do São Francisco); DSM (Depressão Sertaneja Meridional); DSS (Depressão Sertaneja Setentrional); PB (Planalto da Borborema) e RC (Raso da Catarina) 59

Figura 4.3 Mapa de similaridade florística (Índice de Sorensen) entre as ecorregiões da Caatinga. CCM (Complexo de Campo Maior); CIA (Complexo Ibiapaba-Araripe); DSS (Depressão Sertaneja Setentrional); PB (Planalto da Borborema); DSM (Depressão Sertaneja Meridional); RC (Raso da Catarina); CCD (Complexo Chapada Diamantina) e DSF (Dunas do São Francisco) 60

Figura 4.4 Diagrama de ordenação da Análise de Correspondência (CA) dos domínios fitogeográficos brasileiros baseado na composição de espécies de *Riccia* L. Em azul-escuro os domínios das florestas tropicais úmidas; em vermelho o domínio da Caatinga; em amarelo o Cerrado; em marrom os Pampas e em verde o Pantanal 61

MANUSCRITO II

Figura 5.1 Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCA) da matriz de atributos intrínsecos das espécies de *Riccia* L. ocorrentes nas ecorregiões da Caatinga. Cores e

símbolos denotam a classificação de raridade proposta por Söderström (1989) onde: círculos vermelhos = Core, Quadrados azuis = satélite, triângulos verdes = urbana e triângulos invertidos amarelos = satélites 102

Figura 5.2 Comprimento do talo em cada um dos grupos estudados (Box plot). Diferença encontrada entre espécies amplamente distribuídas (em amarelo) *versus* espécies restritas (em verde). $F(7) = 13.32$, $p = <0.0001$ 103

Figura 5.3 Largura do talo em cada um dos grupos estudados (Box plot). Diferenças encontradas espécies amplamente distribuídas (em amarelo) *versus* espécies restritas (em verde). $F(7) = 27.1274$, $p = <0.0001$ 104

Figura 5.4 Largura dos esporos em cada um dos grupos estudados (Box plot). Diferenças encontradas espécies amplamente distribuídas (em amarelo) *versus* espécies restritas (em verde). $F(5) = 23.6267$, $p = <0.0001$... 105

Figura 5.5 Gráfico de correlação de Spearman mostrando a relação entre o comprimento do talo dos grupos de espécies amplamente distribuídas (pontos em preto) e restritas (pontos em cinza) e a extensão de ocorrência destas espécies as ecorregiões da Caatinga. $R(35) = 0.78$, $p = < 0.0001$ 106

Figura 5.6 Gráfico de correlação de Spearman mostrando a relação entre a largura do talo dos grupos de espécies amplamente distribuídas (pontos em preto) e restritas (pontos em cinza) e a extensão de ocorrência destas espécies as ecorregiões da Caatinga. $R(35) = 0.79$, $p = < 0.0001$ 107

Figura 5.7 Gráfico de correlação de Spearman mostrando a relação entre a largura do esporo dos grupos de espécies amplamente distribuídas (pontos em preto) e restritas (pontos em cinza) e a extensão de ocorrência destas espécies as ecorregiões da Caatinga. $R(25) = 0.76$, $p = < 0.0001$ 108

Figura 5.8 Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCA) da matriz ambiental das espécies de *Riccia* L.

ocorrentes nas ecorregiões da Caatinga. Cores e símbolos denotam as espécies 109

Material Suplementar – Manuscrito II

Figura 5.S1 Distribuição das espécies de *Riccia* ao longo das ecorregiões da Caatinga. **Mapa A:** *R. albopunctata* Jovet-Ast (triângulo) e *R. erythrocarpa* Jovet-Ast (círculo); **Mapa B:** *R. bahiensis* Steph. (círculo laranja), *R. brasiliensis* Schiffn. (quadrado), *R. enyae* Jovet-Ast (círculo amarelo) e *R. wainionis* (triângulo) 121

Figura 5.S2 Distribuição das espécies de *Riccia* ao longo das ecorregiões da Caatinga. **Mapa C:** *R. fruchartii* Steph. (círculo), *R. horrida* Jovet-Ast (triângulo), *R. howellii* (M. Howe); **Mapa D:** *R. lindmanii* Steph. (triângulo), *R. mauryana* Steph. (círculo), *R. sorocarpa* Bisch. (quadrado) 122

Figura 5.S3 Distribuição das espécies de *Riccia* ao longo das ecorregiões da Caatinga. **Mapa E:** *R. plano-biconvexa* Steph. (círculo), *R. subdepilata* Jovet-Ast (triângulo); **Mapa F:** *R. stenophylla* Spruce (triângulo) e *R. subplana* Steph. (círculo) 123

Figura 5.S4 Distribuição de *R. vitalii* Jovet-Ast ao longo das ecorregiões da Caatinga 124

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO I

Tabela 4.1 Lista de espécies do gênero *Riccia* L. ocorrentes nas ecorregiões da Caatinga, Brasil. Na parte esquerda da tabela, em cinza claro as ocorrências já descritas na literatura (LI) e/ou no site da Flora do Brasil (FB); em cinza-escuro as espécies coletadas nas expedições a campo realizadas neste trabalho (CT); e em preto as novas adições na distribuição do gênero para os estados (*), para o Nordeste (***) e para o Brasil (***). Ao lado direito os padrões e domínios fitogeográficos apresentados pelas espécies 62

Tabela 4.2 Ocorrência das espécies nas ecorregiões e microambientes em que as mesmas foram encontradas. Ao lado esquerdo, em cinza-claro, as ocorrências já descritas em literatura e em cinza-escuro as novas adições realizadas neste trabalho para as oito ecorregiões da Caatinga (CCD = Complexo Chapada Diamantina; CCM = Complexo de Campo Maior; CIA = Complexo Ibiapaba-Araripe; DSF = Dunas do São Francisco; DSM = Depressão Sertaneja Meridional; DSS = Depressão Sertaneja Setentrional; PB = Planalto da Borborema e; RC = Raso da Catarina). Ao lado direito, os microambientes em que as espécies foram encontradas, sendo: LJ=lajedo; TA= trilha aberta; IS = ilha de solo de afloramentos rochosos; AA = área antropizada; SSR = sobre substrato em rocha; SU = solo úmido; SEU = solo extremamente úmido; SS = solo seco; ES = exposta ao sol; Sbs = sob sombra. Não haviam dados disponíveis sobre os microambientes ocupados por *R. bahiensis*, *R. brasiliensis* e *R. enyae* 63

Tabela 4.3 Comparação entre compartilhamento e similaridade de espécies de *Riccia* encontradas nas ecorregiões da Caatinga. Ao centro da tabela a riqueza de espécies encontrada em cada ecorregião. **CCM** = Complexo de Campo Maior; **CIA** = Complexo Ibiapaba-Araripe; **DSS** = Depressão Sertaneja Setentrional; **PB** = Planalto da Borborema; **RC** = Raso da Catarina; **DSM** = Depressão Sertaneja Meridional; **CCD** = Complexo

Chapada Diamantina e; DSF = Dunas do São Francisco	64
---	----

MANUSCRITO II

Tabela 5.1 Dados morfométricos dos atributos vegetativos (comprimento e largura do talo) e reprodutivos (largura dos esporos) das espécies de <i>Riccia</i> L. amplas ⁽¹⁾ e restritas ⁽²⁾ ocorrentes nas ecorregiões da Caatinga. $X_{\min}$ - $X_{\max}$ = menor e maior valor obtido nas medidas; $\bar{X}$ = média aritmética; σ = desvio padrão, CV = coeficiente de variação e IC = intervalo de confiança (95%)	93
---	----

Tabela 5.2 Distribuição das espécies de <i>Riccia</i> L. presentes nas ecorregiões da Caatinga de acordo com Söderström (1989). As siglas representam: CCD = Complexo Chapada Diamantina; CCM = Complexo de Campo Maior; CIA = Complexo Ibiapaba-Araripe; DSF = Dunas do São Francisco; DSM = Depressão Sertaneja Meridional; DSS = Depressão Sertaneja Setentrional; PB = Planalto da Borborema e; RC = Raso da Catarina . Em destaque as espécies endêmicas do Brasil (*) e da Caatinga (**)	94
---	----

Tabela 5.3 Lista das espécies de <i>Riccia</i> L. avaliadas quanto ao seu <i>status</i> de conservação nas ecorregiões da Caatinga, de acordo com os critérios e categorias da Lista Vermelha da IUCN Versão 3.1 (2001) e 4.0 (2012); Hallingbäck & Hodgetts 2000; Hallingbäck <i>et al.</i> 1998. As categorias de ameaça utilizadas nessa tabela são: CR = Criticamente Ameaçada, EN = Em Perigo e NT = Quase ameaçada. ° Espécies que sofreram alteração no nível da categoria de ameaça por causa da análise regional	95
--	----

MATERIAL SUPLEMENTAR – MANUSCRITO II

Tabela 5.S1 Matriz de presença e ausência dos atributos intrínsecos analisados nas espécies de <i>Riccia</i> L. ocorrentes nas ecorregiões da Caatinga .	110
---	-----

Tabela 5.S2 Matriz de atributos extrínsecos analisados nas espécies de <i>Riccia</i> L. ocorrentes nas ecorregiões da Caatinga	111
---	-----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 <i>Distribuição espacial: fatores extrínsecos e intrínsecos.....</i>	19
2.2 <i>Grau de raridade e conservação</i>	21
2.3 <i>Modelo de estudo</i>	23
2.4 <i>Área de estudo</i>	26
3 REFERÊNCIAS	29
4 MANUSCRITO I - <i>Riccia</i> L. NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: UMA ABORDAGEM FITOGEOGRÁFICA	37
4.1 Resumo	38
4.2 Introdução	39
4.3 Metodologia	40
4.3.1 <i>Área de estudo</i>	40
4.3.2 <i>Material de herbário</i>	41
4.3.3 <i>Amostragem</i>	42
4.3.4 <i>Estudo do material</i>	42
4.3.5 <i>Análise estatística</i>	42
4.4 Resultados	43
4.4.1 <i>Diversidade e distribuição de Riccia L. nas ecorregiões da Caatinga</i>	43
4.4.2 <i>Microambientes e padrões fitogeográficos</i>	44
4.4.3 <i>Similaridade entre as ecorregiões</i>	45
4.4.4 <i>Similaridade entre domínios fitogeográficos</i>	45
4.5 Discussão	45
4.5.1 <i>Tratamento Florístico</i>	45
4.5.2 <i>Riqueza de espécies</i>	48
4.5.3 <i>Relação espécies vs. ambiente em diferentes escalas</i>	49
4.6 Conclusão	51
4.7 Agradecimentos	52
4.8 Referências Bibliográficas	52
5 MANUSCRITO II - RARIDADE, CONSERVAÇÃO E FATORES	

QUE DETERMINAM O PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE <i>Riccia</i> L.:	
UMA ABORDAGEM REGIONAL	65
5.1 Resumo	66
5.2 Introdução	67
5.3 Material e métodos	69
5.3.1 <i>Área de estudo</i>	69
5.3.2 <i>Coletas e inventário das espécies de Riccia L.</i>	70
5.3.3 <i>Distribuição regional e conservação das espécies de Riccia L.</i>	70
5.3.4 <i>Análise dos fatores intrínsecos</i>	70
5.3.5 <i>Análise dos fatores extrínsecos</i>	72
5.4 Resultados	72
5.4.1 <i>Distribuição regional, raridade e status de conservação das</i> <i>espécies de Riccia L.</i>	72
5.4.2 <i>Fatores Intrínsecos</i>	73
5.4.3 <i>Fatores Extrínsecos</i>	74
5.5 Discussão	74
5.5.1 <i>Raridade em Riccia L.</i>	74
5.5.2 <i>Raridade vs. Atributos Intrínsecos</i>	76
5.5.3 <i>Tamanho do talo e esporos vs. amplitude de distribuição</i>	78
5.5.4 <i>Fatores extrínsecos</i>	80
5.5.5 <i>Implicações para a Conservação</i>	81
5.6 Agradecimentos	83
5.7 Referências	84
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
APÊNDICE A – Normas do periódico Phytotaxa	128
APÊNDICE B – Normas do periódico Natureza & Conservação	129

1. INTRODUÇÃO GERAL

A distribuição dos organismos no planeta não é homogênea, *i.e.*, as espécies apresentam diferentes padrões fitogeográficos, sendo que algumas se distribuem de forma mais ampla e outras de forma mais restrita. Ademais, de acordo com Cabrera & Willink (1980), a amplitude da distribuição geográfica de uma determinada espécie depende de fatores extrínsecos e intrínsecos. Segundo os autores, fatores extrínsecos são aqueles associados ao ambiente, *e.g.*, características geográficas, edáficas, climáticas e interações bióticas. Por outro lado, fatores intrínsecos são atributos próprios da espécie, como por exemplo, sua morfologia; número e tamanho de seus diásporos, bem como seu poder germinativo; sua multiplicação vegetativa e o tamanho de seu corpo. Estes atributos fornecem importantes dados para compreensão dos padrões de distribuição, raridade e ameaça das espécies, através do reconhecimento de quais características da história de vida distinguem as espécies raras das comuns, limitando o sucesso da dispersão e a manutenção das populações locais.

Diversas teorias ecológicas têm sido formuladas para explicar as causas dos padrões de distribuição das espécies (SÖDERSTRÖM & HERBEN 1997; LAAKA-LINDBERG *et al.* 2000; CHAVE 2008; SMITH & LYONS 2011). Com relação aos fatores extrínsecos que afetam a distribuição dos organismos, a Teoria Determinística pressupõe que a amplitude geográfica de uma espécie pode ser vista como um reflexo espacial de seu nicho (HUTCHINSON 1957; COWELL & RANGEL 2009). Recentemente, estudos Macroecológicos têm analisado as relações entre os organismos e seu ambiente, envolvendo a caracterização e a explicação de padrões de abundância, distribuição e diversidade em larga escala, relacionando a distribuição geográfica com atributos intrínsecos das espécies (GASTON & BLACKBURN 1996a,b; DINIZ-FILHO & FOWLER 1998; GASTON & BLACKBURN 2000; GUO *et al.* 2000; SMITH & LYONS 2011).

Briófitas (antóceros, hepáticas e musgos) constituem o grupo de plantas mais diverso entre as criptógamas e o segundo maior entre as embriófitas (GRADSTEIN *et al.* 2001). São organismos avasculares e absorvem água ao longo de todo seu corpo vegetativo, não apresentando controle sobre a perda de água (poiquilohidria) (GRADSTEIN *et al.* 2001), o que, no entanto, não as limita a habitarem somente locais úmidos, existindo espécies tolerantes que podem suportar condições ambientais extremas (PROCTOR *et al.* 2007). O gênero *Riccia* L., por exemplo, pertencente à ordem Marchantiales (hepáticas talosas complexas), apresenta mecanismos fisiológicos que o torna tolerante à dessecação (BISCHLER-CAUSSE *et al.* 2005). Este gênero de hepática é geralmente encontrado

formando rosetas sobre o solo, ocorrendo preferencialmente em locais quentes, sujeitos a uma estação seca seguida de chuvas abundantes (JOVET-AST 1991). Sua distribuição geográfica é ampla, apresentando 150 espécies no mundo, 54 no Neotrópico, 35 no Brasil (10 endêmicas), sendo 21 na região nordeste (JOVET-AST 1991; BISCHLER-CAUSSE *et al.* 2005; GRADSTEIN & COSTA 2003, AYUB *et al.* 2014; COSTA 2016). Apresentam elevada diversidade em ecossistemas áridos ao redor do mundo, sendo um dos gêneros de briófitas característicos de vegetações secas, como a Caatinga (JOVET-AST 1991, BISCHLER-CAUSSE *et al.* 2005).

A Caatinga representa o menos estudado dentre os domínios fitogeográficos brasileiros, além de ser o menos protegido por Unidades de Conservação. Todavia, na última década houve um aumento considerável dos estudos, mostrando que a região é rica em táxons de plantas vasculares e que possui um alto grau de endemismo de gêneros e espécies (GIULIETTI *et al.* 2002; MORO *et al.* 2014). No entanto, essas crescentes pesquisas são, em sua grande maioria, focadas na flora fanerogâmica, sendo que muito pouco tem sido estudado sobre a brioflora deste bioma. Segundo dados da Lista de Espécies da Flora do Brasil (COSTA 2016), atualmente são reconhecidas 95 espécies de briófitas para a Caatinga, sendo a maior parte delas amplamente distribuída em outros domínios fitogeográficos do Brasil. Os gêneros *Fissidens* Hedw. (musgo) e *Riccia* L. (hepática) são os mais importantes em termos de diversidade, com 19 e 11 espécies, respectivamente. Contudo, *Riccia* constitui o único gênero de briófitas com espécies endêmicas da Caatinga (*R. bahiensis* Steph. e *R. erythrocarpa* Jovet-Ast), o que demonstra a relevância da realização de estudos com o táxon.

Através de abordagens fitogeográficas e macroecológicas, este trabalho teve como objetivo estudar a diversidade, distribuição e *status* de conservação de *Riccia* L. na Caatinga e investigar as possíveis causas do padrão da distribuição das espécies. Os seguintes questionamentos foram propostos: (1) Qual a distribuição das espécies de *Riccia* nas diferentes ecorregiões da Caatinga? (2) Qual o grau de raridade e ameaça dos táxons? (3) Fatores ambientais (extrínsecos) influenciam a distribuição das espécies? Em caso afirmativo, quais são os principais fatores ambientais que determinam a distribuição das espécies? (4) Características intrínsecas reprodutivas (tamanho de diásporos) ou vegetativas (tamanho do talo) podem explicar a amplitude da distribuição das espécies?

A dissertação está organizada em dois manuscritos que abordam as seguintes temáticas: diversidade, distribuição e análise fitogeográfica das espécies de *Riccia* nas ecorregiões da Caatinga (Manuscrito I) e; raridade, conservação e fatores que determinam o padrão de distribuição das espécies de *Riccia* em escala regional (Manuscrito II). Os

manuscritos estão formatados segundo as normas das revistas para as quais serão submetidos. Contudo, alguns itens como margem das folhas, espaçamento do texto e numeração das páginas, estão padronizados segundo a Resolução Interna que dispõe sobre a formatação e demais procedimentos para preparação de dissertações de mestrado e teses de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da UFPE.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Distribuição espacial: fatores extrínsecos e intrínsecos

Desde seu surgimento, a ecologia baseia-se na ideia de que o ambiente molda a distribuição das espécies e comunidades (ter STEEGE 2010). Dentre as teorias que explicam como os fatores extrínsecos afetam a distribuição dos organismos, a Teoria Determinística pressupõe que a amplitude geográfica de uma espécie pode ser vista como um reflexo espacial de seu nicho (HUTCHINSON 1957; COWELL & RANGEL 2009). De acordo com Chave (2008), dois tipos de filtros relacionados com o nicho podem atuar sobre uma espécie e determinar a sua presença em um determinado local: o filtro fisiológico e o filtro biótico. O filtro fisiológico é aquele onde determinadas condições ambientais impedem o estabelecimento de organismos que não apresentam adaptações específicas para essas condições (e.g., pouca disponibilidade de água ou de luz). Por sua vez, o filtro biótico opera através de interações competitivas entre espécies ou indivíduos (e.g. competição por recursos ou espaço).

Todavia, não são somente os fatores extrínsecos que moldam a distribuição das espécies. Fatores intrínsecos, *i.e.*, determinados atributos da própria espécie, também o fazem, e muitos estudos, como os macroecológicos, vêm mostrando essa correlação, inclusive para táxons de briófitas (SÖDERSTRÖM & HERBEN 1997; LAAKA-LINDBERG 1999; LAAKA-LINDBERG *et al.* 2000; VIRTANEN 2014).

Apesar de ser uma disciplina recente, desde o século XVIII historiadores naturais e biogeógrafos viam o mundo através de uma lente macroecológica, com a qual tentavam explicar e descrever os padrões e processos biológicos em diferentes escalas espaciais e temporais (SMITH & LYONS 2011). O termo macroecologia, criado por J. H. Brown e B. A. Maurer (BROWN & MAURER 1989) é atualmente definido como a “análise dos padrões estatísticos de variáveis ecologicamente informativas, considerando um grande número de

‘partículas ecológicas’, tais como indivíduos em populações ou espécies (*e.g.*, gerando padrões de abundância no espaço), espécies em clados (*e.g.*, padrões de diversificação fenotípica) ou em regiões ou assembleias distribuídas no espaço, variando em riqueza e composição de espécies” (DINIZ-FILHO & RANGEL 2004). Resumidamente, a macroecologia busca avaliar a relação entre os organismos e o ambiente através dos padrões de riqueza, a abundância e a distribuição de espécies animais e vegetais em escalas locais ou globais (LAWTON 1999; BROWN *et al.* 2003; DINIZ-FILHO & RANGEL 2004).

Uma de suas principais teorias prevê a existência de uma correlação positiva entre amplitude de distribuição e tamanho corporal (GASTON & BLACKBURN 1996a,b; DINIZ-FILHO & FOWLER 1998), ou seja, quanto maior o tamanho do corpo de um determinado organismo, maior será sua amplitude de distribuição geográfica. O tamanho corporal dos organismos está correlacionado a fatores morfológicos, comportamentais, ecológicos (*e.g.* a utilização e partição de recursos) e fisiológicos (*e.g.*, necessidades energéticas do organismo), o que causa um efeito direto na amplitude do nicho da espécie (BROWN & MAURER 1989, BROWN 1995, SMITH & LYONS 2011). Este padrão já é bem estudado para animais como pássaros e mamíferos (SANT’ANA & DINIZ-FILHO 1997; GASTON & BLACKBURN 2000; SMITH & LYONS 2011) contudo, poucos estudos foram publicados com plantas (*e.g.* GUO *et al.* 2000; VIRTANEN 2014).

Em estudo realizado com sementes de angiospermas, Guo *et al.* (2000) examinaram a correlação entre o tamanho das sementes (biomassa) e a distribuição espacial e temporal das plantas no deserto de Chihuahuan (Estados Unidos) e norte da Inglaterra. Obtiveram como resultado, uma correlação negativa entre o tamanho dos diásporos e a distribuição espacial das mesmas, ou seja, quanto menor o tamanho da semente, maior amplitude de distribuição. Segundo os autores, isso ocorreu devido a sementes menores serem dispersas mais facilmente do que sementes grandes, principalmente em desertos, onde vetores abióticos, como vento e água são os agentes dispersores primários.

Da mesma forma que para as espermatófitas, o tamanho dos diásporos é um atributo importante na distribuição de plantas produtoras de esporos, como as briófitas, pois este influencia a habilidade de dispersão pelo vento e o estabelecimento de novas plantas. A literatura indica que diásporos menores apresentam dispersão facilitada a longas distâncias, enquanto que os maiores apresentam maior êxito no estabelecimento de novos indivíduos em escala local (SÖDERTRÖM & HERBEN 1997; LAAKA-LINDBERG 1999; LAAKA-LINDBERG *et al.* 2000).

Em estudo recente sobre a correlação entre o tamanho dos esporos e dos gametófitos com a distribuição local, regional e global de briófitas, Virtanen (2014) esperava encontrar, baseado na alta capacidade de dispersão de briófitas, padrões semelhantes (correlação linear) entre as diferentes escalas. Entretanto, seus resultados mostraram que os padrões de ocorrência de briófitas diferiram entre as três metacomunidades estudadas (local, regional e global). Nas metacomunidades locais, a ocorrência de espécies (número de pedras ocupadas/espécie) foi negativamente correlacionada ao tamanho dos diásporos, ou seja, plantas com esporos grandes teriam distribuição mais restrita. Em contrapartida, em escala regional (províncias biogeográficas de países nórdicos), as espécies com esporos grandes (25-50 μm) apresentaram maior amplitude de distribuição quando comparadas com espécies com esporos pequenos. O autor atribui isso ao fato de que espécies com esporos relativamente grandes são muitas vezes generalistas com relação ao hábitat e alcançam grande distribuição em regiões onde não existam barreiras para a dispersão. Em escala global, não foi verificada correlação significativa entre tamanho dos esporos e amplitude de distribuição. Com relação ao tamanho corporal, em escala local, ao invés de uma correlação linear, ocorreu um padrão unimodal, onde as espécies de tamanho moderado foram as mais amplamente distribuídas. Essas espécies, em geral, formam tufo ou tapetes, e, por sua forma de vida, lidam melhor com as restrições impostas pelo substrato, ocupando diferentes ambientes. Em escala regional, houve uma correlação positiva entre tamanho do corpo e distribuição. Já, na escala global, a escassez de dados disponíveis não possibilitou resultados conclusivos. Assim, o autor demonstra a importância da escala de estudo no entendimento dos padrões de distribuição e conclui que a amplitude de distribuição das briófitas está ligada tanto a fatores intrínsecos à espécie (como tamanho dos diásporos e morfologia do gametófito, *i.e.* forma de vida e tamanho) e extrínsecos (como disponibilidade e tipo de hábitat).

2.2. Grau de raridade e conservação

Söderström & During (2005) destacam que as espécies de briófitas podem ser raras em diferentes escalas e que o grau de raridade depende da disponibilidade de hábitat (BIRKS *et al.* 1998) e da limitação de dispersão (baixa ou nula produção de esporófito), que pode ser acessada pelo estudo das características de história de vida dos táxons (LONGTON 1992; LAAKA-LINDBERG *et al.* 2000). Nesse sentido, as espécies podem ser classificadas em: *urbanas* – espécies que ocupam poucas localidades, mas são abundantes localmente; *rurais* – aquelas que são encontradas em muitas localidades, contudo com pequenas populações locais;

satélites – também ocorrem em pequenas populações, mas em poucas localidades e *core* – aquelas espécies comuns, que ocorrem abundantemente em muitas localidades (SÖDERSTRÖM 1989). Uma questão essencial para compreender padrões de distribuição, raridade e ameaça das espécies é saber se as espécies raras se distinguem das comuns por atributos de história de vida que limitam o sucesso da dispersão e a manutenção das populações locais, *e.g.* tamanho do esporo, frequência de produção de propágulos assexuados, longevidade dos gametófitos, sistema sexual (SÖDERSTRÖM & DURING 2005).

Existem alguns trabalhos importantes sobre raridade realizados com briófitas a nível regional, *e.g.*: VANDERPOORTEN & ENGELS (2003), que analisaram a diversidade e raridade combinadas com condições do solo e uso da terra para espécies de briófitas da Bélgica, obtiveram como resultado a presença de 44% de espécies raras para as dez províncias estudadas, as quais ocorriam em grande número na área de intenso cultivo; Callaghan & Ashton (2008), que, ao estudarem 430 táxons de briófitas no noroeste da Inglaterra, observaram que as espécies raras são capazes de explorar uma faixa relativamente estreita de substratos e habitats e, conseqüentemente, ocorrem em uma quantidade menor de lugares. Encontraram ainda correlação positiva entre produção de esporófitos e distribuição geográfica, ao passo que espécies monóicas de musgos foram mais raras, o que evidenciou a importância da reprodução para o *status* de raridade dos organismos em estudo.

No Brasil, trabalhos abordando raridade em briófitas são escassos. Recentemente, Farias (2013), em seu projeto de mestrado, estudou a distribuição e o grau de raridade das espécies dos gêneros *Calymperes* e *Syrrhopodon* na Mata Atlântica nordestina, e obteve como resultado o registro de uma espécie endêmica da Mata Atlântica (*Syrrhopodon brasiliensis* W. D. Reese) e cinco espécies classificadas como *satélite*, três *core*, três *rurais* e uma como *urbana*, além de uma que não se enquadrava em nenhuma das categorias de raridade. Silva & Pôrto (2014), no diagnóstico sobre o conhecimento relacionado à brioflora da Mata Atlântica nordestina, utilizaram dados sobre endemismo, raridade de distribuição e caráter bioindicador de qualidade ambiental para avaliar a vulnerabilidade da brioflora em escala regional. Além disso, através da modelagem de distribuição potencial, indicaram áreas prioritárias para conservação e criação de Unidades de Conservação no nordeste do Brasil.

Historicamente negligenciadas em programas de conservação, as briófitas apresentam, desde a década de 1990, manuais com normas para categorização dos níveis de ameaça das espécies, adaptadas a partir das regras da IUCN - União Internacional para Conservação da Natureza (HALLINGBÄCK *et al.* 1996, 1998). Os principais critérios da IUCN utilizados são: (1) distribuição atual dos táxons, (2) número de localidades de ocorrência, (3) perda do

habitat nos últimos dez anos, (4) tamanho da população e (5) declínio populacional. Assim, a análise combinada dos padrões de raridade e avaliação do estado de conservação das áreas é fundamental para o diagnóstico do *status* de conservação das espécies.

No ano 2000, o grupo de especialistas em briófitas (Species Survival Commission) da IUCN publicou o Plano de Ação para a conservação das espécies de briófitas no mundo (HALLINGBÄCK & HODGETTS 2000), onde são listadas 83 espécies globalmente ameaçadas, sendo duas do sudeste brasileiro: *Drepanolejeunea aculeata* Bischl. e *Myriocoleopsis fluviatilis* (Steph.) Reiner and Gradst. No Brasil, de acordo com Costa & Santos (2009), os primeiros trabalhos sobre conservação de briófitas iniciaram no final da década de 1990, incluindo análises nacionais ou regionais. A nível nacional, atualmente 20 espécies são consideradas ameaçadas, duas criticamente em perigo, 15 em perigo e três vulneráveis (COSTA *et al.* 2013). Entre os trabalhos regionais, nenhum aborda a conservação de briófitas da Caatinga que, de uma forma geral, ainda é pouco estudada em relação à brioflora, muito provavelmente pelos especialistas acreditarem ser este ambiente pouco propício para o crescimento desse grupo vegetal (PÔRTO & BEZERRA 1996). As análises conservacionistas em nível regional estão concentradas na Mata Atlântica da região sudeste (ver COSTA *et al.* 2005; COSTA *et al.* 2006; COSTA & SANTOS 2009) e nordeste. Em análise realizada no estado de Pernambuco, Pôrto & Germano (2002), classificaram 20 táxons como vulneráveis. Silva *et al.* (2014a), através de modelos de distribuição geográfica potencial, compararam a distribuição de dez espécies de briófitas com a atual rede de Unidades de Conservação da Floresta Atlântica, sendo os estados da Bahia e do Espírito os prioritários para realização de novos inventários brioflorísticos, como também para a criação de novas reservas. Um outro trabalho importante a ser destacado foi o realizado por Silva & Pôrto (2014), no qual as autoras fizeram uma compilação de todo o conhecimento existente sobre brioflora da Mata Atlântica nordestina e, em relação a conservação da mesma, relatam a existência de três espécies ameaçadas de extinção, todas registradas no estado da Bahia, a saber: a hepática *Leptoscyphus gibbosus* (Taylor) Mitt. e o musgo *Atractylocarpus brasiliensis* (Müll. Hal.) R.S. Williams, classificados como vulneráveis e a hepática *Metzgeria hegewaldii* Kuwah., como Criticamente em Perigo.

2.3. Modelo de estudo

Briófitas são plantas poiquilohídricas, que, diferentemente das plantas homeoídricas, não apresentam controle sobre a perda d' água, sendo a condução hídrica tipicamente externa

e realizada por difusão (PROCTOR & TUBA 2002). Além disso, para as briófitas, a água é um elemento fundamental para a reprodução sexuada (fecundação), levando-as, geralmente, a ocuparem locais com elevada disponibilidade desse recurso (GOFFINET & SHAW 2009). Contudo, ao contrário do que muitos acreditam, as briófitas não se restringem a esses ambientes. Existem táxons tolerantes à dessecação e um exemplo é o gênero de hepáticas talosas *Riccia* L. Uma de suas espécies, *R. macrocarpa* Lev., após permanecer por um período de 23 anos e sete meses depositada em uma exsicata do herbário do Museu de História Natural de Paris, quando foi reidratada, tornou a produzir novas células ativas, o que demonstra a capacidade de tolerância e revivescência de certos táxons de briófitas (BREUIL-SÉE 1993, 1994).

Pertence à ordem Marchantiales, a família Ricciaceae Rchb., quinta família de hepáticas mais diversa do Brasil (COSTA & LUIZI-PONZO 2010) – inclui dois gêneros, sendo um deles *Ricciocarpos* Corda e o outro *Riccia*, que possui este nome devido a uma homenagem ao senador italiano Pietro Francesco Ricci, membro da *Botanical Society of Florence* (BISCHLER-CAUSSE *et al.* 2005). O gênero *Riccia*, foco de estudo deste trabalho, é dividido em seis subgêneros (SÖDERSTRÖM *et al.* 2016), diferenciados, principalmente quanto à estrutura do talo e características dos esporos. Destes, quatro ocorrem no Neotrópico (*Riccia*, com 38 espécies; *Ricciella* (A.Braun) Boulay, com 14 e; *Thallocarpus* (Lindb.) Jovet-Ast e *Leptoriccia* R.M.Schust, cada um com uma espécie). No Brasil, há exemplares de cada um dos quatro subgêneros e, na Caatinga, a presença de apenas dois: *Riccia* e *Ricciella*.

Riccia constitui um dos representantes atuais das primeiras linhagens de plantas terrestres (classe Marchantiopsida – ver SHAW *et al.* 2011), que apresenta características plesiomórficas, como o hábito prostrado e o talo indiferenciado (ausência de folhas e caule), além de apomorfias do grupo, como a presença de poros com câmaras fotossintéticas (JOVET-AST 1991, 1993). Sua ocorrência em habitats abertos e em microambientes antigos do ponto de vista geológico (*i.e.* solo e rochas) reforça o caráter basal do táxon. Ocorre preferencialmente em locais quentes, sujeitos a uma estação seca seguida de chuvas abundantes (SCHUSTER 1992). Ademais, são conhecidas duas espécies ocorrentes na Tundra (*R. sorocarpa* Bisch. e *R. beyrichiana* Hampe ex Lehm.) e somente uma ou duas espécies conseguem ocorrer na Taiga (SCHUSTER 1992), evidenciando que as espécies de *Riccia* evitam não somente altas latitudes, como também quase não ocorrem em altas altitudes (SCHUSTER 1992).

Sua distribuição geográfica é ampla, apresentando 150 espécies no mundo, 54 no Neotrópico, 35 no Brasil (é o quarto gênero de hepáticas mais diverso do Brasil), 21 na região

nordeste, sendo um gênero característico da Caatinga (JOVET-AST 1991; GRADSTEIN & COSTA 2003; BISCHLER-CAUSSE *et al.* 2005; COSTA & LUIZI-PONZO 2010; AYUB *et al.* 2014; COSTA 2016). Em relação a endemismos, *Riccia* é o segundo gênero com o maior número de espécies endêmicas do Brasil entre as hepáticas - são 11 espécies, a saber: *R. bahiensis* Steph., *R. brasiliensis* Schiffn. & S.W. Arnell, *R. campbelliana* M.Howe, *R. enyae* Jovet-Ast, *R. erythrocarpa* Jovet-Ast, *R. grandis* Ness, *R. jovet-astiae* Vianna, *R. sanguineisporis* Jovet-Ast, *R. subdepilata* Jovet-Ast, *R. taeniaeformis* Jovet-Ast e *R. viannae* Jovet-Ast – das quais, cinco ocorrem no nordeste e duas são endêmicas da Caatinga (*R. bahiensis* e *R. subdepilata* e *R. erythrocarpa*) (COSTA & LUIZI-PONZO 2010; COSTA 2016).

São quatro os principais trabalhos taxonômicos sobre o gênero *Riccia* em escala regional: Jovet-Ast (1991) e (1993), Bischler-Causse *et al.* (2005) e Schuster (1992), dos quais os três primeiros trazem revisões do gênero para o Neotrópico e o último aborda a flora de hepáticas e antóceros da América do Norte. Entre estes, destacam-se os de Suzanne Jovet-Ast, pois além de terem sido os primeiros trabalhos de revisão extensiva para o Neotrópico, trazem consigo uma gama ímpar de informações sobre o gênero, o qual a pesquisadora dedicou-se por longos anos. Apesar de focar as espécies presentes na América do Norte, Rudolf Mathias Schuster em seu trabalho *The Hepaticae and Anthocerotae of North America* traz uma grande contribuição sobre os aspectos morfo-ecológicos do gênero *Riccia*, principalmente por relacionar as diversas características morfológicas presentes nos diferentes subgêneros com a ecologia e até mesmo distribuição dos mesmos. Já em escala local, além da Jovet-Ast, outra importante pesquisadora do gênero no Brasil foi Eny Corrêa Vianna. Com trabalhos situados predominantemente no Rio Grande do Sul, Vianna deixou um vasto legado de informações sobre o gênero *Riccia*, que vão desde notas sobre características morfológicas de diferentes espécies (1990, 1992a, 1992b, 1994a, 1994b) até levantamentos florísticos (1970, 1976, 1981 e 1985).

No Brasil, de acordo com Jovet-Ast (1991), as espécies de *Riccia* ocorrem em seis zonas principais: 1- Bacia amazônica (do Amazonas ao Pará); 2- Floresta de palmeiras (Maranhão e norte do Piauí); 3- Floresta úmida (Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo); 4- Campos (Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, parte da Bahia e Rio Grande do Sul); 5- Zona de pinheiros (Paraná e Santa Catarina) e 6- Caatinga (sul do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Ilha de Fernando de Noronha, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia). Entre estas, o número de espécies e quantidade de espécimes coletados são maiores na Caatinga e Campos do que nas exuberantes Florestas úmidas e Bacia amazônica, o

que corresponde às necessidades ecológicas da maioria das espécies de *Riccia*: longo período de seca seguida de uma breve tempo de chuva, estações bem claras e ensolaradas (Jovet-Ast 1991).

O Sul do Brasil, em especial o estado do Rio Grande do Sul, é uma região muito diversa em espécies de *Riccia* (VIANNA 1985; GRADSTEIN & COSTA 2003). Em trabalho recente, Ayub *et al.* (2014) relatam a ocorrência de 23 espécies para o estado, sendo destas, duas endêmicas (*R. jovet-astiae* e *R. taeniaeformis*), e indicam a região como um centro de diversidade do gênero no Brasil. Para o Rio Grande do Sul são reportados os quatro subgêneros ocorrentes no Neotrópico. Por abrigar dois domínios fitogeográficos brasileiros em termos bem contrastantes (Pampa e Mata Atlântica), neste local ocorre a formação de microambientes ímpares que favorecem tanto o estabelecimento quanto o desenvolvimento de diversas espécies do gênero com requerimentos de nicho bem diferenciados. Por exemplo, as espécies dos subgêneros *Ricciella* e *Leptoriccia* ocorrem, preferencialmente em ambientes úmidos (SCHUSTER 1992), como os propiciados pela Mata Atlântica, ao passo que as do subgênero *Riccia* preferem ambientes mais abertos e ensolarados (SCHUSTER 1992), como os ocorrentes no Pampa, que, em comparação com a Caatinga, oferece um ambiente mais ameno e menos estressante às espécies de *Riccia*.

Apesar de menos diversa, a Caatinga é também um importante centro de ocorrência de *Riccia*. Além de Jovet-Ast (1991), Gradstein & Costa (2001) e Bischler-Causse *et al.* (2005), outros trabalhos, como os de Yano & Andrade-Lima (1987), Pôrto & Bezerra (1996), Pôrto *et al.* (1994), Bastos *et al.* (1998), Kanagawa *et al.* (2005), Oliveira & Bastos (2009), Yano *et al.* (2009), Silva *et al.* (2014a) e Silva *et al.* (2014b), relatam a presença de espécies de *Riccia* em diversos estados nordestinos compreendidos no domínio da Caatinga. Entretanto, devido à forte sazonalidade das espécies que, muitas vezes, desaparecem na estação seca, os dados atuais sobre a distribuição do gênero na Caatinga podem não refletir a real diversidade e distribuição regional desse gênero, o que reforça a importância de um estudo detalhado sobre a ocorrência do táxon nessa área tão importante e que cada dia mais vem sofrendo intensa degradação (CASTELLETTI *et al.* 2004).

2.4. Área de estudo

A Caatinga abrange 56% da região nordeste do Brasil, ou seja, 10% do território nacional (IBGE 2004) e, historicamente, representa um dos domínios fitogeográficos mais desvalorizados e mal conhecidos do país (GIULIETTI *et al.* 2004), destacando-se como o

domínio fitogeográfico brasileiro menos protegido por Unidades de Conservação (UC's) (ARAÚJO *et al.* 2005). Com 36 UC's que abrangem apenas 7,1% de sua superfície total, estima-se que 30% de sua área sofreu algum tipo de alteração antrópica, principalmente em função da agricultura (CAPOBIANCO 2002; ARAÚJO *et al.* 2005), o que pode desencadear a perda de espécies únicas.

Tem sua existência determinada pela deficiência de água ao longo de uma grande parte do ano e à irregularidade temporal na distribuição das chuvas (GIULIETTI *et al.* 2006). Seu domínio engloba uma grande variedade de ecorregiões, que foram delimitadas de acordo com critérios relacionados à sazonalidade, disponibilidade de água (no solo e pluviosidade), características do solo, geomorfologia, relevo e história da biota (VELLOSO *et al.* 2002). São elas: **1. Complexo de Campo Maior (CCM)** - localizado no estado do Piauí e parte do Maranhão; **2. Complexo Ibiapaba-Araripe (CIA)** - se estende pelas fronteiras oeste do Ceará e nordeste do Piauí; **3. Depressão Sertaneja Setentrional (DSS)** - se estende desde o norte de Pernambuco, passando pelos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e norte do Piauí; **4. Planalto da Borborema (PB)** - localizada a leste da Caatinga, compreende partes do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas; **5. Depressão Sertaneja Meridional (DSM)** - ocupa a maior parte do centro e sul da Caatinga, faz fronteira com o Cerrado de Minas Gerais e a Zona da Mata da Bahia, Sergipe e Alagoas; **6. Dunas do São Francisco (DSF)** - circundada pela ecorregião da Depressão Sertaneja Meridional, tem seu limite definido pelas dunas de areias quartzosas, estando em sua maior parte, a oeste do Rio São Francisco; **7. Complexo da Chapada Diamantina (CCD)** - também circundada pela Depressão Sertaneja Meridional, representa a porção mais elevada de Caatinga, localizada na parte centro-sul do bioma, que segue o alinhamento do divisor de águas da Chapada Diamantina; **8. Raso da Catarina (RC)** – localiza-se na parte centro-leste do bioma, respeita os limites naturais geomorfológicos da bacia sedimentar (Figura 1).

Dentre as ecorregiões, a Depressão Sertaneja Setentrional, a Depressão Sertaneja Meridional e o Planalto da Borborema constituem as áreas com maior grau de ameaça quanto ao estado de conservação (VELLOSO *et al.* 2002). Estudos recentes tem demonstrado que a Caatinga apresenta uma flora vascular rica e com alto grau de endemismo, sendo reconhecidas 1.512 espécies, 318 endêmicas (GIULIETTI *et al.* 2002; GIULIETTI *et al.* 2006). Apesar disso, trabalhos com briófitas são escassos e a maioria trata de levantamentos florísticos realizados no século passado (*e.g.* YANO & ANDRADE-LIMA 1987; PÔRTO & BEZERRA 1996; PÔRTO *et al.* 1994; BASTOS *et al.* 1998; SILVA & GERMANO 2013;

SILVA *et al.* 2014a; SILVA *et al.* 2014b, sendo estes três últimos realizados em afloramentos rochosos).

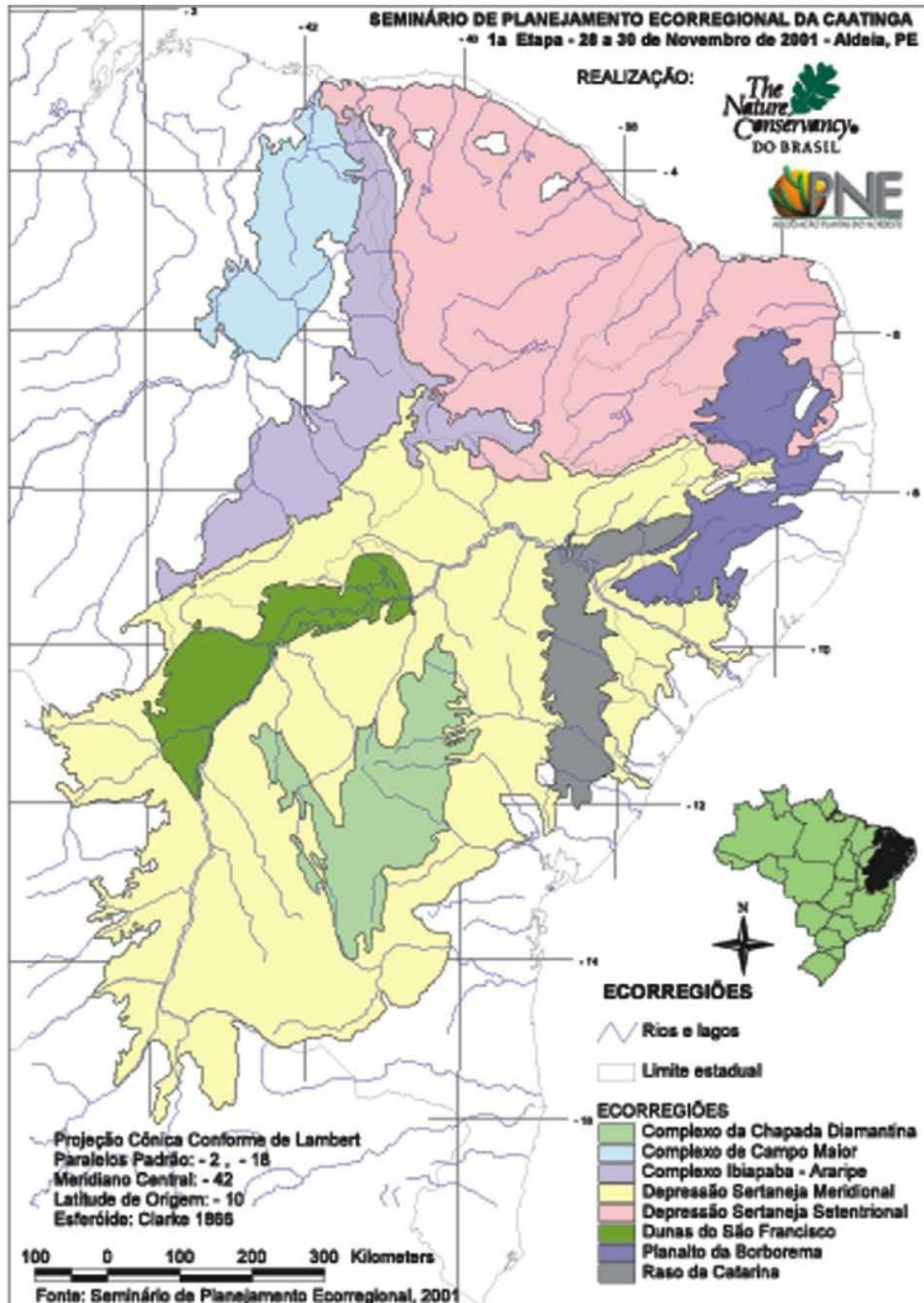


Figura 1. Ecorregiões do bioma Caatinga (retirado de VELOSO *et al.* 2001).

REFERÊNCIAS

Araújo, F.S., Rodal, M.J.N., Barbosa, M.R.V. & Martins, F.R. 2005. Repartição da flora lenhosa no domínio da Caatinga In: **Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga** (F.S. Araújo, M.J.N. Rodal & M.R.V. Barbosa, eds.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 445.

Ayub, D.M., Costa, D.P. & Santos, R.P. 2014. Additions to the Ricciaceae flora of Rio Grande do Sul, including two remarkable records for the Brazilian liverwort flora. **Phytotaxa** **161** (4): 294–300.

Bastos, C.P., Albertos, B & Vilas Bôas, S.B.. 1998. Bryophytes from some Caatinga areas in the state of Bahia (Brazil). **Tropical Bryology** **14**: 69–75.

Birks H.J.B., Heegaard E, Birks H.H., Jonsgard B. 1998. Quantifying bryophyte–environment relationships. In: Bates JW, Ashton NW, Duckett JG, eds. **Bryology for the twenty-first century**. Leeds: Maney and the British Bryological Society, 305–319.

Bischler-Causse, H., Gradstein, S.R., Jovet-Ast, S., Long, D.G. & Salazar-Allen, N. 2005. The Marchantiidae. **Flora Neotropica Monograph** **97**. The New York Botanical Garden Press. Bronx, NY. USA.

Breuil-Sée, A. 1993. Bryological notes – recorded desiccation survival times in bryophytes. **Journal of Bryology** **17**: 679-684.

Breuil-Sée, A. 1994. Reviviscence d' un bryophyte en anhydrobiose depuis un quart de siècle: critères cytologiques d' aptitude à la reviviscence de thallus de *Riccia macrocarpa* Lev. [Reviviscence of a bryophyte in anhydrobiosis for a quarter of a century: cytological criteria of reviviscence ability in *Riccia macrocarpa* Lev. thalli]. **Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris) Ser. III Sci. Vie** **317**: 245-252.

Brown, J.H. & Maurer, B.A. 1989. Macroecology: the division of food and space among species on continents. **Science** **243**: 1145-1150

Brown, J.H. 1995. **Macroecology**. Chicago: University of Chicago Press. pp. 269

Brown, J.H., Gillooly, J.F., West, G.B, Savage, V.M. 2003. The next step in macroecology: from general empirical patterns to universal ecological laws. In:

Macroecology: concepts and consequences (T.M. Blackburn & K.J. Gaston, eds.). Blackwell, London.

Cabrera, A.L. & Willink, A. 1980. **Biogeografia de America Latina**. 2 ed. Washington: OEA.

Callaghan, D.A. & Ashton, P.A. 2009. Rarity and site selection for bryophyte conservation. **Biodiversity and Conservation** **18**:1259–1272.

Castelletti, C.H.M., Santos, A.M.M., Tabarelli, M. & Silva, J.M.C. DA. 2003 Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar Pp.719–734. In: **Ecologia e conservação da Caatinga**. (I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Da Silva, eds.). Editora da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, pp. 806.

Chave, J. 2008. Spatial variation in tree species composition across tropical forests: pattern and process. In: Stefan Schnitzer & Walter Carson (eds.). **Tropical Forest Community Ecology**. Blackwell. pp. 11-30.

Colwell RK & Rangel TF, 2009. Hutchinson's duality: The once and future niche. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA** **106**: 19644-19650.

Capobianco, J.P.R., Oliveira, J.A.P. (Orgs.) 2002. **Meio ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós-Rio-92**. Estação Liberdade/Instituto Socioambiental/Fundação Getúlio Vargas, São Paulo. p. 117-155.

Costa, D.P. 2016. Ricciaceae In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB97921>>. Acesso em: 28 Dez. 2016

Costa, D.P., Imbassahy, C.A.A. & Silva, V.P.A.V. 2005. Diversidade e importância das espécies de briófitas na conservação dos ecossistemas do estado do Rio de Janeiro. **Rodriguésia** **56** (87): 13-49.

Costa, D.P., Imbassahy, C.A.A., Almeida, J.S.S., Santos, N.D., Vaz-Imbassahy, T.F. 2006. Diversidade das briófitas nas restingas do estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Instituto de Botânica** **18**: 131-140.

Costa, D.P., Santos, N.D. 2009. Conservação de hepáticas na Mata Atlântica do sudeste do Brasil: uma análise regional no estado do Rio de Janeiro. **Acta Botanica Brasílica** **23**: 913-922.

Costa, D.P., Judice, D.M., Fernandez, E.P., Barros, F.S.M. & Messina, T. 2013. Ricciaceae In (Martinelli, G, Moraes & M.A.) 2013. **Livro vermelho da flora do Brasil**. 1. ed. Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, pp. 1100.

Costa, D. P., Luizi-Ponzo, A. 2010. As briófitas do Brasil. In: **Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil** (ed.) Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. v.1, p. 6168.

Diniz-Filho, J.A. & H. Fowler. 1998. Honey ants (Genus *Myrmecocylus*) macroecology: effect of spatial patterns on the relationship between worker body size and geographic range size. **Envir. Ent.** 27 (5): 1094-1101.

Diniz-Filho, J.A.F. & Rangel, T.F.L.V.B. 2004. Macroecologia e ecologia geográfica. In: **Ecologia teórica: desafios para o aperfeiçoamento da ecologia no Brasil** (A.S. Coelho, R.D. Loyola & M.B.G. Souza, eds.). O Lutador, Belo Horizonte. pp. 122.

Farias, R.S. 2013. **Distribuição dos gêneros *Calymperes* e *Syrrhopodon* (Calymperaceae, Bryophyta) em Floresta Atlântica nordestina (Rio Grande do Norte a Sergipe): fatores ambientais e histórico de vida**. Dissertação. Programa de Pós Graduação e Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE.

Gaston, K.J. & T.M. Blackburn. 1996a. Global scale macroecology: interactions between population size, geographic range size and body size in the Anseriformes. **Journal of Animal Ecology** 65: 701-714.

Gaston, K.J. & T.M. Blackburn. 1996b. Range size-body relationships: evidence of scale dependence. **Oikos** 75: 479-485.

Gaston, K. J., & Blackburn, T. M. 2000. **Pattern and process in macroecology**. Oxford: Blackwell Science.

Giulietti, A.M. *et al.* 2002. Espécies endêmicas da caatinga. In **Vegetação & Flora da Caatinga**. Associação Plantas do Nordeste, CNIP, Recife, pp. 103-108.

Giulietti, A.M., Neta, A.L.B., Castro, A.A.J.F., Gamarra-Rojas, C.F.L., Sampaio, E.V.S.B., Virgínio, J.F., Queiroz, L.P., Figueiredo, M.A., Rodal, M.J.N., Barbosa, M.R.V., Harley, R.M. 2004. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga In: **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação** (J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins, orgs). Ministério do Meio Ambiente, Brasília. pp. 381.

Giulietti, A.M., Conceição, A. & Queiroz, L.P. DE. 2006. **Diversidade e caracterização das fanerógamas do semi-árido brasileiro**. Associação Plantas do Nordeste, Recife, pp. 488.

Goffinet, B. & Shaw, A.J. 2009. **Bryophyte Biology**. 2 ed. Cambridge University Press.

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**: 1-577.

Gradstein, S. R. & Costa, D. P. 2003. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. **Memoirs of the New York Botanical Garden 87**: 1-301.

Guo, Q.; Brown J.H.; Valone, T.J. & Kachman, S.D. 2000. Constraints of Seed Size on Plant Distribution and Abundance. **Ecology 81**: (8) 2149-2155

Hallingbäck, T.; Hodgetts, N.G. & Urmi, E. 1996. How to use the new IUCN red list categories on Bryophytes. Guidelines proposed by the IUCN SSC Bryophyte specialist group. **Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México 67**(1): 147-157.

Hallingbäck, T., Hodgetts, N., Raeymaekers, G., Schumacker, R., Sérgio, C., Söderström, L., Stewart, N. & Vána, J. 1998. Guidelines for application of the revised IUCN threat categories to bryophytes. **Lindbergia 23**: 6-12.

Hallingbäck, T. & Hodgetts, N. (compilers) 2000. **Mosses, Liverworts, and Hornworts. Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes**. IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 106pp.

Hutchinson, G.E. 1957. Concluding remarks. **Cold Spring Harbor Symp. 22**: 415–427.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2004. **Mapa de biomas do Brasil: primeira aproximação**. Brasília: IBGE/MMA. 1 mapa, Escala 1:5.000.000.

Jovet-Ast. 1991. Riccia (Hépatiques, Marchantiales) d'Amérique Latine Taxons du Sous-Genre *Riccia*. Cryptogamie, Bryol. **Lichénol. 12**(3): 189-370.

Jovet-Ast, S. 1993. Riccia (Hépatiques, Marchantiales) d'Amérique Latine. Taxon des sous-genres Thallocarpus, Leptoriccia, Ricciella. **Cryptogamie, Bryologie Lichénologie** **14**(3): 219–301.

Kanagawa, A.I., Miranda, G.E.C., Carvalho, H.G.A., Costa, E.S. 2005. Flora Criptogâmica do Curimataú, Paraíba. In: **Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação** (F.S. Araújo, M.J.N Rodal & M.R.V. Barbosa (Orgs)). Ministério do Meio Ambiente, Brasília. pp. 445.

Laaka-Lindberg, S. 1999. Asexual reproduction in a population of *Lophozia cilvicola* Buch in a central Norway. **Plant Ecology** **141**: 137-144.

Laaka-Lindberg, S.; Hedderson, T.A.; Longton, R.E. 2000. Rarity and reproductive characters in the British hepatic flora. **Lindbergia** **25**: 78-84.

Lawton, J.H. 1999. Are there general laws in ecology? **Oikos** **84**:177-192

Longton, R. E. 1992. Reproduction and rarity in British mosses. **Biological Conservation** **59**: 89-98.

Moro, M.F., Lughadha, E.N., Filer, D.L., Araújo, F.S. & Martins, F.R. (2014) A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa** **160** (1): 001–118. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.160.1.1>>.

Oliveira, H.C. DE & Bastos, C.J.P. 2009. Jungermanniales (Marchantiophyta) da Chapada da Ibiapaba, Ceará, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. **23**(4): 1202-1209.

Pôrto, K.C.P., Galdino, M.F.S., Sá, P.S.A. 1994. Briófitas da Caatinga. 1. Estação Experimental do IPA, Caruaru-PE. **Acta Botanica Brasilica** **8**: 77–85.

Pôrto, K.C. & Bezerra, M.F.A. 1996. Briófitas da Caatinga 2. Agrestina, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica** **18**: 93–102. 23

Pôrto, K.C. & Germano, S.R. 2002. Biodiversidade e importância das briófitas na conservação dos ecossistemas naturais de Pernambuco. Pp. 125-152. In: **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco** (M. Tabarelli & J.M.C. Silva.). Massangana, Recife.

Proctor M.C.F., & Tuba Z. 2002. Poikilohydry and homoiohydricity: antithesis or spectrum of possibilities? **New Phytologist** **156**: 327-349.

Proctor, M.C.; Oliver, M.J.; Wood, A.J.; Alpert, P.; Stark, L. R.; Cleavitt, N.L. & Mishler, B.D. 2007. Desiccation-tolerance in bryophytes: a review. **The Bryologist** **110**: 595-621.

Sant'Ana, C.E.R. & Diniz-Filho, J.A.F. 1997. Conceito energético do valor adaptativo e tamanho ótimo do corpo para a avifauna brasileira. **Ararajuba** **5**: 69-72.

Schuster, R.M. 1992. **The Hepaticae and Anthocerotae of North America**. Volume VI. Field Museum of Natural History, Chicago. pp: 408-710.

Shaw, A.J., Szövényi & Shaw, B. 2011. Bryophyte diversity and evolution: windows into the early evolution of land plants. **American Journal of Botany** **98**: 352-369.

Silva, J.B. & Germano, S.R. 2013. Bryophytes on rocky outcrops in the *caatinga* biome: A conservationist perspective. **Acta Botanica Brasilica** **27(4)**: 827-835.

Silva, J. B., Santos, N. D., Pôrto, K. C. 2014. Beta-diversity: Effect of Geographical Distance and Environmental Gradients on the Rocky Outcrop Bryophytes. **Cryptogamie. Bryologie** **35**: 133-163.

Silva, M.P.P., Pôrto, K.C. 2014. Briófitas: estado do conhecimento e vulnerabilidade na Floresta Atlântica Nordeste. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitao** **36**: 19-34.

Silva, T.O., Silva, M.P.P., Pôrto, K.C. 2014. Briófitas de Afloramentos Rochosos do Estado de Pernambuco, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão** **36**: 85-100.

Smith, F.A. & Lyons, S.K. 2011. How big should a mammal be? A macroecological look at mammalian body size over space and time. **Phil. Trans. R. Soc. B** **366**: 2364–2378.

Söderström L. 1989. Regional distribution among bryophyte species on a temporal, patchy substrate. **The Bryologist** **92**: 349–355.

Söderström, L., During, H.J. 2005. Bryophyte rarity viewed from the perspective of life history strategy and metapopulation dynamics. **Journal of Bryology** **27**: 261-268.

Söderström, L., Herben, T. 1997. Dynamics of bryophyte metapopulations. **Advances in Bryology** 6:205-240.

Söderström, L.; Hagborg, A.; Konrat, M.; et al. 2016. World checklist of hornworts and liverworts. **PhytoKeys** 59: 1–828.

ter Steege, H. 2010. How neutral is Ecology? **Biotropica** 42: 631-633.

Vanderpoorten, A., Engels, P. 2003. Patterns of bryophyte diversity and rarity at a regional scale. **Biodiversity Conservation** 12:545-556. 2003.

Veloso, A.L., Sampaio, E.V.S.B. & Pareyn, F.G.C. 2002. **Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga**. Associação Plantas do Nordeste, Recife, pp. 75.

Vianna, E.C. 1970. **Marchantiales e Anthocerotales coletadas no Rio Grande do Sul**. Iheringia. 14: 45-54.

Vianna, E.C. 1976. **Marchantiales (Hepaticopsica) coletadas no Rio Grande do Sul**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 226p.

Vianna, E.C. 1981. O gênero *Riccia* (marchantiales) no Rio Grande do Sul, Brasil.I. Subgen. *Ricciella* e *Thallocarpus*. **Rickia** 9: 71-80

Vianna, E.C. 1985. **Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul, 15, Marchantiales**. Bol. **Boletim do Instituto de Biociências** (Porto Alegre) 38: 1–213.

Vianna, E.C. 1990. Dados adicionais de *Riccia fruchartii* Steph. **Hieringia** (40): 127-130.

Vianna, E.C. 1992a. Esporos de *Riccia paraguayensis* Spruce. **Hieringia** (42): 109-111.

Vianna, E.C. 1992b. Brotações nos talos femininos de *Riccia paraguayensis* Spruce. **Hieringia** (42) 105-107.

Vianna, E.C. 1994a. Variações morfológicas em *Riccia brasiliensis* Schiffner. (Ricciaceae) no Rio Grande do Sul. **Hieringia** (44): 147-151.

Vianna, E.C. 1994b. Variações morfológicas em *Riccia lamellosa* Raddi (Ricciaceae) no Rio Grande do Sul. **Hieringia** (44): 153-157.

Virtanen, R. 2014. Diaspore and shoot size as drivers of local, regional and global bryophyte distributions. **Global Ecology and Biogeography** 23: 610–619.

Yano, O. & Andrade-Lima, D. 1987. Briófitas do Nordeste brasileiro: Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Botânica** 10: 171 -181.

Yano, O., Bordin, J. & Peralta, D.F. (2009) Briófitas dos estados do Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte (Brasil). **Hoehnea** 36(3): 387-415.

4. Manuscrito I

***Riccia* L. NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: UMA ABORDAGEM FITOGEOGRÁFICA**

Riccia L. NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: UMA ABORDAGEM FITOGEOGRÁFICA

THAMARA RODRIGUES DOS REIS¹ & NIVEA DIAS DOS SANTOS¹

¹*Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego – Cidade Universitária, 50670-901, Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: thamarapan@gmail.com; nivea.dias@gmail.com*

Resumo

É apresentado um estudo da diversidade, distribuição e fitogeografia de *Riccia* nas oito ecorregiões da Caatinga. A lista de espécies foi confeccionada a partir de coletas realizadas nas ecorregiões, análise de material de herbários brasileiros e do banco de dados do speciesLink. São reconhecidas 17 espécies para a Caatinga. Depressão Sertaneja Meridional apresentou a maior riqueza dentre as ecorregiões (14 espécies), seguida por Planalto da Borborema (nove) e Depressão Sertaneja Setentrional (oito), respectivamente. Doze novas ocorrências são adicionadas para os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Piauí, destacando-se ainda duas novas ocorrências para o Nordeste (*R. subplana* e *R. howellii*) sendo esta última uma nova ocorrência para o Brasil. Quanto ao padrão fitogeográfico das espécies, cinco espécies são endêmicas do Brasil e, destas, duas são endêmicas da Caatinga (*R. bahiensis* e *R. erythrocarpa*); seis espécies são Neotropicais; quatro espécies ocorrem na América do Sul, uma apresenta padrão Disjunto e uma é cosmopolita, sendo ainda estes padrões distintos entre as ecorregiões. A maior similaridade encontrada foi entre Complexo Ibiapaba Araripe (CIA), Raso da Catarina (RC) e Planalto da Borborema (PB), que formaram um grupo coeso e estão situadas em áreas sedimentares. Outro grupo, formado pela Depressão Sertaneja Setentrional (DSS) e Depressão Sertaneja Meridional (DSM), que se localizam em áreas de embasamento cristalino, apresentou a segunda maior similaridade. As ecorregiões Complexo Chapada Diamantina (CCD), Dunas do São Francisco (DSF) e Complexo de Campo Maior (CCM) permaneceram isoladas. A Caatinga se agrupa com o Cerrado e Mata Atlântica do Nordeste, ao passo que se distancia floristicamente do Pantanal, Mata Atlântica do Sudeste, Pampa e Amazônia. São ainda listados os diversos tipos de microambientes onde as espécies de *Riccia* são encontradas.

Palavras-chave: Caatinga, Distribuição Espacial, Endemismo, Hepáticas

Introdução

Florestas Tropicais Secas (FTS) são formações florestais que caracterizam-se principalmente pela ocorrência de um período de cinco a seis meses de seca, refletindo em uma baixa pluviosidade anual (menor que 1600 mm/ano) (Gentry 1995; Pennington et al. 2000), e por seus solos férteis, que apresentam baixa quantidade de alumínio e níveis moderados a elevados de pH e nutrientes (Pennington et al. 2000). Apresentam fitofisionomia arbórea dominada, frequentemente, por espécies espinescentes, de folhas diminutas e de estrutura e área basal pequenas, se comparada as Florestas Tropicais Pluviais (Pennington et al. 2000). As FTS ocorrem em manchas disjuntas espalhadas por toda região tropical, sendo o continente Sul Americano o detentor de parte expressiva dessas Florestas (Pennington et al. 2005), que são denominadas na literatura como Florestas Secas Neotropicais (*e.g.*, Gentry 1995).

As Florestas Secas Neotropicais (FSN) estão distribuídas desde o noroeste do México ao norte da Argentina, ocorrendo até o sudoeste do Brasil (Linares-Palomino et al 2011). São caracterizadas, principalmente, por apresentarem clima semiárido, padrões meteorológicos com características extremas e solos relativamente ricos (Pennington et al. 2000; Miles et al. 2006; Moro et al. 2014). Este bioma está entre os mais ameaçados do mundo devido, particularmente, a ações antrópicas (Miles et al. 2006; Moro et al. 2014). Dentre as FSN, a maior localiza-se no nordeste do Brasil e é denominada Caatinga (Pennington et al. 2000; Linares-Palomino et al. 2011; Moro et al. 2014).

A Caatinga abrange 56% da região nordeste do Brasil, ou seja, 10% do território nacional (IBGE 2004). Tem sua existência determinada pela deficiência de água ao longo de uma grande parte do ano e à irregularidade temporal na distribuição das chuvas (Giulietti et al. 2006). De acordo com Leal et al. (2003), o estudo desse domínio fitogeográfico é desafiador, pois este é, proporcionalmente, o menos estudado entre as outras regiões brasileiras, além de ser o menos protegido também, trazendo como consequência a perda inestimável de flora e fauna da região devido a ação antrópica. Seu domínio engloba uma grande variedade de ecorregiões (Velloso et al. 2002) e sua flora vascular, embora tenha sido negligenciada por muito tempo, é atualmente considerada rica e com alto grau de endemismo, sendo reconhecidas 1.512 espécies e destas, 318 endêmicas (Giulietti et al. 2002; 2006). Apesar disso, trabalhos com briófitas ainda são escassos, sendo a maioria sobre levantamentos florísticos realizados no século passado (*e.g.* Yano & Andrade-Lima 1987; Pôrto & Bezerra 1996; Pôrto et al. 1994; Bastos et al. 1998), outros baseando-se em material de herbário (Yano

2004; Yano et al. 2009) e poucos atuais realizados *in loco* (Valente & Pôrto 2006; Oliveira & Bastos 2009; Silva & Germano 2013; Silva et al. 2014 a; Silva et al. 2014 b).

Briófitas são plantas poiquilohídricas que, diferentemente das plantas homeoídricas, não apresentam controle sobre a perda d' água, sendo a condução hídrica tipicamente externa e realizada por difusão (Proctor & Tuba 2002). Além disso, para as briófitas, a água é um elemento fundamental para a reprodução sexuada (fecundação), levando-as, geralmente, a ocuparem locais com elevada disponibilidade desse recurso (Goffinet & Shaw 2009). Contudo, ao contrário do que muitos acreditam, as briófitas não se restringem a esses ambientes. Existem táxons tolerantes à dessecação e um exemplo é o gênero de hepáticas talosas *Riccia* Linnaeus (1753: 1138) (Jovet-Ast 1991; Breuil-Sée 1993, 1994).

O gênero *Riccia* pertence à família Ricciaceae e apresenta 150 espécies no mundo, 54 no Neotrópico e 35 no Brasil (10 endêmicas) (Jovet-Ast 1991; Bischler-Causse et al. 2005; Costa 2014; Ayub et al. 2014). Representam boas indicadoras de condições ecológicas, como microclima, estrutura do substrato e características químicas do solo (Jovet-Ast 1991). Devido a forte sazonalidade dos táxons (muitos desaparecem na estação seca), os dados de diversidade e distribuição regional desse gênero são geralmente incompletos (Bischler-Causse et al. 2005), fazendo-se necessário um estudo mais detalhado da distribuição e biologia deste táxon.

Através de uma abordagem biogeográfica, este trabalho tem como objetivo conhecer a distribuição e diversidade de *Riccia* L. na Caatinga, e busca responder os seguintes questionamentos: (1) Quem são, em quais microambientes ocorrem e qual a distribuição das espécies de *Riccia* nas diferentes ecorregiões da Caatinga? (2) Existe variação na riqueza de espécies, composição florística e padrões fitogeográficos entre as ecorregiões? (3) Qual a similaridade florística da Caatinga com outros Domínios Fitogeográficos do Brasil, considerando o grupo taxonômico em questão?

Metodologia

Área de estudo

A Caatinga apresenta cerca de 800.000 km² e se estende entre a latitude 2°54' e 17°21' S, abrangendo os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte de Minas Gerais (Prado 2003) (Fig. 1).

O clima dessa região pode ser caracterizado como quente e sazonal (BSh de Köppen), com precipitação menor que 1000 mm por ano e ausência de chuvas em alguns anos (Velloso

et al. 2002). Apresenta padrões meteorológicos com características extremas, *e.g.*, alta radiação solar, alta temperatura média anual, baixas taxas de umidade relativa e nebulosidade, elevada evapotranspiração e precipitações baixas e irregulares, limitadas a um período muito curto do ano (Reis 1976). Os solos dessa região têm uma distribuição espacial complexa, resultando em mosaicos de solos, que variam de rasos e pedregosos a arenosos e profundos (Velloso et al. 2002).

Apesar das condições edáfico-climáticas severas, a Caatinga abriga uma elevada diversidade de fitofisionomias, que variam de acordo com o tipo de solo e disponibilidade hídrica. Recentemente, Velloso et al. (2002) propuseram a divisão da Caatinga em ecorregiões (Fig. 1), baseando-se em critérios relacionados à sazonalidade, disponibilidade de água (no solo e pluviosidade), características do solo, geomorfologia, relevo e história da biota. São elas: **1. Complexo de Campo Maior (CCM)** - localizado no estado do Piauí e parte do Maranhão; **2. Complexo Ibiapaba-Araripe (CIA)** - se estende pelas fronteiras oeste do Ceará e nordeste do Piauí; **3. Depressão Sertaneja Setentrional (DSS)** - se estende desde o norte de Pernambuco, passando pelos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e norte do Piauí; **4. Planalto da Borborema (PB)** - localizada a leste da Caatinga, compreende partes do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas; **5. Depressão Sertaneja Meridional (DSM)** - ocupa a maior parte do centro e sul da Caatinga, faz fronteira com o Cerrado de Minas Gerais e a Zona da Mata da Bahia, Sergipe e Alagoas; **6. Dunas do São Francisco (DSF)** - circundada pela ecorregião da Depressão Sertaneja Meridional, tem seu limite definido pelas dunas de areias quartzosas, estando em sua maior parte, a oeste do Rio São Francisco; **7. Complexo da Chapada Diamantina (CCD)** - também circundada pela Depressão Sertaneja Meridional, representa a porção mais elevada de Caatinga, localizada na parte centro-sul do bioma, que segue o alinhamento do divisor de águas da Chapada Diamantina; **8. Raso da Catarina (RC)** - localiza-se na parte centro-leste do bioma, respeita os limites naturais geomorfológicos da bacia sedimentar. Neste trabalho serão consideradas as espécies de *Riccia* amostradas dentro dos limites das ecorregiões propostas por Velloso et al. (2002).

Material de herbário

Foi realizada a identificação das amostras de *Riccia* da região semiárida nordestina depositadas nas seguintes coleções: Herbário Alexandre Leal Costa (ALCB), Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS), Herbário Dárdano de Andrade Lima (IPA), Herbário Maria Eneyda P. K. Fidalgo (SP) e Herbário Geraldo Mariz (UFP).

Amostragem

Após a identificação do material de herbário, novas áreas para realização de viagens de campo e coleta de espécimes foram selecionadas a partir de uma modelagem de distribuição potencial do gênero *Riccia* na região nordeste do Brasil. Para tanto, foram utilizados os dados georreferenciados obtidos através das coleções de herbário e literatura. A modelagem foi realizada através do algoritmo de Máxima Entropia do programa MaxEnt 3.3.1 (Phillips et al. 2006). Esse algoritmo gera modelos de distribuição potencial de espécies a partir de relações entre os pontos de ocorrência do táxon (coordenadas geográficas) e variáveis ambientais dos períodos analisados. Foram utilizadas variáveis climáticas do presente da base de dados (resolução de 2.5 minutos) do Worldclim (Worldclim 1.3 <http://www.worldclim.org/current.htm>). A partir da modelagem de distribuição potencial, as áreas indicadas como mais propensas ao encontro de espécies de *Riccia* foram os estados da Bahia (BA) e Ceará (CE), sendo esses locais priorizados para a realização de coletas de material botânico.

No total foram realizadas dez expedições a campo, que contemplaram cinco das oito ecorregiões da Caatinga, distribuídas nos estados da **Bahia** (abrangendo os municípios de Boninal, Palmeiras, Santa Bárbara, Iraquara, Morro do Chapéu – situados na ecorregião CCD, Itaguaçu da Bahia e Xique-Xique - DSM); **Ceará** (ESEC Aiuaba, Aiuaba, Tabuleiro do Norte, Quixadá, Baturité e Mauriti – situados na DSS); **Paraíba** (Paulista, Condado, Pombal, Sumé e São José dos Cordeiros – situados na DSS); **Pernambuco** (PARNA do Catimbau – RC -, IPA-Caruaru e Bezerros - PB); e **Rio Grande do Norte** (Apodi - DSS). As coletas foram realizadas entre abril de 2013 e abril de 2014.

Estudo do material

As amostras de herbário e coletadas em campo foram identificadas com base na literatura especializada (Jovet-Ast 1991; Gradstein & Costa 2003; Bischler-Causse et al. 2005). A metodologia de coleta, herborização e preservação do material adotada seguiu Yano (1984). As coletas realizadas foram depositadas na coleção de briófitas do herbário UFP, com exceção das coletas realizadas no CE e RN, que foram depositadas no herbário HUEFS.

Foram ainda analisados os microambientes em que cada espécie foi encontrada para uma melhor compreensão da relação planta-ambiente.

Análise estatística

Para compreender as afinidades florísticas das ecorregiões da Caatinga com base nas assembleias de *Riccia*, foi realizada uma análise de similaridade (índice de Sørensen). Posteriormente, foi confeccionado um dendrograma através do método de Média de Grupo (UPGMA) no programa Fitopac 2.1 (Shepherd 2010). Para analisar a consistência dos grupos formados na UPGMA, ou seja, se a composição de espécies presentes nas amostras dos grupos é diferente daquela esperada ao acaso, foi realizado o Procedimento de Permutação com Múltiplas Respostas (“Multi-Response Permutation Procedures” – MRPP) (Mielke & Berry 2007) no programa PCOrd 4.0 (McCune & Mefford 1999) usando a medida de distância de Sørensen. O MRPP é um método não-paramétrico que testa a hipótese nula de que dois ou mais grupos são semelhantes em seu arranjo. Ele gera dois índices estatísticos, além de um *p*-valor: o índice T descreve a separação entre os grupos, onde quanto mais negativo for o valor de T, mais forte será a separação entre os mesmos. Já o índice A descreve a homogeneidade dentro dos grupos e varia entre zero e um, onde zero significa que a heterogeneidade entre e dentro dos grupos são iguais e 1 significa que as espécies presentes em cada grupo são idênticas entre si e diferentes daquelas dos outros grupos (McCune & Grace 2002).

Com o propósito de analisar se há diferença entre os diferentes domínios fitogeográficos do Brasil com base na sua composição de espécies de *Riccia*, foi realizada uma Análise de Correspondência (Correspondence Analysis - CA). Para a realização da ordenação, foi confeccionada uma matriz binária de presença e ausência das espécies dos seis domínios fitogeográficos brasileiros (Caatinga, Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal, Pampa e Amazônia), sendo ainda o domínio Mata Atlântica dividido em Mata Atlântica do Sul-Suldeste e Mata-Atlântica do Nordeste. Os dados de ocorrência das espécies de *Riccia* nesses domínios foram obtidos da base de dados da Lista de Espécies da Flora do Brasil (Costa 2014). As dúvidas quanto à localidade exata da espécie dentro dos domínios foram verificadas na literatura indicada como referência.

Resultados

Diversidade e Distribuição de Riccia nas ecorregiões da Caatinga

Foram analisadas 276 exsicatas dos herbários SP (233), UFP (35), HUEFS (5) e ALCB (3). Nas viagens a campo foram coletadas 181 espécimes de *Riccia*. Deste material, 121 espécimes foram identificados ao nível de espécie e as 60 amostras restantes foram

separadas em oito morfoespécies, que serão analisadas posteriormente em trabalho taxonômico.

No total, foram contabilizadas 21 espécies de *Riccia* para a região nordeste, sendo que destas, somente 17 ocorrem dentro das ecorregiões da Caatinga (Tab. 1). Entre estas, destacam-se novas ocorrências para **Alagoas** (*R. wainionis* Stephani (1898: 18)), **Bahia** (*R. subplana* Stephani (1902: 275)), **Ceará** (*R. albopunctata* Jovet-Ast (1991: 237), *R. howellii* M. Howe (1934: 202), e *R. subplana*), **Paraíba** (*R. albopunctata* e *R. sorocarpa* Bischoff (1835: 1053), **Pernambuco** (*R. albopunctata*, *R. horrida* Jovet-Ast (1991: 226), *R. subplana* e *R. wainionis*) e **Piauí** (*R. albopunctata*). Destas, duas são novas ocorrências para o Nordeste (*R. subplana* e *R. howellii*), sendo ainda *R. howellii* uma nova ocorrência para o Brasil.

A ecorregião que apresentou a maior riqueza de espécies foi a DSM (14 espécies), seguida do PB (nove espécies), DSS (oito espécies), CCD, RC e CIA (quatro espécies cada) e, por fim, CCM e DSF (uma espécie cada) (Tab. 2). Ainda em relação às ecorregiões, *R. vitalii* Jovet-Ast (1987: 283) foi a espécie com a maior distribuição entre elas, ocorrendo em sete das oito áreas; a seguir, ocorrendo em seis ecorregiões, vem *R. albopunctata* seguida de *R. stenophylla* Spruce (1889: 195) (cinco ecorregiões) e *R. wainionis* (quatro ecorregiões). As demais espécies apresentaram uma distribuição mais restrita, ou seja, apresentaram ocorrência em poucas ecorregiões (Tab. 2).

Microambientes e padrões fitogeográficos

Das análises das exsicatas e do material coletado foram constatadas a presença de 10 grupos principais de microambientes onde a ocorrência das espécies de *Riccia* foi relatada. São eles: **lajedo**; **trilha aberta**, fazendo parte deste grupo coletas realizadas em áreas de clareira; **ilhas de solo de afloramento rochoso**; **área antropizada**, incluídas aqui áreas de pastagem; **sobre substrato presente na rocha**; **solo úmido**; **solo extremamente úmido**, quando há o relato de que a espécie foi encontrada em ambientes irrigados e com alta concentração hídrica, a ponto da mesma flutuar sobre a água; **solo seco**; **exposta ao sol**; e, por fim, as que ocorrem **na sombra** (Tab. 2). De uma forma geral, as espécies de *Riccia* preferem locais sombreados e úmidos (11 e 12 espécies respectivamente).

Em relação ao padrão fitogeográfico das espécies, 35% (seis spp.) são Neotropicais; 29% (cinco spp.) são endêmicas do Brasil e, destas, três são endêmicas da Caatinga (*R. bahiensis* Stephani (1898: 50), *R. erythrocarpa* Jovet-Ast (1991: 230) e *R. subdepilata* Jovet-Ast (1991: 228)); 24% (quatro spp.) ocorrem na América do Sul e 6% (1 sp.) apresenta padrão Disjunto (Ilhas Galápagos e Brasil) ou Amplo (Tab. 1). Os padrões fitogeográficos são

distintos entre as ecorregiões (Fig. 2). Espécies Neotropicais estão presentes em todas as ecorregiões exceto DSF e as endêmicas do Brasil estão restritas às ecorregiões DSM (*R. bahiensis*, *R. erythorcarpa* e *R. subdepilata*), PB (*R. brasiliensis* Schiffner & S.W. Arnell (1964: 6), *R. enyae* Jovet-Ast (1991: 230) e *R. subdepilata*) e RC (*R. subdepilata*).

Similaridade entre as ecorregiões

A composição de espécies é distinta entre as ecorregiões da Caatinga. O agrupamento por UPGMA (coeficiente de correlação cofenética 0.95) evidenciou a formação de dois grupos (Fig. 3). As ecorregiões Complexo Ibiapaba Araripe (CIA) e Raso da Catarina (RC) apresentaram 75% de similaridade florística e as ambas apresentaram 62% de similaridade com o Planalto da Borborema (PB). O segundo grupo, formado pela Depressão Sertaneja Setentrional (DSS) e Depressão Sertaneja Meridional (DSM), apresentou uma similaridade de 63%. Já as ecorregiões Complexo Chapada Diamantina (CCD), Dunas do São Francisco (DSF) e Complexo de Campo Maior (CCM) permaneceram isoladas (Tab.3; Fig. 3). O resultado do MRPP ratificou a formação desses grupos, ou seja, os grupos são significativos, isolados e coesos, embora o valor do índice A demonstre a existência de certa heterogeneidade florística entre ecorregiões pertencentes a um mesmo grupo ($T = -1,92$; $A = 0.41$; $p < 0.001$).

Similaridade entre domínios fitogeográficos

A assembleia de *Riccia* da Caatinga apresenta maior similaridade florística com a Mata Atlântica Nordeste (0.54) e Mata Atlântica do Sul-Sudeste (0.49). O diagrama de ordenação (Fig. 4) demonstra, no eixo 1, a separação da Amazônia dos demais domínios. No eixo 2 são formados dois grupos, um deles inclui Pampa, Mata Atlântica do sul-sudeste e Pantanal e o segundo Cerrado, Mata Atlântica do nordeste e Caatinga. O primeiro eixo da Análise de Correspondência explicou 31% e o segundo eixo 23% da variância do conjunto de dados.

Discussão

Tratamento florístico

De uma maneira geral, as espécies de *Riccia* encontradas nas ecorregiões da Caatinga podem ser diferenciadas por particularidades no gametófito (como a presença de cílios e a quantidade

dos mesmos, a existência de escamas, sua coloração e tamanho, se há em suas células a presença de estrias longitudinais, entre outros) e no esporo (como ornamentações, coloração, presença de asa ou cicatriz trirradiada visível, etc). Entretanto, Vianna (1981) afirma que nem sempre a identificação de espécies do gênero *Riccia* é tarefa fácil. A elevada variação morfológica existente dentro de indivíduos de uma mesma espécie e a dificuldade em se trabalhar com material herborizado, o qual, na maioria das vezes, não conserva as características diagnósticas do gametófito das espécies e tampouco apresentam esporófito, tornam a determinação taxonômica um trabalho dispendioso e mais sujeita a erros.

Particularmente, tivemos dificuldades em diferenciar as espécies de *R. vitalii* de *R. wainionis*, principalmente dos materiais de herbário estéreis. Os gametófitos destas duas espécies são extremamente similares e, para diferenciá-las, observamos o comprimento dos talos (*R. wainionis* são relativamente maiores que *R. vitalii*), sua coloração (verde-escura em *R. vitalii*, ao passo que o talo de *R. wainionis* apresenta um verde mais claro), comprimento das escamas (em *R. vitalii* estas ultrapassam a borda do talo, enquanto que na outra espécie não) e corte transversal do talo (mais amplo em *R. wainionis*).

Dentre os táxons encontrados, *R. subplana* é uma espécie neotropical encontrada na Costa Rica, Guatemala, Guiana, Guiana Francesa, Ilhas Virgens, Ilhas de Barlavento (Windward Islands, situadas no Caribe), Peru, Venezuela e Brasil (Bischler-Causse et al. 2005). Neste último, sua ocorrência era relatada apenas para Amazônia, entretanto, recentemente foi incluída na lista de espécies de *Riccia* ocorrentes no Rio Grande do Sul (Ayub et al. 2014). A espécie ocorre em pontos de pisoteamento, em jardins e entre as pedras de locais sombreados (Jovet-Ast 1991). No presente estudo, foi encontrada nas ecorregiões DSM (Pindaí, Ibotirama e Jaguarí – Bahia; Alto Santo – Ceará e; Floresta - Pernambuco) e DSS (Quixadá - Ceará) ocupando microambientes que vão desde proximidades com cursos d'água à afloramentos rochosos, sendo encontrada prioritariamente em regiões muito úmidas, inclusive nos afloramentos rochosos.

Já *R. howellii* era considerada endêmica das Ilhas Galápagos, onde sua ocorrência é tida como muito comum (Bischler-Causse et al. 2005). De acordo com Jovet-Ast (1991) esta espécie ocorre, preferencialmente, sobre solo areno-argiloso de locais sombreados, podendo

este ser árido ou úmido. Os dados compilados neste estudo nos mostram que as populações que ocorrem no Brasil compartilham desta preferência microclimática, diferindo somente em uma das coleções, onde a amostra foi coletada em local sob incidência solar direta. Assim como *R. subplana*, foi encontrada nas ecorregiões DSM (Urandi, Pindaí e Santa Bárbara – Bahia) e DSS (Quixadá - Ceará).

Mesmo tendo ocorrência relatada na literatura para a região nordeste (Bischler-Causse et al. 2005; Silva et al. 2014 a; Silva et al. 2014 b), foram desconsideradas da listagem florística as espécies *Riccia squamata* Nees in Martius (1833: 302) e *Riccia taeniaeformis* Jovet-Ast (1991: 270). Ao analisar os materiais das referidas espécies depositados nos herbários (UFP e SP), foi constatado que ambas tratavam-se da espécie *R. albopunctata*. Apesar dos idioblastos serem utilizados como caráter diagnóstico na identificação de *R. albopunctata*, estes muitas vezes não são facilmente distinguidos. Em algumas amostras analisadas, os mesmos se revelaram somente quando os talos estavam quase secos, não sendo conspícuos em talos extremamente úmidos ou extremamente secos; em outras, em contrapartida, eles nem mesmo apareceram. Entretanto, a ornamentação dos esporos e as características do talo similares às amostras que apresentavam idioblastos conspícuos permitiram a identificação das mesmas como *R. albopunctata*. Na amostra de *R. taeniaeformis*, além de poucos idioblastos visíveis, a presença de escamas em algumas partes do talo contribuíram para identificação da mesma como *R. albopunctata*, visto que, de acordo com Jovet-Ast (1991), o que distingue estas duas espécies são a presença de idioblastos e as escamas, que são grandes e de coloração roxa a negra em *R. albopunctata* e muito pequenas ou ausentes e de coloração hialina em *R. taeniaeformis*.

Foram ainda encontradas no material de herbário amostras identificadas como *R. fluitans* Linnaeus (1753: 1139) ocorrentes para região nordeste. Contudo, é consenso entre os trabalhos taxonômicos o fato de que esta espécie não ocorre no Brasil, tratando-se estas amostras, na verdade, de *R. stenophylla* (Jovet-Ast 1993, Gradstein & Costa 2003, Bischler-Causse et al. 2005). A distribuição destas duas espécies é distinta: *R. fluitans* é restrita à região Holártica, ao passo que *R. stenophylla* ocorre em regiões tropicais, como sul dos continentes Africano e Americano (Schuster 1992). Portanto, neste trabalho, todas as espécies de herbário analisadas identificadas como *R. fluitans* foram reclassificadas e determinadas como *R. stenophylla*. Para Schuster (1992) ambas as espécies são muito semelhantes, distinguindo-se apenas pela dioicia de *R. stenophylla* e pela habilidade desta produzir esporos tanto em ambientes aquáticos quanto terrestres (*R. fluitans* é monoica e sua produção de esporângios é exclusiva – embora haja algumas exceções - à ambientes aquáticos). Já Jovet-

Ast (1993) distingue as duas espécies principalmente por características dos esporos (quantidade de aréolas e presença e ausência de tubérculos e grânulos). Ainda assim, não é descartada a possibilidade de *R. stenophylla* ser uma subespécie da espécie holártica (Schuster 1992); contudo, maiores estudos taxonômicos e sistemáticos devem ser realizados para que esta afirmação seja comprovada.

Riqueza de espécies

Os resultados obtidos mostram que há diferença na riqueza de espécies entre as ecorregiões, destacando-se a DSM com o maior número de espécies (14). A DSM e a DSS fazem parte da Caatinga de Cristalino (Moro et al. 2014), entretanto, a riqueza encontrada nesta última ecorregião foi de oito espécies. Esta diferença provavelmente deve-se ao fato de a DSM apresentar uma maior regularidade da estação chuvosa, o que implica em uma incidência menor de secas, sendo ainda estas chuvas bem distribuídas ao longo da ecorregião, diferente do que ocorre na DSS, que é uma região de “sombra de chuva” do PB, o que lhe confere um clima mais árido (Velloso et al. 2002). Além disso, o relevo acidentado da DSM permite a contenção de rios permanentes e propicia ainda a formação de cursos d’água sazonais (Velloso et al. 2002), favorecendo, dessa forma, a ocorrência do táxon estudado.

O PB foi a segunda ecorregião mais rica. De acordo com Velloso et al. (2002), a variedade de plantas dessa ecorregião deve-se, principalmente, ao seu grande mosaico de solos e a sua alta umidade, resultante de sua posição geográfica, que forma uma barreira para a umidade trazida com os ventos de sudoeste. Em contrapartida, a região que fica à sua sombra (Cariris Velhos - DSS) apresenta um elevado nível de aridez (Velloso et al. 2002).

Apresentando quatro espécies, o CCD caracteriza-se por ser uma região heterogênea quanto aos tipos florestais (presença de Caatinga, Campos Rupestres, Cerrado e Florestas Úmidas) que apresentam faixas de transição complexas (Moro et al. 2014). É no CCD que nascem os maiores rios perenes que banham a DSM e seu regime hídrico contrasta longos períodos de seca com médias anuais pluvionétricas de 1000mm (Velloso et al. 2002), características estas que podem ter influenciado a riqueza de espécies desta ecorregião.

Situadas na Caatinga Sedimentar, foram contabilizadas para CIA e RC quatro espécies. Ambas as áreas apresentam solos muito arenosos, bem drenados, *i.e.*, com existência de pouca água de superfície, e profundos (Velloso et al. 2002). Assim como estas duas últimas ecorregiões, CCM e DSF fazem parte do grupo da Caatinga Sedimentar; contudo, ambas obtiveram apenas uma espécie de riqueza cada. CCM apresenta solos com problemas de drenagem, acarretando a formação de planícies inundáveis e regime hídrico com altos

índices pluviométricos concentrados em um período muito curto de tempo em contraste a longos períodos de seca (Velloso et al. 2002). Já DSF apresenta solos arenosos, profundos e de temperatura elevada; o clima é extremamente quente e os recursos hídricos são provenientes de chuvas parcas e do nascimento de riachos efêmeros (Velloso et al. 2002). Uma razão relevante para este valor tão ínfimo de riqueza nestas duas últimas ecorregiões poderia ser a baixa taxa de coleta nestas áreas. Alguns autores já relataram que a riqueza reduzida de espécies na Caatinga decorre do baixo esforço amostral (Andrade-Lima 1981, Rodal 1992, Sampaio 1995, Silva et al. 2004) e Tabarelli & Vicente (2004), aos estudarem as lacunas geográficas sobre o conhecimento de plantas lenhosas da Caatinga, relatam que há, neste Domínio Fitogeográfico, a existência de áreas não amostradas, contrastando com áreas bem amostradas, denotando um esforço amostral desigual de coletas na região. A estimativa é de que 80% da caatinga esteja subamostrada, sendo ainda as áreas com a flora bem inventariada concentradas aos arredores de centros de pesquisa (Tabarelli & Vicente 2004), onde Pernambuco lidera como o estado com o maior número de levantamentos de vegetação (Araújo et al. 2005). Importante ressaltar ainda que entre as áreas descritas como prioritárias por Giulietti et al. (2004), a “Serras do Cento Sé/Sobradinho/Remanso”, situada em parte na ecorregião de DSF, apresenta como uma das características ser uma área de conhecimento insuficiente. Fazendo uma rápida pesquisa no site do INCT-SpeciesLink, abrangendo toda as coletas de briófitas realizadas nos estados da Bahia (estado que compreende a maior parte da ecorregião DSF) e Piauí (que abrange a ecorregião CCM), foram encontrados 739 (bem distribuídos ao longo do estado) e 74 (concentrados mais na porção central e sul do estado) pontos de ocorrência de briófitas, respectivamente, para cada um destes estados. Destes, apenas dois pontos incorreram na DSF e outros dois na CCM, sugerindo que provavelmente estas áreas sejam, de fato, subamostradas.

Relação espécies vs. ambiente em diferentes escalas

Os microambientes da Caatinga são formados, principalmente, devido à distribuição irregular das chuvas (Sampaio 1995), a presença de diversos tipos de solos que variam em suas propriedades mesmo em pequenas distâncias (Prado 2003), e variações do relevo e do tipo de substrato (Gamarra-Rojas & Sampaio 2003, Pires 2012). De uma forma geral, em uma abordagem qualitativa, as espécies amplamente distribuídas dentre as ecorregiões, com exceção de *R. stenophylla*, ocuparam grande parte dos microambientes (acima de 11 microambientes). Em contrapartida, as mais restritas tenderam a ocupar uma menor quantidade de microambientes, destacando-se apenas *R. fruchartii* Stephani (1898: 22), *R.*

horrida e *R. subplana* que ocorreram, respectivamente, em nove, oito e dez microambientes. Não foi possível fazer nenhuma inferência sobre diversidade dos tipos de microambientes e ecorregiões, visto que quanto menor o número de ocorrências de espécies nas ecorregiões, menor a relação de microambientes presente na mesma.

Os grupos florísticos encontrados para as ecorregiões da Caatinga, CIA, RC e PB e DSS e DSM podem refletir os diferentes tipos de Caatinga dessas regiões (Sedimentar no primeiro e Cristalino no segundo). Como já mencionado, as áreas CIA e RC são muito semelhantes quanto ao padrão pedológico e pluvial; em contrapartida, PB, apesar de estar situada sobre solo sedimentar, apresenta um ambiente mais úmido que estas duas outras ecorregiões, como já citado na seção acima, motivo pelo qual, apesar de se agrupar com estas, apresenta pequenas diferenças em sua composição de espécies.

Nossos dados sugerem que a flora de *Riccia* presente no Complexo da Chapada Diamantina é distinta daquela encontrada nas outras ecorregiões. Apesar de ter apresentado similaridade de 46% com a DSS, esta não foi suficiente para que constituísse um grupo coeso juntamente com DSS e DSM. Resultado semelhante foi encontrado por Moro et al. (2014) para as plantas fanerógamas. O CCD, inteiramente circundado pela DSM, aloca a maioria das nascentes desta última ecorregião e apresenta formação de neblina o ano inteiro. É nesta ecorregião que se situa o pico mais elevado da Caatinga (ca. 2033 metros de altitude), gerando, dessa forma, um gradiente de altitude que, associado ao relevo extremamente acidentado, abriga as “ilhas de campo rupestre” (Velloso et al. 2002). Longos períodos secos contrastam com pluviosidade anual de mais de 1.000 mm, que são os maiores do semiárido (Velloso et al. 2002).

Já CCM e DSF apresentaram baixa similaridade com todas as outras ecorregiões. O ambiente extremamente árido destas ecorregiões associados a inundações sazonais na CCM e solos extremamente quentes na DSF (Velloso et al. 2002) pode ser um filtro ambiental para o estabelecimento das espécies de *Riccia*.

As espécies amplamente distribuídas nas ecorregiões da Caatinga (ocorrência em quatro ou mais ecorregiões) também apresentaram distribuição ampla ao longo dos domínios fitogeográficos brasileiros (ocorrência em mais do que três domínios) e todas elas, exceto *R. albopunctata* que é restrita à América do Sul, apresentaram padrão fitogeográfico Neotropical, ou seja, ocorrem desde a América do Norte à América do Sul. Segundo a Teoria Determinística, a amplitude geográfica de uma espécie pode ser vista como um reflexo espacial de seu nicho (Hutchinson 1957; Cowell & Rangel 2009); portanto, quanto maior a

quantidade de microambientes diferentes uma espécie conseguir colonizar, maior será sua amplitude de distribuição.

Em contrapartida, as mais restritas (ocorrência em menos de quatro ecorregiões), contempladas pelas espécies *R. mauryana* Stephani (1898: 19), *R. fruchartii*, *R. horrida*, *R. howellii*, *R. lindmanii* Stephani (1897: 29), *R. sorocarpa* e *R. subplana*, apresentaram, em sua grande maioria, padrão fitogeográfico mais restrito quando comparado às outras (América do Sul e Disjunto – Ilhas Galápagos e Brasil) - com exceção de *R. mauryana*, *R. subplana* e *R. sorocarpa*, sendo as duas primeiras Neotropicais e a última amplamente distribuída no mundo – assim como abrangeram uma menor quantidade de domínios fitogeográficos (ocorrendo em até três domínios), excetuando *R. lindmanii* que ocorreu em quatro. Dentro as espécies de distribuição restrita, colocamos em um grupo à parte as espécies endêmicas do Brasil. Estas também apresentaram distribuição restrita, tanto entre as ecorregiões, quanto aos domínios fitogeográficos, destacando-se ainda, neste último, a presença de três espécies endêmicas para a Caatinga. Nossos resultados corroboraram os encontrados por Oliveira-Filho et al. (2005) que, em uma comparação da similaridade da flora arbórea da Caatinga com outros domínios encontrou um elevado número de endemismos.

Após algumas discussões contrárias na literatura sobre o assunto (Gentry 1982, Pennington et al. 2000), hoje sabe-se que as espécies com distribuição ampla presentes nas Florestas Tropicais Secas são minoria (como encontrado para *Riccia*), sendo o número de espécies mais restritas e endêmicas nestas áreas maior (Oliveira-Filho et al. 2005). Contudo, estas espécies amplamente distribuídas podem apresentar maior abundância e dominância nestas áreas, contrastando com as endêmicas, que tendem a ser raras e mais restritas (Pennington et al. 2005).

Conclusão

Apesar das pesquisas abordando a Caatinga terem aumentado consideravelmente nessa última década, pouco tem se estudado em relação à brioflora presente neste local. Dessa forma, este trabalho contribui com informações a respeito da distribuição de um gênero de briófita no semiárido nordestino. Os resultados obtidos evidenciam a singularidade da Caatinga para a diversidade das espécies de *Riccia* do Brasil, principalmente no tocante ao número de endemismos; o presente estudo contribuiu ainda com o aumento da amplitude de distribuição de alguns táxons, como também com o acréscimo no número total de espécies conhecidas no Brasil (35 para 36). Entretanto, inventários florísticos ainda são necessários,

principalmente em regiões que contemplem as ecorregiões DSF e CCM. Somente dessa forma teremos a confirmação de que estas áreas são de fato subamostradas ou se, na realidade, apresentam um filtro ambiental muito forte e intransponível para a grande maioria das espécies de *Riccia*. Devido a muitos questionamentos taxonômicos surgidos ao longo deste trabalho desencadeados principalmente devido à plasticidade fenotípica das espécies e entre as muitas semelhanças e poucas diferenças entre alguns táxons, acredita-se ser necessário um estudo detalhado de cunho taxonômico e evolutivo para as espécies do gênero *Riccia*.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida a primeira autora; ao Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD-Catimbau) e Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio Semi-árido) pelo auxílio financeiro para as viagens a campo e; ao Dr. Denilson Peralta pela ajuda na identificação de táxons desconhecidos e/ou duvidosos.

Referências bibliográficas

- Andrade-Lima, D. (1981). The Caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149–163.
- Araújo, F.S., Rodal, M.J.N., Barbosa, M.R.V. & Martins, F.R. (2005). Repartição da flora lenhosa no domínio da Caatinga In: *Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga* (F.S. Araújo, M.J.N. Rodal & M.R.V. Barbosa, eds.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 445.
- Ayub, D.M., Costa, D.P. DA & Santos, R.P. (2014) Additions to the Ricciaceae flora of Rio Grande do Sul, including two remarkable records for the Brazilian liverwort flora. *Phytotaxa* 161 (4): 294–300.
- Bastos, C.J., Albertos, B. & Vilas-Bôas, S.B. (1998) Bryophytes from some Caatinga areas in the state of Bahia (Brazil). *Tropical Bryology* 14: 69–75.
- Bischler-Causse, H., Gradstein, S.R., Jovet-Ast, S., Long, D.G. & Salazar-Allen, N. (2005) The Marchantiidae. *Flora Neotropica Monograph* 97. The New York Botanical Garden Press. Bronx, NY. USA.
- Bischoff, G.W. (1835) Bemerkungen Über die Lebermoose vorzüglich aus den Gruppen der Marchantienn und Riccien. *Nova Acta Physico-Medica Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Naturae Curiosorum* 17(2): 909–1088.

- Breuil-Sée, A. (1993) Bryological notes – recorded desiccation survival times in bryophytes. *Journal of Bryology* 17: 679–684.
- Breuil-Sée, A. (1994) Reviviscence d' un bryophyte en anhydrobiose depuis un quart de siècle: critères cytologiques d' aptitude à la reviviscence de thallus de *Riccia macrocarpa* Lev. [Reviviscence of a bryophyte in anhydrobiosis for a quarter of a century: cytological criteria of reviviscence ability in *Riccia macrocarpa* Lev. thalli]. *Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris) Ser. III Sci. Vie* 317: 245–252.
- Costa, D.P. (2014) Lista de Espécies da Flora do Brasil. Available in <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. (Accessed in Oct. 2014)
- Colwell, R.K. & Rangel, T.F. (2009) Hutchinson's duality: The once and future niche. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 106: 19644–19650.
- Gamarra-Rojas, C.F.L. & Sampaio, E.V.S. (2003) A vegetação lenhosa das ecorregiões da Caatinga. In: *Desafios da botânica brasileira no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal* (E.A.G. Jardim, M.N.C. Bastos & J.U.M. Santos, Eds.). Sociedade Brasileira de Botânica, pp. 85–90.
- Gentry, A. H. (1995) Diversity and Floristic composition of Neotropical Forest Pp.146-194. In: *Seasonally Dry Tropical Forest* (S.H. Bullock, H.A. Mooney & E. Medina, eds.). Cambridge University Press. Cambridge, pp. 450.
- Gentry, A.H. (1982) Phytogeographic patterns as evidence for a Chocó refuge, in *Biological Diversification in the Tropics*, Prance, G.T., Ed., Columbia University Press, New York, pp. 112.
- Giulietti, A.M. et al. (2002) Espécies endêmicas da caatinga. In *Vegetação & Flora da Caatinga*. Associação Plantas do Nordeste, CNIP, Recife, pp. 103–108.
- Giulietti, A.M., Neta, A.L.B., Castro, A.A.J.F., Gamarra-Rojas, C.F.L., Sampaio, E.V.S.B., Virgínio, J.F., Queiroz, L.P., Figueiredo, M.A., Rodal, M.J.N., Barbosa, M.R.V., Harley, R.M. (2004). Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga In: *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação* (J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins, orgs). Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 381 pp.
- Giulietti, A.M., Conceição, A. & Queiroz, L.P. DE. (2006). Diversidade e caracterização das fanerógamas do semi-árido brasileiro. Associação Plantas do Nordeste, Recife, 488 pp.
- Goffinet, B. & Shaw, A.J. (2009) *Bryophyte Biology*. 2 ed. Cambridge University Press, 565 pp.

- Gradstein, S. R. & Costa, D. P. (2003) The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 87: 1–301.
- Howe, M.A. (1934) The Hepaticae (chiefly *Riccia* and Anthocerotaceae) of the Galapagos Islands and the coast and island of Central America and Mexico. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 21(4): 199–210.
- Hutchinson, G.E. (1957). Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp.* 22: 415–427.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2004) *Mapa de biomas do Brasil: primeira aproximação*. Brasília: IBGE/MMA. 1 mapa, Escala 1:5.000.000.
- Jovet-Ast, S. (1987) Un *Riccia* nouveau du nord-est du Brésil: *Riccia vitalii* (Ricciaceae, sous-genre *Riccia*). *Memoirs of The New York Botanical Garden* 45: 283–288.
- Jovet-Ast, S. (1991) *Riccia* (Hépatiques, Marchantiales) d'Amérique Latine Taxons du Sous-Genre *Riccia*. *Cryptogamie, Bryologie Lichénologie* 12(3): 189–370.
- Jovet-Ast, S. (1993) *Riccia* (Hépatiques, Marchantiales) d'Amérique Latine. Taxon des sous-genres *Thallocarpus*, *Leptoriccia*, *Ricciella*. *Cryptogamie, Bryologie Lichénologie* 14(3): 219–301.
- Leal, I.R., Tabarelli, M., Silva, J.M.C. (2003) *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Ed. Universitária da UFPE, Recife, 822 pp.
- Linnaeus, C. (1753) *Species plantarum* 2: 561–1200. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.669>
- Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A.T. & Pennington, R.T. (2011) Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism, and biogeography of woody plants Pp. 3–21. In: *Seasonally dry tropical forests: ecology and conservation*. Island Press, Washington, 392 pp.
- Martius, C.F.P. (1833) *Flora Brasiliensis, Pars Prior*. (Stuttgart & Tübingen) 293–390.
- McCune, B. & J.B. Grace. (2002). *Analysis of Ecological Communities*. MJM Press, Oregon.
- McCune, B. & Mefford, M.J. (1999). *PC-ORD: multivariate analysis of ecological data, version 4.10*. Gleneden Beach: MjM Software Design.
- Mielke, P.W. & Berry, K.J. (2007). *Permutation Methods: a distance function approach. A Distance Function Approach*. Second Ed. Springer-Verlag, New York.
- Miles, L., Newton, A.C., DeFries, R.S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V. & Gordon, J.E. (2006) A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33: 491–505. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>>.
- Moro, M.F., Lughadha, E.N., Filer, D.L., Araújo, F.S.DE & Martins, F.R. (2014) A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of

- floristic and phytosociological surveys. *Phytotaxa* 160 (1): 001–118.
<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.160.1.1>
- Oliveira, H.C. DE & Bastos, C.J.P. (2009) Jungermanniales (Marchantiophyta) da Chapada da Ibiapaba, Ceará, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 23(4): 1202–1209.
- Oliveira-Filho, A.T., Jarenkow, J.A., Rodal, M.J.N. (2005) Floristic relationships of Seasonally Dry Forests of Eastern South America based on tree species distribution patterns. In: *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography, and Conservation*. (R.T. Pennington, G.P. Lewis & J.A. Ratter, eds.). CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 152–184.
- Pennington, R.T., Prado, D.E. & Pendry, C.A. (2000) Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27: 261–273. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x>>.
- Pennington, R.T., Lewis, G.P. & Ratter, J.A. (2005) An Overview of the Plant Diversity, Biogeography and Conservation of Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests Pp.1-29. In: *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography, and Conservation*. (R.T. Pennington, G.P. Lewis & J.A. Ratter, eds.). CRC Press, Boca Raton, FL, 459 pp.
- Phillips, S.J.; Anderson, R. P. & Schapire, R. E. (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231–259.
- Pires, G.G. (2012) Estudo ecológico de microambientes em áreas de Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (FTSS). Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestas, Universidade Federal de Lavras, UFLA.
- Pôrto, K.C.P., Galdino, M.F.S., Sá, P.S.A. (1994). Briófitas da Caatinga. 1. Estação Experimental do IPA, Caruaru-PE. *Acta Botanica Brasilica* 8: 77–85.
- Pôrto, K.C. & Bezerra, M.F.A. (1996) Briófitas da Caatinga 2. Agrestina, Pernambuco. *Acta Botanica Brasilica* 18: 93–102.
- Prado, D.E. (2003) As caatingas da América do Sul. In: *Ecologia e Conservação da Caatinga* (I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva, eds.). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, pp. 3–74.
- Proctor M.C.F., & Tuba Z. (2002) Poikilohydry and homoiohydricity: antithesis or spectrum of possibilities? *New Phytologist* 156: 327–349.
- Reis, A.C. (1976) Clima da Caatinga. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 48: 325–335.

- Rodal, M.J.N. (1992) *Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbóreo em quatro áreas da Caatinga em Pernambuco*. Tese (doutorado em Biologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Sampaio, E.V.S.B. (1995) Overview of the Brazilian Caatinga. In: Seasonally Dry Tropical Forests (S.H. Bullock, H.A. Mooney & E. Medina, eds.). University Press, Cambridge, pp. 35–63.
- Schiffner, V. & Arnell, S.W. (1964) Ergebnisse der Botanischen Expedition der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften nach Südbrasilien. II. Hepaticae. *Österreichische Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse. Denkschriften* 111: 1–156.
- Schuster, R.M. (1992). *The Hepaticae and Anthocerotae of North America*. Vol. VI. Field Museum of Natural History, Chicago, pp. 408–710.
- Shepherd, G.J. (2011) FITOPAC 2.1. Departamento de Botânica/UNICAMP.
- Silva, J.B. & Germano, S.R. (2013). Bryophytes on rocky outcrops in the *caatinga* biome: A conservationist perspective. *Acta Botanica Brasilica* 27(4): 827–835.
- Silva, J.B., Santos, N.D., Pôrto, K.C. (2014). Beta-diversity: Effect of Geographical Distance and Environmental Gradients on the Rocky Outcrop Bryophytes. *Cryptogamie. Bryologie* 35: 133–163.
- Silva, T.O., Silva, M.P.P., Pôrto, K.C. (2014). Briófitas de Afloramentos Rochosos do Estado de Pernambuco, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 36: 85–100.
- Spruce, R. (1889) Hepaticae Novae Americanae Tropicae. *Bulletin de la Société Botanique de France* 36: 189–207.
- Stephani, F. (1897) Die Lebermoose der ersten Regnell'schen Expedition nach Südamerika. *Bihang til Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar* 23 (III, 2): 1–36.
- Stephani, F. (1898–1900) *Species hepaticarum: eine Darstellung ihrer Morphologie und Beschreibung ihrer Gattungen wie aller bekannten Arten in Monographien unter Berücksichtigung ihrer gegenseitigen Verwandtschaft und geographischen Verbreitung*. Georg, Geneve & Bale. 1–438.
- Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.45014>>.
- Stephani, F. (1902) Urban. *Symbolae Antillanae*. 3:275–279.
- Tabarelli, M. & Vicente, A. (2004) Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas. In: *Biodiversidade da Caatinga: áreas prioritárias para a conservação* (J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins, orgs.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 101–111.

- Valente, E.B. & Pôrto, K.C.P. (2006) Novas ocorrências de hepáticas (Marchantiophyta) para o estado da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 20(1): 195–201.
- Velloso, A.L., Sampaio, E.V.S.B. & Pareyn, F.G.C. (2002) *Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga. Associação Plantas do Nordeste*, Recife, 75 pp.
- Yano, O. (1984) Briófitas. In: O. Fidalgo & V.L.R. Bononi (eds.). *Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico*. Série Documentos. São Paulo, Instituto de Botânica, 27–30 pp.
- Yano, O. (2004) Novas ocorrências de briófitas para vários estados do Brasil. *Acta Amazonica* 34(4): 559–576.
- Yano, O. & Andrade-Lima, D. (1987) Briófitas do Nordeste brasileiro: Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Botânica* 10: 171–181.
- Yano, O., Bordin, J. & Peralta, D.F. (2009) Briófitas dos estados do Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte (Brasil). *Hoehnea* 36(3): 387–415.

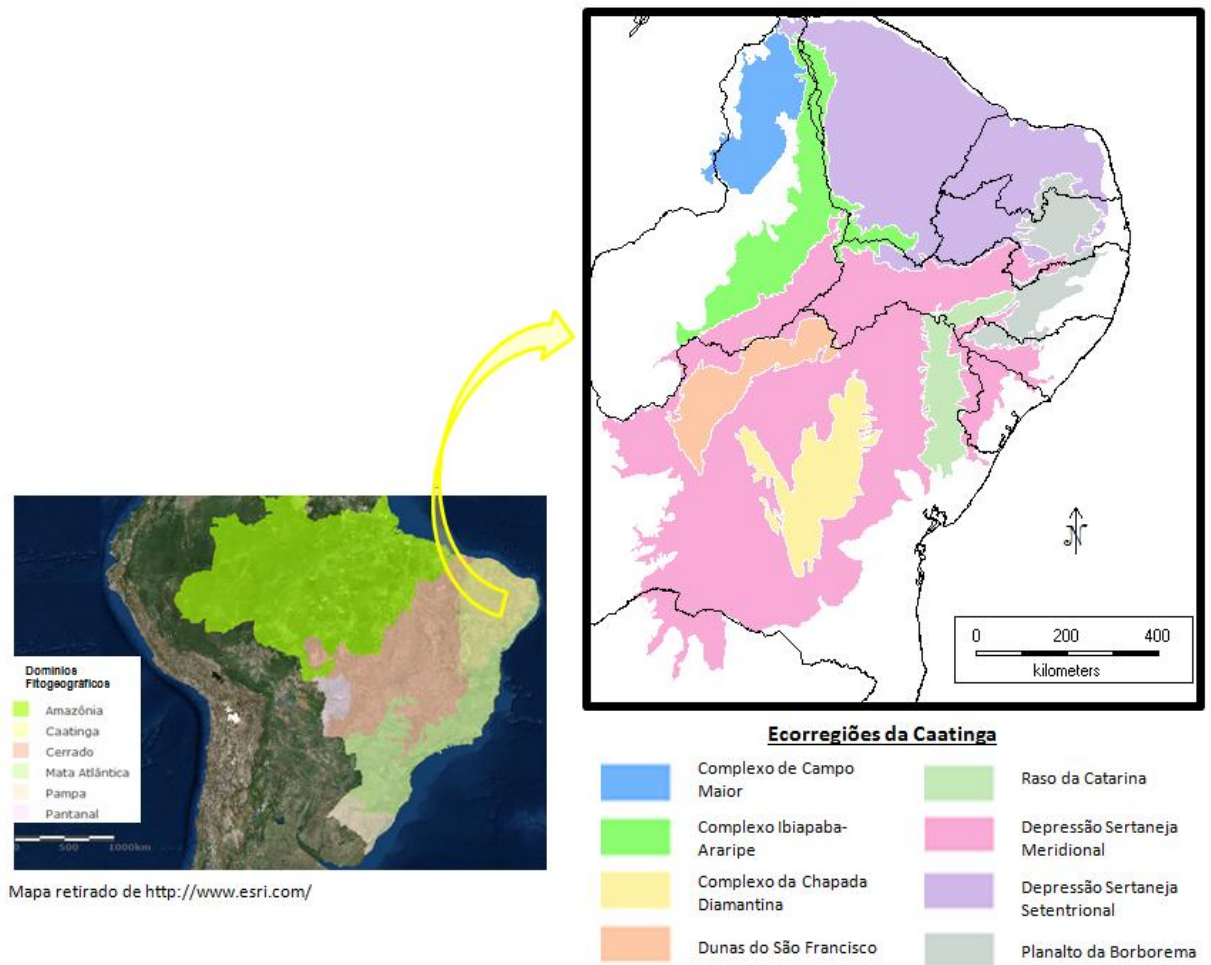


FIGURA 1. Domínios fitogeográficos do Brasil com destaque para a Caatinga e suas ecorregiões.

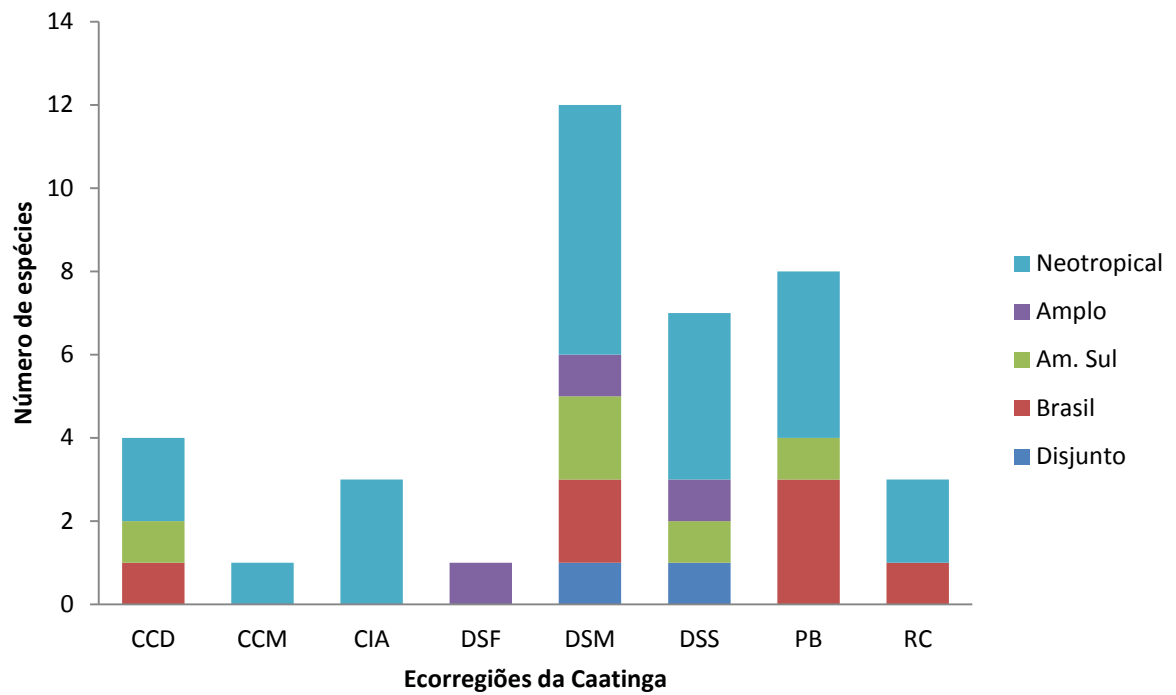


FIGURA 2. Padrões fitogeográficos das espécies encontradas nas ecorregiões da Caatinga. CCD (Complexo Chapada Diamantina); CCM (Complexo de Campo Maior); CIA (Complexo Ibiapaba-Araripe); DSF (Dunas do São Francisco); DSM (Depressão Sertaneja Meridional); DSS (Depressão Sertaneja Setentrional); PB (Planalto da Borborema) e RC (Raso da Catarina).

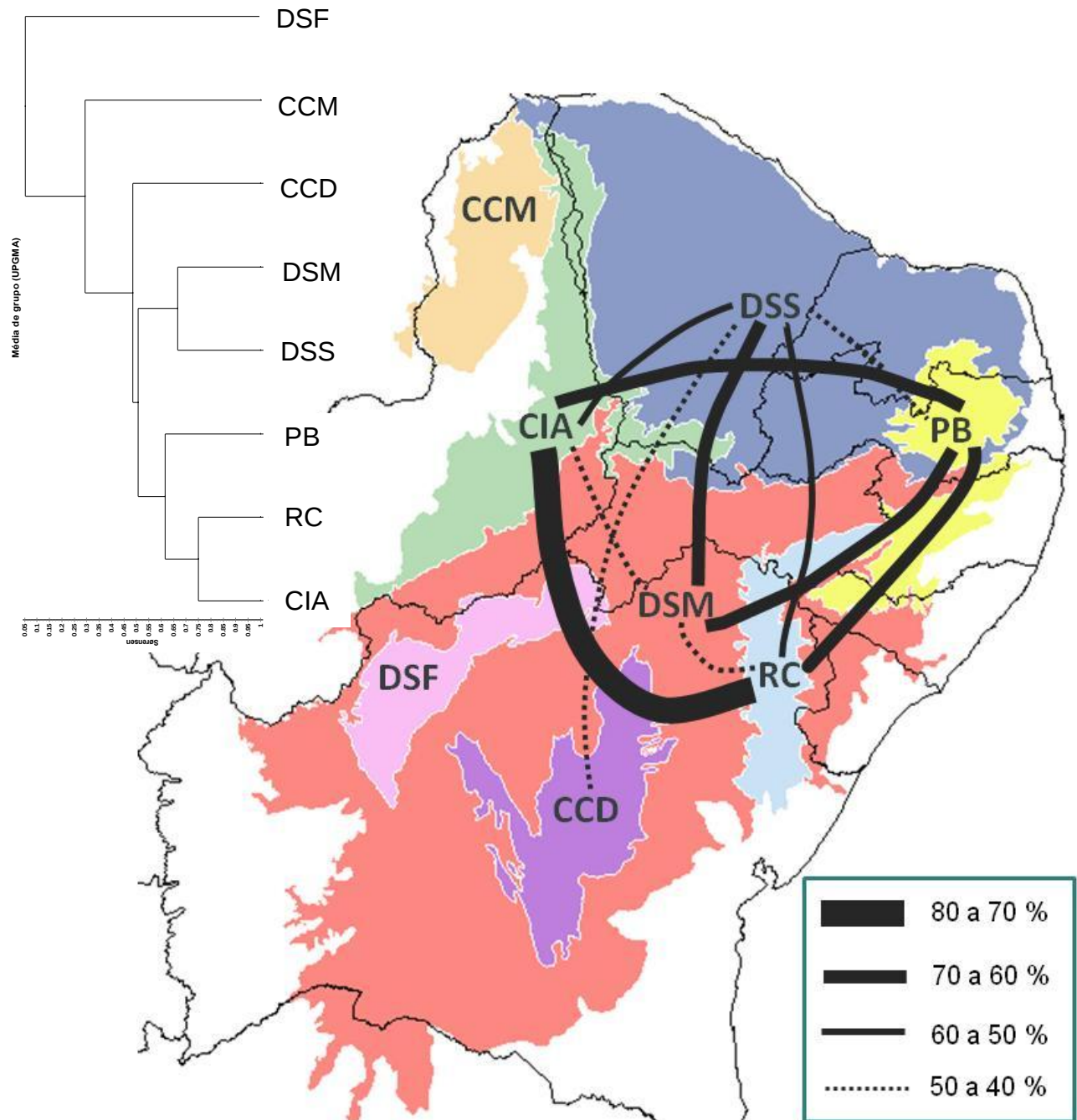


FIGURA 3. Mapa de similaridade florística (Índice de Sorensen) entre as ecorregiões da Caatinga. CCM (Complexo de Campo Maior); CIA (Complexo Ibiapaba-Araripe); DSS (Depressão Sertaneja Setentrional); PB (Planalto da Borborema); DSM (Depressão Sertaneja Meridional); RC (Raso da Catarina); CCD (Complexo Chapada Diamantina) e DSF (Dunas do São Francisco).

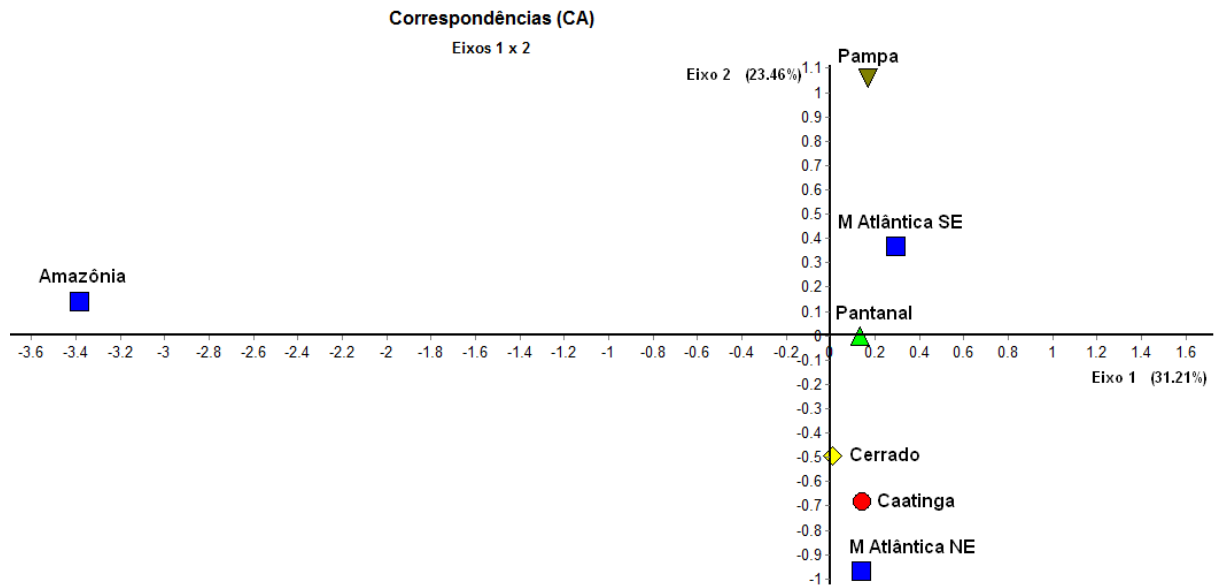


FIGURA 4: Diagrama de ordenação da Análise de Correspondência (CA) dos domínios fitogeográficos brasileiros baseado na composição de espécies de *Riccia* L. Em azul-escuro os domínios das florestas tropicais úmidas; em vermelho o domínio da Caatinga; em amarelo o Cerrado; em marrom os Pampas e em verde o Pantanal.

Tabela 1: Lista de espécies do gênero *Riccia* L. ocorrentes nas ecorregiões da Caatinga, Brasil. Na parte esquerda da tabela, em cinza claro as ocorrências já descritas na literatura (LI) e/ou na Lista de Espécies da Flora do Brasil (FB); em cinza-escuro as espécies coletadas nas expedições a campo realizadas neste trabalho (CT); e em preto as novas adições na distribuição do gênero para os estados (*), para o Nordeste (**), e para o Brasil (***), através de coletas e análises de material de herbário (HE). Ao lado direito os padrões e domínios fitogeográficos apresentados pelas espécies.

Espécies	LI	FB	HE	CT	Voucher	Padrão Fitogeográfico	Domínio Fitogeográfico
<i>R. albopunctata</i> Jovet-Ast*					Reis, T.R. 206	América do Sul	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal
<i>R. bahiensis</i> Steph.					Martius s.n. (G) d.l.	Brasil	Caatinga
<i>R. brasiliensis</i> Schiffn.					Pôrto, K.C. s.n. (UFP 9147)	Brasil	Caatinga e Mata Atlântica
<i>R. enyae</i> Jovet-Ast					A.Schäfer-Verwimp 12979	Brasil	Caatinga, Mata Atlântica e Pampa
<i>R. erythrocarpa</i> Jovet-Ast					Vital, D.M. 7933	Brasil	Caatinga
<i>R. fruchartii</i> Steph.					Reis, T.R.	América do Sul	Caatinga, Mata Atlântica e Pampa
<i>R. horrida</i> Jovet-Ast*					Peralta, D.F. 10232	América do Sul	Caatinga e Mata Atlântica
<i>R. howellii</i> M. Howe***					Reis, T.R. 247	Disjunto	Caatinga
<i>R. lindmanii</i> Steph.					Reis, T.R. 68	América do Sul	Caatinga, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal
<i>R. mauryana</i> Steph.					Vital, D.M. 8184	Neotropical	Caatinga
<i>R. plano-biconvexa</i> Steph.					Vital, D.M. 1334	Neotropical	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal
<i>R. sorocarpa</i> Bisch.*					Vital, D.M. 1088	Ampla	Caatinga e Mata Atlântica
<i>R. stenophylla</i> Spruce					Peralta, D.F. 10248	Neotropical	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal
<i>R. subdepilata</i> Jovet-Ast					Reis, T.R. 149	Brasil	Caatinga, Mata Atlântica
<i>R. subplana</i> Steph.**					Reis, T.R. 172	Neotropical	Amazônia, Caatinga e Mata Atlântica
<i>R. vitalii</i> Jovet-Ast					Reis, T.R. 218	Neotropical	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal
<i>R. wainionis</i> Steph.*					Reis, T.R. 49	Neotropical	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal

Tabela 3: Comparação entre compartilhamento e similaridade de espécies de *Riccia* encontradas nas ecorregiões da Caatinga. Ao centro da tabela a riqueza de espécies encontrada em cada ecorregião. **CCM** = Complexo de Campo Maior; **CIA** = Complexo Ibiapaba-Araripe; **DSS** = Depressão Sertaneja Setentrional; **PB** = Planalto da Borborema; **RC** = Raso da Catarina; **DSM** = Depressão Sertaneja Meridional; **CCD** = Complexo Chapada Diamantina; **DSF** = Dunas do São Francisco.

	CCM	CIA	DSS	PB	RC	DSM	CCD	DSF
CCM	1	0.4	0.22	0.2	0.4	0.13	0.40	0
CIA	1	4	0.5	0.62	0.75	0.44	0.50	0
DSS	1	3	8	0.47	0.50	0.63	0.50	0.22
PB	1	4	4	9	0.62	0.61	0.46	0
RC	1	3	3	4	4	0.44	0.50	0
DSM	1	4	7	7	4	14	0.44	0.13
CCD	1	2	3	3	2	4	4	0
DSF	0	0	1	0	0	1	0	1

5. Manuscrito II

RARIDADE, CONSERVAÇÃO E FATORES QUE DETERMINAM O PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE *RICCIA* L.: UMA ABORDAGEM REGIONAL

Raridade, conservação e fatores que determinam o padrão de distribuição de *Riccia* L.: uma abordagem regional

Thamara R. dos Reis¹ & Nivea D. dos Santos¹

¹*Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego – Cidade Universitária, 50670-901, Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: thamarapan@gmail.com*

Resumo

A distribuição dos organismos no planeta não é homogênea, *i.e.*, as espécies apresentam diferentes padrões fitogeográficos, sendo alguns táxons mais raros e outros mais amplamente distribuídos. A Caatinga, devido a fatores edáfico-climáticos representa, para muitos táxons, um filtro intransponível, o que não é o caso do gênero de hepáticas talosas *Riccia* L. Buscando compreender a relação entre fatores intrínsecos (tamanhos dos esporo e gametófitos) e extrínsecos (ambientais) na distribuição regional de *Riccia* ao longo das ecorregiões da Caatinga, formulamos três hipóteses fundamentadas na premissa de uma distribuição determinística das espécies. Além disso, analisamos os graus de raridade e ameaça, à nível regional, dos táxons deste gênero. Para tanto, utilizamos análises estatísticas univariadas (Correlação de Spearman) e multivariadas (PCA) para responder nossos questionamentos relacionados aos fatores extrínsecos e intrínsecos e, para avaliar o *status* de conservação regional das espécies amostradas, seguimos os critérios da IUCN adaptados para briófitas. Foram encontradas 17 espécies de *Riccia* na Caatinga, das quais seis são raras (*satélites*) e destas, cinco foram classificadas em alguma categoria de ameaça (duas Criticamente em Perigo e três Em Perigo), e quatro são amplamente distribuídas na área de estudo (*core*). Em relação aos fatores intrínsecos, os resultados obtidos nos mostraram que há uma correlação positiva entre a amplitude de distribuição e os tamanhos dos esporos e gametófitos; já as variáveis ambientais utilizadas não evidenciaram o nicho grinnelliano das espécies. Ou seja, atributos intrínsecos das diferentes etapas do ciclo de vida são importantes para a configuração da distribuição espacial das espécies.

Palavras-chave: Caatinga, Hepática talosa, IUCN, Macroecologia

Introdução

Há mais de 150 anos a forma como os organismos estão distribuídos ao longo do planeta suscitou a dúvida de naturalistas. No século XVIII, por exemplo, o alemão Alexander Von Humboldt (1769-1859), após viagem às colônias espanholas na América, postulou que o responsável por causar os gradientes latitudinais e altitudinais de diversidade de espécies era o clima (Diniz-Filho e Rangel, 2004). Mais recentemente, os estudos de Stevens sobre a “Rapoport’s Rule” também relacionaram amplitude de distribuição e variações climáticas (Stevens 1989, 1992). Desde então, o interesse em estabelecer causalidade entre variações ambientais e padrão de distribuição de organismos só fez por aumentar, norteando, ainda hoje, diversas pesquisas (ver Hutchinson, 1959; MacArthur e Wilson, 1967; MacArthur, 1972; Brown, 1995; Gaston, 2000; Hubbell, 2001; Carine e Schaefer, 2010; ter Steege, 2010), que buscam desvendar os processos que originam tais padrões (Sanders e Rahbek, 2012).

A amplitude da distribuição geográfica de uma determinada espécie, de acordo com Cabrera & Willink (1980), depende de fatores extrínsecos (*i.e.*, aqueles associados ao ambiente, *e.g.*, características geográficas, edáficas, climáticas e interações bióticas) e intrínsecos (ou atributos próprios da espécie, como por exemplo, sua morfologia, o tamanho de seus diásporos, bem como seu poder germinativo e o tamanho de seu corpo). Tendo como princípio que são, principalmente, os fatores extrínsecos que afetam a distribuição dos organismos, a Teoria Determinística pressupõe que a amplitude geográfica de uma espécie pode ser vista como um reflexo espacial de seu nicho (Chave, 2008). Por outro lado, estudos macroecológicos têm analisado as relações entre os organismos e seu ambiente, envolvendo a caracterização e a explicação de padrões de abundância, distribuição e diversidade em larga escala, relacionando a distribuição geográfica predominantemente a atributos intrínsecos das espécies, como por exemplo, o tamanho de seu corpo (Brown, 1995; Gaston e Blackburn, 2000). Ainda em relação a fatores intrínsecos, para Söderström e During (2005) características da história de vida, como o tamanho dos diásporos, são de extrema importância para definir a extensão de ocorrência de táxons de briófitas, pois esta característica influencia a habilidade de dispersão e o estabelecimento de novos indivíduos.

As briófitas (antóceros, hepáticas e musgos), segundo maior grupo de plantas terrestres e o maior entre as criptógamas (Gradstein et al., 2001), contribuem significativamente para a biodiversidade do planeta, apresentando ca. 15.000 a 18.000 espécies, das quais 1526 ocorrem no Brasil (Costa, 2016). Estima-se ainda que 299 espécies sejam endêmicas do país (Costa, 2016). São organismos avasculares e absorvem água ao longo de todo seu corpo vegetativo, não apresentando controle sobre a perda de água

(poiquiloïdria) (Gradstein et al., 2001), o que, no entanto, não as limita a habitarem somente locais úmidos. O gênero *Riccia* L., por exemplo, pertencente à ordem Marchantiales (hepáticas talosas complexas), apresenta mecanismos fisiológicos que o torna tolerante à dessecação (Jovet-Ast, 1991; Schuster, 1992). Este gênero é encontrado geralmente formando rosetas sobre o solo, ocorrendo preferencialmente em locais quentes, sujeitos a uma estação seca seguida de chuvas abundantes, como é caso da Caatinga (Jovet-Ast, 1991; Bischler-Causse et al., 2005). Sua distribuição geográfica é ampla, apresentando 150 espécies no mundo, 54 no Neotrópico, 35 no Brasil (10 endêmicas) e 17 na Caatinga (duas endêmicas) (Bischler-Causse et al., 2005; Costa, 2014; Reis e Santos – primeiro capítulo desta dissertação).

Tanto atributos intrínsecos quanto extrínsecos fornecem importantes dados para compreensão dos padrões de distribuição, raridade e ameaça das briófitas (Laaka-Lindberg, 1999; Frahm, 2003; Vanderpoorten e Engels, 2003; Vellak et al., 2007; Hallingbäck e Hodgetts, 2000). Assim, reconhecer quais características edáfico-climáticas (*e.g.* tipo de solo, temperatura atmosférica, pluviosidade) atuam como filtros para o estabelecimento das espécies, além dos atributos de sua história de vida pode auxiliar na distinção entre espécies raras e comuns.

Neste trabalho, procuramos responder às seguintes questões: **(1)** Qual o grau de raridade e ameaça das espécies de *Riccia* da Caatinga em escala regional? **(2)** Características intrínsecas reprodutivas (tamanho de diásporos) ou vegetativas (tamanho do talo) podem explicar a amplitude da distribuição das espécies? **(3)** Fatores ambientais (extrínsecos) influenciam a distribuição dos táxons? Em caso afirmativo, quais são os principais filtros ambientais que determinam sua distribuição?

Para responder as duas últimas questões, foram formuladas três hipóteses: (1) O tamanho do diásporo influencia na habilidade de dispersão, no estabelecimento de novos indivíduos, como também na distribuição do organismo, sendo que diásporos menores se dispersam mais facilmente a longas distâncias do que os maiores. Em contrapartida, os diásporos maiores tem sua dispersão reduzida, tendendo a apresentarem maior sucesso no estabelecimento em escala local, ou seja, próximo à planta-mãe (Söderström e Herben, 1997). Assim, a hipótese proposta prediz que quanto maior o tamanho do esporo, menor a amplitude de distribuição da espécie; (2) De acordo com a Teoria Macroecológica, existe uma relação positiva entre o tamanho do corpo e a amplitude da distribuição do organismo (Gaston e Blackburn, 1996a,b). Assim, a hipótese de trabalho propõe que quanto maior o tamanho do gametófito da espécie, mais ampla será a sua distribuição e; (3) Partindo da premissa de que

filtros fisiológicos (ambientais) (*e.g.* fatores edáficos, clima, altitude, distância do mar) são determinísticos na distribuição dos organismos (Chave, 2008), propõe-se a hipótese de que os fatores extrínsecos afetarão a distribuição das espécies de *Riccia*.

Este trabalho teve como objetivo verificar se atributos intrínsecos e/ou extrínsecos afetam a distribuição das espécies de *Riccia* da Caatinga, bem como conhecer o grau de raridade e o *status* de conservação das mesmas.

Material e métodos

Área de estudo

O domínio da Caatinga, localizado predominantemente na região nordeste do Brasil, se estende entre as latitudes 2°54' e 17°21' S e abrange os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe, e parte de Minas Gerais (Andrade-Lima, 1981; Prado, 2003). Entre as outras regiões do mundo pertencentes ao mesmo bioma (Floresta Seca), a Caatinga apresenta a biota mais diversa (Silva, 2004), além de abrigar uma elevada quantidade de fitofisionomias que variam de acordo com o tipo de solo e disponibilidade hídrica (Velloso et al., 2002).

A Caatinga figura como o domínio fitogeográfico brasileiro menos estudado e o menos protegido por Unidades de Conservação (UC's) (Araújo et al., 2005). Com 36 UC's que abrangem apenas 7,1% de sua superfície total, estima-se que 30% de sua área sofreu algum tipo de alteração antrópica, principalmente em função da agricultura (Capobianco, 2002, Araújo et al., 2005), o que pode desencadear a perda de espécies únicas, como aconteceu em 2000 com a extinção da ararinha-azul, *Cyanopsitta spixii* (Wagler, 1832) (BirdLife International, 2000; Watson, 2008). Estudos recentes mostram que a Caatinga é rica em táxons de plantas e que possui um alto grau de endemismo de gêneros e espécies (Moro et al., 2014). No entanto, essas crescentes pesquisas são, em sua grande maioria, focadas na flora fanerogâmica, sendo que muito pouco tem sido estudado sobre a brioflora deste domínio fitogeográfico.

Baseando-se em critérios relacionados à sazonalidade, disponibilidade de água (no solo e pluviosidade), características do solo, geomorfologia, relevo e história da biota, Velloso et al. (2002) propuseram a divisão da Caatinga em oito ecorregiões, a saber: 1. Complexo de Campo Maior (CCM); 2. Complexo Ibiapaba-Araripe (CIA); 3. Depressão Sertaneja Setentrional (DSS); 4. Planalto da Borborema (PB); 5. Depressão Sertaneja Meridional (DSM); 6. Dunas do São Francisco (DSF); 7. Complexo da Chapada Diamantina (CCD) e; 8. Raso da Catarina (RC), as quais foram adotadas neste trabalho.

Coletas e inventário das espécies de Riccia L.

Analizamos as espécies de *Riccia* presentes nas seguintes coleções: Herbário Alexandre Leal Costa (ALCB), Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS), Herbário Dárdano de Andrade Lima (IPA), Herbário Maria Eneyda P. K. Fidalgo (SP) e Herbário Geraldo Mariz (UFP).

Realizamos ainda dez expedições a campo abrangendo os seguintes estados: **Bahia** (municípios de Boninal, Palmeiras, Santa Bárbara, Iraquara, Morro do Chapéu – situados na ecorregião CCD; Itaguaçu da Bahia e Xique-Xique - DSM); **Ceará** (ESEC Aiuaba, Aiuaba, Tabuleiro do Norte, Quixadá, Baturité e Mauriti – situados na DSS); **Paraíba** (Paulista, Condado, Pombal, Sumé e São José dos Cordeiros – situados na DSS); **Pernambuco** (PARNA do Catimbau – RC -, IPA-Caruaru e Bezerros - PB); e **Rio Grande do Norte** (Apodi - DSS), que contemplaram cinco das oito ecorregiões da Caatinga. No total, foram coletadas 181 amostras e 10 espécies, cuja a distribuição é discutida no primeiro capítulo desta dissertação.

Distribuição regional e conservação das espécies de Riccia L

As espécies de *Riccia* da Caatinga foram categorizadas quanto a sua raridade tendo como base a classificação proposta por Söderström (1989). Para tanto, as localidades consideradas foram as oito ecorregiões (ER) de Veloso et al. (2002), sendo o número de ocorrências das espécies dentro dessas ER utilizado como indicativo de abundância local. Assim, uma espécie foi classificada como *urbana* quando ocorreu em poucas ER ($\leq$ duas ER), mas com muitos registros dentro destas ER ($\geq$ dez ocorrências); *satélite*, aquela que ocorreu em poucas ER ($\leq$ duas ER), e com poucos registros locais ($\leq$ nove ocorrências); *rural*, aquela encontrada em muitas ER ($\geq$ três ER), contudo com poucos registros locais ($\leq$ nove ocorrências); e *core*, aquela que ocorreu em muitas ER ($\geq$ três ER), e apresentaram muitas ocorrências locais ($\geq$ dez ocorrências).

O banco de dados gerado a partir das informações sobre diversidade e distribuição regional dos táxons serviu de base para avaliação de seu *status* de conservação em nível regional de acordo com os critérios da IUCN (Hallingbäck et al., 1998; Hallingbäck e Hodgetts, 2000; IUCN, 2001, 2012). Para cada ecorregião da Caatinga, caracterizamos o número de táxons endêmicos e/ou ameaçados.

Análise dos fatores intrínsecos

Fizemos uma análise exploratória para investigar se características intrínsecas das espécies delimitam os grupos de raridade. Para tanto, foi confeccionada uma matriz de presença e ausência, com 11 caracteres taxonômicos das espécies de *Riccia* retirados da literatura (Jovet-Ast, 1991, 1993; Bischler-Causse et al., 2005) (Tabela S1), com a qual foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) no programa Fitopac 2.1 (Shepherd, 2010). A escolha dos eixos para a visualização dos dados gerados na PCA, foi realizada através do modelo *Broken Stick* que, de acordo com Borcard et al. (2011), é um modelo que apresenta autovalores, provenientes de aleatorizações. Os eixos com variância maior do que aquela gerada pelo modelo *Broken Stick* foram os utilizados para interpretação dos resultados.

Para verificarmos a correlação entre tamanhos do talo e esporo e a amplitude de distribuição das espécies de *Riccia*, selecionamos espécies classificadas como amplamente distribuídas (*core* e *rural*) e restritas (*satélite* e *urbana*) e mensuramos características vegetativas (talo) e reprodutivas (esporos).

Para realização das medições do tamanho do talo, amostramos cinco espécimes de cada espécie; para cada espécime foram selecionados cinco talos, que estavam obrigatoriamente férteis, com esporângios e/ou com gametângios, denotando assim que estavam na fase adulta. As medidas foram realizadas com um paquímetro digital ao longo de todo o comprimento do talo; a largura do talo também foi mensurada e esta sempre era feita tomando-se uma pequena distância da bifurcação principal. Para cada talo que apresentava esporângios, foi mensurado o diâmetro maior de dez esporos em face distal retirados de um esporângio maduro, dos quais foram calculados o tamanho médio. Esta medida foi realizada em microscópio óptico, em objetiva de 10 vezes com auxílio da ocular micrométrica.

Para comparar a variação entre as espécies (amplas vs restritas), realizamos uma Análise de Variância (ANOVA) com um critério, utilizando como teste *post-hoc* Tukey, quando necessário. Para avaliarmos a variação média dos comprimentos e larguras dos talos e esporos, confeccionamos Box plots. Ambas as análises foram realizadas no programa BioEstat 5.1 (Ayres et al., 2007).

Para uma avaliação mais detalhada da relação entre tamanho do corpo e amplitude de distribuição, selecionamos quatro espécies amplamente distribuídas e quatro restritas nas ecorregiões, respectivamente: *R. albopunctata* Jovet-Ast, *R. stenophylla* Spruce, *R. vitalii* Jovet-Ast e *R. wainionis* Steph., todas *cores* e *R. horrida* Jovet-Ast, *R. lindmanii* Steph., *R. subplana* Steph. (*urbanas*) e *R. subdepilata* Jovet-Ast (*satélite*). O principal critério de escolha das espécies foia presença de, no mínimo, cinco espécimes com esporângio e/ou gametângio, e ao menos um espécime de cada espécie com esporângio presente. Muitas

amostras, tanto as coletadas quanto as de herbários, estavam estéreis, o que dificultou a inclusão de mais espécies nas análises. *R. lindmanii* e *R. subplana* apresentaram somente um espécime com esporângio.

Após a aferição das medidas, calculamos a média aritmética ($\bar{X}$), o desvio padrão (σ), o coeficiente de Variação (CV) e o intervalo de confiança a 95% (IC) (Tabela 1) (baseado em Caldeira et al., 2009).

A fim de correlacionar a área de distribuição geográfica das espécies com seus respectivos atributos vegetativos (tamanho do talo) e reprodutivos (tamanho dos esporos) foi utilizado o coeficiente de Correlação de Spearman no programa BioEstat 5.1. (Ayres et al., 2007). A extensão de ocorrência (=distribuição geográfica) dos táxons foi mensurada através da ferramenta Geospatial Conservation Assessment Tool (GeoCAT - <http://geocat.kew.org>), que utiliza o método do mínimo polígono convexo, definido como o menor polígono no qual nenhum ângulo interno deve exceder 180° e no qual contenha todos os sítios de ocorrência (Bachman et al., 2011), para efetuar esse cálculo.

Análise dos fatores extrínsecos

Para compreender a influência do ambiente sobre a distribuição das espécies, realizamos uma PCA no programa Fitopac 2.1 (Shepherd, 2010), sendo, as escolha dos eixos realizada através da análise das variâncias geradas pelo modelo *Broken Stick*, como já explicado acima. Dados de altitude, distância do mar (latitude e longitude), tipo de solo, temperatura média anual, precipitação anual e precipitação no trimestre mais seco para cada localidade compuseram a matriz ambiental (Tabela S2). Todas as variáveis climáticas foram obtidas através do pacote Raster 2.3-0 (Hijmans, 2014) na linguagem de programação R (Crowley 2007), utilizando a base de dados do presente (30 segundos) do World-Clim (Hijmans et al., 2005).

Resultados

Distribuição regional, raridade e status de conservação das espécies de Riccia L

Ao todo, inventariamos 17 espécies de *Riccia* distribuídas nas ecorregiões da Caatinga. Destas, cinco são endêmicas do Brasil (*R. bahiensis* Steph., *R. brasiliensis* Schiffn., *R. enyae* Jovet-Ast, *R. erythrocarpa* Jovet-Ast e *R. subdepilata* Jovet-Ast), sendo *R. bahiensis* e *R. erythrocarpa* endêmicas da Caatinga (Tabela 2). As ecorregiões que abrigaram a maior riqueza de espécies endêmicas foram DSM e PB, cada uma com três espécies.

De acordo com a classificação de raridade, seis espécies foram classificadas como *satélites* (35,3%); quatro como *cores* (23,5%); quatro como *urbanas* (23,5%) e três espécies (17,7%) foram categorizadas como *rurais* (Tabela 2) (para maiores detalhes sobre a amplitude de distribuição, ver Figuras S1, S2, S3 e S4). Já em relação ao *status* de conservação das espécies (Tabela 3), 11 táxons (65%) não se enquadraram em nenhuma categoria de ameaça e, portanto, foram categorizadas como Pouco Preocupantes (LC). Das seis espécies restantes, cinco foram classificadas em alguma categoria de ameaça: três espécies estão Em Perigo (EN): *R. brasiliensis* Schiffn., *R. enyae* Jovet-Ast e *R. erythrocarpa*; duas estão Criticamente em Perigo (CR): *R. bahiensis* e *R. mauryana* Steph.; e *R. sorocarpa* Bisch. foi categorizada em Quase Ameaçada (NT). Os principais quesitos da IUCN que utilizamos foram: a extensão de ocorrência, a área de ocupação, a existência de coleções recentes e a perda e degradação do hábitat.

Fatores Intrínsecos

A porcentagem de variância acumulada nos dois primeiros eixos da PCA realizada com os atributos intrínsecos foi de 62,51% (39,11% para o eixo 1 e 23,4% para o eixo 2), estando acima da esperada pelo modelo *Broken Stick*, que apresentou variância de 31,43% para o primeiro eixo e de 20,32% para o segundo (Figura 1). O primeiro eixo foi mais fortemente correlacionado com a presença de estrias longitudinais espessadas nas células do gametófito (correlação de 0,82), sulco mediano profundo no talo (0,79), esporos grandes (>100µm) (0,76), escamas ultrapassando a margem do lobo (0,72) e parede celular espessa (0,65). Já o segundo eixo esteve correlacionado com a presença de esporos castanhos (0,74), escamas escuras (0,69) e cílios no gametófito (0,58).

A ordenação evidenciou ainda que características relacionadas às escamas (coloração e tamanho – ultrapassam a margem do lobo), células (quanto à espessura das estrias longitudinais), gametófitos (sulco mediano profundo) e esporos >100µm são os atributos que melhor definem as espécies amplamente distribuídas (*core*), com exceção de *R. stenophylla* (Figura 1). Já características como escamas não atingindo a margem do lobo e escamas hialinas estão mais relacionadas às espécies classificadas como *rurais*. Embora essas tendências tenham sido constatadas, o diagrama obtido nos mostra que, em geral, os atributos intrínsecos selecionados não explicaram os grupos de raridade de forma coesa.

O valor da ANOVA foi significativo para os três atributos, ou seja, há variação entre as medidas de comprimento e largura do talo e largura dos esporos nos dois grupos (amplamente distribuídas e restritas) estudados (Figuras 2, 3 e 4). Entretanto, algumas

espécies de grupos distintos não apresentaram diferença significativa, como foi o caso entre *R. stenophylla* e *R. subdepilata* e entre *R. wainionis* e *R. lindmanii* em relação ao comprimento do talo (Figura 2). Já *R. albopunctata*, não apresentou diferença significativa com *R. subplana* em relação a largura do talo (Figura 3). Houve ainda táxons que apresentaram diferença significativa com espécies do mesmo grupo; podemos citar como exemplo *R. albopunctata* e *R. wainionis*, que apresentaram diferença significativa em relação ao tamanho dos esporos (Figura 4). *R. stenophylla*, em relação às larguras do talo e esporo, diferiu de todas as outras espécies (Figuras 3 e 4). Devido a estas características discrepantes, retiramos *R. stenophylla* das análises de correlação.

As correlações lineares de Spearman (ρ) foram significativas para as três variáveis, indicando que quanto maior a amplitude de distribuição, maior será o comprimento do corpo vegetativo das espécies analisadas ($\rho = 0.78$, $p = < 0.0001$ - Figura 5), bem como maiores serão a largura do talo ($\rho = 0.79$, $p = < 0.0001$ - Figura 6) e diâmetro dos esporos ($\rho = 0.76$, $p = < 0.0001$ - Figura 7).

Fatores Extrínsecos

As variáveis abióticas utilizadas para a realização da PCA não delimitaram a distribuição das espécies de *Riccia* (Figura 8), ou seja, as variáveis selecionadas não representam o nicho grinneliano das espécies. O primeiro eixo explicou 39.90% da variação, ao passo que o segundo explicou 24.02%, perfazendo um total de 67.35%, estando, dessa forma, acima do esperado pelo modelo *Broken Stick* (51.75%).

Discussão

Raridade em Riccia

De acordo com nossos resultados, mais da metade (59%) das espécies de *Riccia* ocorrentes na Caatinga são raras e destas, cinco estão classificadas em alguma categoria de ameaça. De acordo com Pennington et al. (2000; 2005), é comum em Florestas Tropicais Secas, como a Caatinga, a presença de um grande número de espécies raras ou endêmicas ao passo que as espécies amplamente distribuídas são poucas, contudo apresentam elevada abundância e dominância. Uma característica importante em *Riccia* que possivelmente influencia seu elevado grau de raridade é o fato do gênero apresentar cápsula cleistocárpica, *i.e.*, sua cápsula (esporângio) é indeiscente e sem mecanismos para regular a abertura (Luizi-Ponzo et al., 2006). Para a liberação dos esporos, ocorre a desintegração da parede da cápsula, após a maturação dos mesmos (Bischler-Causse et al., 2005). Além disso, as espécies ocorrem

predominantemente em substratos rasteiros, como solo (terrícola) e/ou rocha (saxícola) (Jovet-Ast, 1991, 1993; Bischler-Cause et al., 2005), dificultando ainda mais a dispersão de seus esporos, que é realizada pelo vento.

Outro ponto importante é o tamanho dos esporos de *Riccia*, que são relativamente grandes quando comparados com outros gêneros de briófitas (variam entre 40 e 200 μm - Bischler-Causse et al., 2005). Em geral, poucos esporos de briófitas ultrapassam os 30 μm (Crum, 2001; Maciel-Silva et al., 2014). Glime (2007), analisando os dados de Schuster (1966), sugere que existe uma tendência dos esporos das hepáticas talosas serem maiores do que aqueles das hepáticas folhosas. Ou seja, possivelmente existe uma tendência evolutiva de diminuição do tamanho dos esporos ao longo do filo Marchantiophyta.

During (1992) argumenta que há uma demanda conflitante (*trade-off*) entre tamanho dos esporos e dispersão: enquanto esporos diminutos apresentam risco de morrerem ainda jovens, espécies com esporos grandes certamente terão uma redução em seu potencial de dispersão. Neste caso, a demanda conflitante da espécie é expandir sua distribuição para novas áreas vs. ficar restrito a um mesmo local (Glime e Bisang, 2014).

Suscetíveis às atuações da seleção natural e de condições ambientais, atributos reprodutivos apresentam forte relação com raridade em briófitas (Laaka-Lindberg, 2000; Söderström e During, 2005; Longton, 2006), principalmente no que se refere aos sistemas sexuais. Longton (2006) observou que, para musgos, os esporos (reprodução sexuada) são de vital importância para o estabelecimento de novas populações, ao passo que a reprodução assexuada é importante para a expansão e manutenção das populações. Por ser *Riccia* um gênero taloso que apresenta os gametângios imersos no talo, afirmar o sistema sexual dos táxons com exatidão é difícil, sendo a literatura imprecisa quanto à real sexualidade de algumas espécies. Nas revisões taxonômicas do gênero (Jovet-Ast, 1991; Bischler-Causse et al., 2005), *Riccia vitalii*, *R. erythrocarpa*, *R. mauryana*, *R. horrida* e *R. plano-biconvexa*, por exemplo, são classificadas como dioicas (?).

Entre os quatro grupos de raridade estudados, o sistema reprodutivo é bastante variado. De acordo com a literatura, somente *R. erythrocarpa* e *R. mauryana* são dioicas entre as *satélites*; entre as *core*, somente *R. vitalii*. Entre *rurais* e *urbanas*, apenas *R. plano-biconvexa* e *R. horrida*, respectivamente. Ou seja, dentro dos quatro grupos há ao menos uma espécie dióica. Contudo, como há incertezas na literatura quanto ao sistema sexual de *Riccia*, não podemos atestar que não há relação entre seu tipo de reprodução e seu padrão de raridade.

Quanto à presença de estruturas reprodutivas assexuadas, elas são relativamente raras em *Riccia*, embora em espécies como *R. vitalii* e *R. ridleyi* A. Gepp túberes sejam frequentes

(Jovet-Ast, 1991). Segundo Jovet-Ast (1991), os túberes são, de fato, estruturas de reprodução assexuada, pois foram observados em plantas-mãe estéreis ou em lobos com anterídios ou arquegônios abortados. Em amostras coletadas recentemente, tanto de *R. vitalii* quanto de *R. ridleyi*, observamos a presença de túberes. Em relação à amplitude de distribuição desses táxons, *R. vitalii* é uma espécie *core*, bem distribuída ao longo da área de estudo, ocorrendo ainda amplamente ao longo dos estados brasileiros (Amazonas, todos os estados da região nordeste, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina) e em outros países da região Neotropical, como Costa Rica e Paraguai. *R. ridleyi*, não incluída neste trabalho por não ocorrer dentro dos limites das ecorregiões da Caatinga, é a única espécie de *Riccia* presente na Lista Vermelha de espécies ameaçadas do Brasil, na qual apresenta o *status* CR (Criticamente em Perigo) (Costa et al., 2013). Apresenta distribuição disjunta entre Venezuela, Peru e Brasil, ocorrendo neste último na Ilha de Fernando de Noronha (Pernambuco), onde foram observadas sete populações, das quais todas apresentavam túberes e três, esporângios (Santos et al, in prep.). Além destas duas espécies já relatadas na literatura, neste trabalho observamos também a presença de túberes em *R. wainionis*, que, assim como *R. vitalii*, é amplamente distribuída nas ecorregiões da Caatinga. *R. wainionis* apresenta padrão fitogeográfico neotropical ocorrendo em várias regiões e domínios fitogeográficos do Brasil. Ou seja, as espécies de *Riccia* da Caatinga que possuem reprodução assexuada apresentam elevada abundância local, contudo não apresentam distribuição geográfica restrita. Como já mencionado, estruturas reprodutivas servem, principalmente, para manutenção da população local (Laaka-Lindberg, 2000). No caso de *R. ridleyi*, isso é bem evidente, visto que, apesar de pequena amplitude de distribuição, apresenta muitas populações locais, sendo estas ainda relativamente grandes (Santos et al., in prep.). Já para as outras duas espécies, essa afirmação não é verdadeira.

Schuster (1992) afirma que existem algumas estratégias adotadas pelas espécies de *Riccia* para sobreviverem à seca, e uma delas é deixando túberes apicais. Em Jovet-Ast (1991) encontramos seis modos diferentes de reprodução vegetativa em *Riccia*, apresentando *R. vitalii* duas formas diferentes, a saber: bulbos de regeneração, ocorrentes também em *R. ridleyi*, e talos de regeneração, exclusivo de *R. vitalii*. Recomenda-se um estudo mais detalhado destas estruturas reprodutivas, para elucidar possíveis diferenças funcionais entre elas e sua relação com a amplitude de distribuição das espécies.

Raridade vs. Atributos Intrínsecos

O grau de raridade das espécies não é explicado pelos atributos intrínsecos selecionados neste estudo. Entretanto, há uma tendência de agrupamento entre as espécies classificadas como *core* e entre aquelas classificadas como *rurais*.

Como características comuns ao grupo *core*, com exceção de *R. stenophylla*, as espécies *R. albopunctata*, *R. vitalii* e *R. wainionis* (pertencentes ao subgênero *Riccia*), apresentam sulco mediano profundo, presença de estrias longitudinais, sendo estas nas duas últimas espessadas, esporos grandes (maior do que 100 μm), escamas atingindo ou ultrapassando a margem do lobo, sendo estas ainda escuras. *R. stenophylla*, entretanto, agrupo-se com *R. bahiensis*, espécies que pertencem ao subgênero *Ricciella* A. Braun, que compartilham características como a presença de poros e câmaras de ar, escamas hialinas e esporos menores que 100 μm . Ou seja, há indicativos da presença de sinal filogenético nos agrupamentos formados na PCA. Apesar de ser amplamente distribuída, *R. stenophylla* ocorre apenas em microambientes úmidos a extremamente úmidos e sombreados (Reis e Santos manuscrito 1), não tendo sido encontrado nenhum exemplar ocorrendo diretamente sob o sol e em locais secos. Interessante que, se analisarmos as ecorregiões com maior abundância dessa espécie, veremos que são justamente aquelas com maior umidade, como é o caso do PB (16 incidências), que é um anteparo para os ventos úmidos do sudeste, e DSM (14), que apresenta menor incidência de secas, chuvas bem distribuídas e surgimento de rios e lagos temporários frequentemente (Velloso et al., 2002).

Em ambientes áridos, algumas espécies de *Riccia* apresentam mudanças visíveis que servem para aumentar sua resistência à dessecação e ao aquecimento excessivo (Schuster, 1992). Estas mudanças podem ser: no ciclo de vida (os gametófitos passam a ser perenes, apresentando um ciclo de vida longo); nas escamas, que passam a apresentar intensa pigmentação de coloração púrpura, negra ou branca (branca, e não hialina), além de tornarem-se fortemente imbricadas; no mecanismo para involução das margens do talo e; na atividade fotossintética (Schuster, 1992). Schuster (1992) afirma ainda que uma das características taxonômicas marcantes que separam os subgêneros *Ricciella* e *Leptoriccia* do subgênero *Riccia* é o tamanho dos esporos, que nos dois primeiros são bem mais diminutos. O autor informa que esta distinção no tamanho dos esporos entre os subgêneros reflete as diferenças dos ambientes ocupados por cada um. Enquanto que os dois primeiros ocorrem principalmente em locais meso a higrófitos, as plantas do subgênero *Riccia* são, geralmente, restritas a locais mais áridos, onde esporos de tamanho maior, que armazenam uma quantidade mais elevada de material de reserva, são uma característica “claramente

adaptativa”. Cabe destacar que 88% das espécies de *Riccia* da Caatinga pertencem ao subgênero *Riccia*.

Em relação às escamas, sua coloração escura em espécies de ambientes áridos talvez esteseja relacionada à presença do pigmento antocianina. Da família dos flavonóides, este pigmento é o grande responsável pela coloração nos tons laranja, vermelho, roxo e azulado dos órgãos vegetativos (raízes, caules e folhas) e reprodutivos (flores e frutos) das Angiospermas (Stintzing e Carle, 2004), e é encontrado ainda em tecidos de plantas de todo o reino vegetal (Chalker-Scott, 1999). A importância deste pigmento é bem estudada em Angiospermas, principalmente no que se refere à polinização e a indução na sua via de produção quando as plantas estão sujeitas a estresse hídrico e luminoso (Alexieva et al., 2001). Acreditava-se que o estímulo na produção deste pigmento acontecia porque o mesmo serviria como protetor para as plantas, absorvendo os raios UVB, o que de fato não acontece, visto que em alguns experimentos notaram-se que, embora a situação estressante favorecesse a produção de antocianina, esta não protegia as folhas, por exemplo, das injúrias causadas pelos raios UVB (Chalker-Scott, 1999). Estudos mais recentes tem mostrado que a antocianina não absorve os comprimentos de raio UVB; em verdade, ela é, em sua maioria, glicolisada por ele. O que acontece de fato é que este pigmento mascara as organelas que contém clorofila, protegendo, desta forma, os cloroplastos contra intensidade elevada de luz, evitando a fotoinibição e protegendo, desta forma, a planta contra estresse oxidativo destrutivo produzido por raios UVB (Neill et al., 2002; Pietrini et al., 2002).

Não há nenhum relato na literatura sobre a importância dos atributos profundidade do sulco mediano e espessamento das estrias longitudinais em espécies de *Riccia*. Entretanto, acreditamos que os dois representem mecanismos de adaptação à seca. A presença de um sulco mediano profundo talvez auxilie na canalização de água e na manutenção da umidade do talo por mais tempo, ao passo que a presença de estrias longitudinais espessadas, devido a sua posição nas células do tecido dorsal do talo, seja uma característica que auxilie as plantas no mecanismo de involução (abertura e fechamento) do talo durante a estação seca.

As espécies classificadas como *rurais* (*R. subdepilata*, *R. sorocarpa* e *R. plano-biconvexa*) apresentaram como características em comum principalmente as escamas de coloração hialina, não atingindo a margem do lobo e esporos pequenos, contrastando com as características já mencionadas para as espécies *core*.

Tamanho do talo e esporos vs. amplitude de distribuição

A amplitude de distribuição está correlacionada positivamente com os tamanhos do gametófito e esporos e tivemos, portanto, a primeira hipótese refutada e a segunda corroborada.

Esperávamos que houvesse uma correlação negativa entre tamanho dos esporos e amplitude de distribuição, visto que esporos pequenos são dispersos mais facilmente a longas distâncias do que os maiores, enquanto que diásporos maiores tem sua dispersão reduzida, tendendo a apresentarem maior sucesso no estabelecimento em escala local (Söderström e Herben, 1997; Söderström e During, 2005). Entretanto, em escala regional, as espécies de *Riccia* estudadas apresentaram um padrão oposto, onde as espécies com maiores esporos apresentaram uma ampla distribuição ao longo das ecorregiões. Da mesma forma, Sundberg (2005), em um estudo experimental, constatou que esporos de espécies de *Sphagnum* L., que são esporos grandes (26-37 μ m), em comparação com outras espécies de Bryophyta, tem capacidade de serem dispersos facilmente a longas distâncias.

De acordo com Virtanen (2014), a distribuição das espécies de briófitas é relacionada à variação nos atributos de história de vida, e um exemplo é a demanda conflitante entre o investimento em esporos e o aumento da expectativa de vida em ambientes com um período longo de estresse (Bischler-Causse et al., 2005). Nestes ambientes, como a Caatinga, a expectativa de vida dos organismos é reduzida, ao passo que a produção inicial de esporos é aumentada. Em *Riccia*, estes esporos geralmente são grandes e poucos por esporângio, e possuem uma quantidade elevada de reservas, propiciando uma rápida germinação e desenvolvimento do gametófito (Bischler-Causse et al., 2005). Esporos grandes, com elevado armazenamento de nutrientes, são adaptações de espécies de ambientes áridos (Schuster, 1992), evidenciando que para tais regiões, o fator mais importante talvez não seja a dispersão, mas sim o sucesso no estabelecimento.

Trabalhando com padrão de distribuição de briófitas em níveis local, regional e global, Virtanen (2014) encontrou este mesmo resultado a nível regional (correlação positiva entre distribuição e tamanho do esporo). Isto sugere que mesmo espécies com dispersão potencialmente limitada (diásporos grandes) podem ser abundantes localmente e generalistas com relação ao hábitat, alcançando uma ampla distribuição em regiões onde não existam barreiras para a dispersão, como é o caso das ecorregiões da Caatinga. O padrão encontrado corrobora a tese da macroecologia que afirma haver uma relação positiva entre a abundância local das espécies e sua amplitude de distribuição (Brown, 1984; Maurer, 1990; Gaston, 1996; Guo et al., 2000), visto que a maior parte das espécies *core* (que apresentam ampla distribuição e elevada abundância local) apresentaram também os maiores esporos.

Em relação ao tamanho do talo, encontramos correlação positiva com amplitude de distribuição, corroborando com nossa hipótese macroecológica e os resultados de Virtanen (2014) para a escala regional. De acordo com a teoria macroecológica, o tamanho corporal dos organismos está correlacionado a fatores morfo-ecológicos (*e.g.* utilização e partição de recursos) e fisiológicos (*e.g.*, necessidades energéticas do organismo), o que produz um efeito direto na amplitude do nicho da espécie (Brown e Maurer, 1989; Brown, 1995; Smith e Lyons, 2011). No caso específico das briófitas, Virtanen (2014) afirma que há uma tendência de que espécies grandes sejam mais fortes competitivamente, estando menos expostas a eventos de extinção local. O que é plausível de se imaginar para *Riccia*, um gênero taloso, onde as maiores espécies apresentam hábito gregário. Assim, a competição, por luz ou espaço, pode eliminar parte da colônia, mas dificilmente toda a população, o que não acontece para as espécies que formam roseta, que são geralmente menores e, conseqüentemente, mais raras.

Fatores extrínsecos

Contrariando a hipótese prevista, as variáveis ambientais selecionadas não delimitaram o nicho fundamental grinnelliano das espécies de *Riccia* na Caatinga. Isso pode ter acontecido por três fatores principais: (1) As espécies de *Riccia* não apresentam distribuição determinística no semiárido nordestino, mas sim estocástica, o que pode estar fundamentado na hipótese de equivalência funcional. A Teoria Neutra da Biodiversidade e Biogeografia, proposta por Hubbell (2001), propõe que os padrões de distribuição das espécies são auto-semelhantes sob altas taxas de dispersão, onde a frequência das espécies difere devido a diferentes taxas de colonização e extinção, e os indivíduos são funcionalmente equivalentes. (2) A escolha das variáveis ambientais: de acordo com Bischler-Causse et al. (2005), as principais características ambientais que determinam o estabelecimento e a distribuição geográfica de *Riccia* são a microtopologia, o microclima e as condições edáficas. Por razões de desenho amostral, neste trabalho não mensuramos nenhuma destas variáveis. Futuros estudos devem incorporar não apenas a avaliação qualitativa do ambiente, mas também a quantitativa, como medições de pH do substrato; umidade; tipo de solo, bem como sua granulometria, capacidade de retenção hídrica e presença de minerais; e a intensidade luminosa a qual a planta está exposta localmente. (3) Problema com os dados: Chapman *et al.* (2005) aponta para alguns problemas que estamos sujeitos ao utilizar bancos de dados online; entre eles, está o erro ou imprecisões associados ao georreferenciamento dos dados. Como o trabalho é em escala regional, uma pequena variação no valor das coordenadas poderiam levar uma espécie que cairia em uma ecorregião “x” cair na “y”.

Implicações para a Conservação

Entre as hepáticas do Brasil, *Riccia* é o quinto gênero de hepáticas do Brasil em termos de diversidade (36 espécies) e o segundo em relação ao número de espécies endêmicas (11) (Costa e Luizi-Ponzo, 2010; Costa, 2016; Ayub et al., 2014; Reis e Santos manuscrito I). Se levarmos em consideração todas as briófitas do Brasil, o gênero só perderia em endemismo para *Sphagnum*, que apresenta 65 espécies endêmicas e *Cheilolejeunea* (Costa, 2016). É ainda o único gênero com espécies endêmicas da Caatinga (*R. bahiensis* e *R. erythrocarpa*) e, além deste domínio, apresenta endemismo também para a Mata Atlântica (*R. grandis* Ness, *R. jovet-astiae* Vianna e *R. taeniaeformis* Jovet-Ast) e Pantanal (*R. sanguineisporis* Jovet-Ast).

As duas espécies endêmicas da Caatinga foram categorizadas em nível de ameaçadas, sendo uma classificada como EN (*R. erythrocarpa*) e a outra como CR (*R. bahiensis*). *R. erythrocarpa* foi coletada a primeira vez em 1978 no município de Urandi – Bahia, situado na ecorregião Depressão Sertaneja Meridional. As coletas posteriores, realizadas em um único dia de expedição no município de Contendas do Sincorá – Bahia, também foram nesta ecorregião. A espécie ocorre sobre o solo, apresentando partes gregárias, em ambiente ombrófilo, nas proximidades de curso d'água (Bischler-Causse et al., 2005). Já *R. bahiensis* foi coletada por Martius no município baiano Juazeiro, também localizado na Depressão Sertaneja Meridional, há mais de cem anos atrás, e é conhecida somente pelo material tipo. Encontrada em solo ácido, formando partes gregárias, apresenta certa semelhança com *R. cavernosa* Hoffm., motivo pelo qual foi considerada um sinônimo desta por Schuster (1992). Entretanto, Bischler-Causse et al. (2005) afirmam que há diferenças consideráveis, tanto no gametófito quanto no esporo, que as fazem crer se tratar, de fato, de uma outra espécie.

Das endêmicas do Brasil, *R. brasiliensis* e *R. enyae* foram categorizadas como EN. Ambas as espécies ocorrem predominantemente na Mata Atlântica, ocorrendo ainda *R. enyae* no Pampa. Foram coletadas uma única vez na Caatinga na ecorregião do Planalto da Borborema, nos municípios de Agrestina-Pernambuco (*R. brasiliensis*) e Queimadas-Paraíba (*R. enyae*) há mais de 20 anos. Ambas formam rosetas ou partes gregárias, possuem cílios no talo e ocorrem, predominantemente, em locais próximos ao nível do mar (Bischler-Causse et al., 2005). Classificada como CR, *R. mauryana* Steph., que apresenta distribuição Neotropical, foi coletada apenas uma única vez no Brasil, em 1978, também na Depressão Sertaneja Meridional (município de Belém de São Francisco, Pernambuco). Pertence ao grupo de *R. vitalii*, *R. wainionis*, *R. ridleyi* A. Gepp e *R. ekmanii* S. W. Arnell (todas apresentam parece celular e estrias longitudinais espessadas), sendo as duas primeiras amplamente

distribuídas na Caatinga. É encontrada ocorrendo sobre solo ou em solo sobre a rocha, em locais úmidos ou sombras localizadas na base de árvores e arbustos de florestas abertas, em altitudes baixas (80m) a elevadas (2800m) (Bischler-Causse et al., 2005).

Com aproximadamente 30% de sua área alterada devido à ação antrópica, a Caatinga possui apenas 36 Unidades de Conservação, que abrangem apenas 7,1% de sua superfície total (Capobianco, 2002; Araújo et al., 2005). Entre as ecorregiões, a Depressão Sertaneja Setentrional, a Depressão Sertaneja Meridional e o Planalto da Borborema constituem as áreas com maior grau de ameaça quanto ao estado de conservação (Velloso et al., 2002). Para o Planalto da Borborema, área de ocorrência das espécies ameaçadas *R. enyae* e *R. brasiliensis*, Velloso et al. (2002) estimam que a ecorregião possui mais de 90% de sua área degradada, restando apenas pequenas ilhas esparsas de vegetação nativa. É uma área assolada por minifúndios e atividades extrativistas, sofrendo ainda intensa degradação devido à agricultura e pecuária. Dentre os grupos de áreas prioritárias para a conservação da Caatinga, o município de Agrestina foi incluso na “Caatinga Setentrional”, que agregam áreas com elevada biodiversidade vegetal, suscetíveis à desertificação, e que sofrem com desmatamentos e poluição de recursos hídricos por efluentes industriais (Bezerra de Sá et al., 2004). Já o município de Queimadas apresenta, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008), ca. 85% de área antropizada.

A Depressão Sertaneja Meridional apresenta um estado de conservação bem variado ao longo de sua extensão: as áreas mais degradadas concentram-se ao longo das depressões e nas regiões a leste e oeste da Chapada Diamantina, que sofrem intensa alteração antrópica principalmente devido à pecuária, agricultura de irrigação (ao longo do Rio São Francisco) e produção de carvão (Velloso et al., 2002). O município de Juazeiro, também considerado uma área prioritária para conservação por Bezerra de Sá et al. (2004), foi incluso no grupo “Margens do Rio São Francisco”. Este grupo sofre com forte pressão antrópica no presente, principalmente devido à ampliação dos campos de cultivo que se utilizam da prática de agricultura irrigada e sente, ainda hoje, as consequências de explorações madeireiras passadas, que aconteciam principalmente às margens do rio, culminando no desbarrancamento e, conseqüentemente, no processo de assoreamento do Rio São Francisco (Bezerra de Sá et al., 2004). O município de Belém de São Francisco, que também pertence ao grupo “Margens do Rio São Francisco”, ainda é incluso no “Núcleo de Desertificação”. Este grupo, que além de Belém de São Francisco abrange os municípios de Cabrobó e Orocó (ambos em Pernambuco), apresenta áreas em avançado processo de

desertificação devido, principalmente, à exploração de suas terras para uso intensivo em práticas agropecuárias.

Caso não sejam tomadas medidas urgentes para a conservação destas áreas, possivelmente há grande probabilidade de, nos próximos anos, as espécies ameaçadas de *Riccia* e, até mesmo outros táxons hoje classificados como LC, aumentarem seu grau de ameaça, podendo chegar até mesmo à extinção regional.

Além de todos estes problemas causados por fatores locais, a Caatinga integra junto à Amazônia, o grupo de domínios brasileiros que mais sofrerão as causas das mudanças climáticas, pois nestas áreas é previsto que o aquecimento da temperatura atmosférica e a diminuição nos padrões regionais de chuva serão maiores do que a variação média global (Martinelli et al., 2015). Para a Caatinga, a previsão é de que ocorra um aumento na temperatura entre 1,5° e 2,5°C e diminuição de 25% a 35% nos padrões de chuva no período de 2041-2070. Para o final do século (2071-2100), as projeções indicam condições expressivamente mais quentes (aumento de temperatura entre 3,5° e 4,5°C) e agravamento do déficit hídrico regional com diminuição de praticamente metade (40 a 50%) da distribuição de chuva (Martinelli et al., 2015). Esse cenário é extremamente preocupante, fazendo-se necessária a elaboração de estratégias para aumentar capacidade de recuperação dos ecossistemas desse domínio fitogeográfico. Para isso, seria imprescindível aumentar a eficiência no uso da água, a produtividade primária e os estoques de carbono e nutrientes no solo através da regeneração da vegetação nativa e, adicionalmente, implantar sistemas de uso do solo baseados em espécies perenes (Martinelli et al., 2015). Nesse sentido, as espécies de *Riccia*, que fazem parte do grupo funcional denominado “*soil crusts*” (West, 1990), podem contribuir na manutenção da estrutura e umidade do solo e na ciclagem de nutrientes, como nitrogênio e carbono, fornecendo importantes serviços ecossistêmicos para o aumento da resiliência da Caatinga.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida a primeira autora; ao Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD-Catimbau) e Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio Semi-árido) pelo auxílio financeiro para as viagens a campo; ao Dr. Denilson Peralta pela ajuda na identificação de táxons desconhecidos e/ou duvidosos e às companheiras de laboratório Wanessa Vieira e Luciana Reis, pela grande ajuda oferecida na medição dos tamanhos dos esporos e gametófitos.

Referências

- Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S. & Karanov, E. 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant, Cell and Environment* 24:1337–1344.
- Andrade-Lima, D. 1981. The Caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4:149-163.
- Araújo, F.S., Rodal, M.J.N., Barbosa, M.R.V. & Martins, F.R. 2005. Repartição da flora lenhosa no domínio da Caatinga In: *Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga* (F.S. Araújo, M.J.N. Rodal & M.R.V. Barbosa, eds.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 445.
- Ayres, M. 2007. BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Belém, pp. 364.
- Ayub, D.M., Costa, D.P. DA & Santos, R.P. DOS (2014) Additions to the Ricciaceae flora of Rio Grande do Sul, including two remarkable records for the Brazilian liverwort flora. *Phytotaxa* 161 (4): 294–300.
- Bachman, S., Moat, J., Hill, A.W., Torre, J., Scott, B. 2011. Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. *ZooKeys* 150: 117–126. doi: 10.3897/zookeys.150.2109
- Bezerra de Sá, I., Filho, A.A.S., Pinto, C.A.M., Fotius, G.A., Riché, G.R., Silva, H.P., Correia, R.C., Souza, R.A. 2004. Fatores abióticos: áreas e ações prioritárias para a conservação da Caatinga. In: Silva, J.M.C., Tabarelli, M., Fonseca, M.T. & Lins, L.V. Biodiversidade da Caatinga: ações prioritárias para a conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 37-44.
- BirdLife International. Threatened birds of the world. Cambridge, UK: BirdLife International, 2000

- Bischler-Causse, H., Gradstein, S.R., Jovet-Ast, S., Long, D.G. & Salazar-Allen, N. (2005) The Marchantiidae. *Flora Neotropica Monograph 97*. The New York Botanical Garden Press. Bronx, NY. USA.
- Borcard, D., Gillet, F. & Legendre, P. (2011) *Numerical Ecology With R*. Springer . New York
- Brown, J.H. (1984) On the relationship between abundance and distribution of species. *American Naturalist* 124: 255-279.
- Brown, J.H. & Maurer, B.A. 1989. Macroecology: the division of food and space among species on continents. *Science* 243: 1145-1150
- Brown, J.H. 1995. *Macroecology*. Chicago: University of Chicago Press. pp. 269
- Cabrera, A.L. & Willink, A. 1980. *Biogeografia de America Latina*. 2 ed. Washington: OEA.
- Caldeira, I.C., Esteves, V.G.L., Luizi-Ponzo, A.P. 2009. Morfologia dos esporos de Sematophyllaceae Broth. ocorrentes em três fragmentos de Mata Atlântica, no Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 299-306.
- Capobianco, J.P.R., Oliveira, J.A.P. (Orgs.) 2002. *Meio ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós-Rio-92*. Estação Liberdade/Instituto Socioambiental/Fundação Getúlio Vargas, São Paulo. p. 117-155.
- Carine, M.A. & Schaefer, H. (2010) The Azores diversity enigma: why are there so few Azorean endemic flowering plants and why are they so widespread? *Journal of Biogeography* 37: 77–89.
- Chave, J. 2008. Spatial variation in tree species composition across tropical forests: pattern and process. In: Stefan Schnitzer & Walter Carson (eds.). *Tropical Forest Community Ecology*. Blackwell. pp. 11-30.

- Costa, D.P. 2014. Ricciaceae In: *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB97921>>. Acesso em: 28 Jan. 2015
- Costa, D.P. & Luiz-Ponzo, A.P. 2010. As briófitas do Brasil. In: Forzza *et al.* (Orgs.). *Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil*. vol.1. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. pp. 61-68.
- Costa, D.P., Judice, D.M., Fernandez, E.P., Barros, F.S.M. & Messina, T. 2013. Ricciaceae In (Martinelli, G, Moraes & M.A.) 2013. Livro vermelho da flora do Brasil. 1. ed. Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, pp. 1100.
- Chalker-Scott, L. 1999. Environmental Significance of Anthocyanins in Plant Stress Responses. *Photochemistry and Photobiology* 70(1): 1-9
- Chapman, A. D., M. E. S. Munoz, and I. Koch. 2005. Environmental information: placing biodiversity phenomena in an ecological and environmental context. *Biodiversity Informatics* 2:24-41.
- Crowley, M.J. 2007. *The R Book*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.
- Crum, H. 2001. *Structural Diversity of Bryophytes*. University of Michigan Herbarium, Ann Arbor, pp. 379.
- Diniz-Filho, J.A.F. & Rangel, T.F.L.V.B. 2004. Macroecologia e ecologia geográfica. In: *Ecologia teórica: desafios para o aperfeiçoamento da ecologia no Brasil* (A.S. Coelho, R.D. Loyola & M.B.G. Souza, eds.). O Lutador, Belo Horizonte. pp. 122.
- During, H.J. (1992) Ecological classifications of bryophytes and lichens. In: J.W. Bates and A.M. Farmer (eds.) *Bryophytes and lichens in a changing environment*, pp. 1–31. Clarendon Press, London.

- Frahm, J.P. Climatic habitat differences of epiphytic lichens and bryophytes. *Cryptogamie Bryology* 24:3-14. 2003.
- Gaston, K.J. (1996) The multiple forms of the interspecific abundance-distribution relationship. *Oikos* 76: 211- 220.
- Gaston, K.J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature* 405: 220-227.
- Gaston, K.J. & T.M. Blackburn. 1996a. Global scale macroecology: interactions between population size, geographic range size and body size in the Anseriformes. *Journal of Animal Ecology* 65: 701-714.
- Gaston, K.J. & T.M. Blackburn. 1996b. Range size-body relationships: evidence of scale dependence. *Oikos* 75: 479-485.
- Gaston, K. J., & Blackburn, T. M. 2000. *Pattern and process in macroecology*. Oxford: Blackwell Science.
- Glime, Janice M. 2007 *Bryophyte Ecology*. Volume 1. Physiological Ecology. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Disponível em: <<http://www.bryoecol.mtu.edu/>> acessado em 02/02/2015.
- Glime, J. M. and Bisang, I. 2014. Sexuality: Reproductive Barriers and Tradeoffs. Chapt. 3-4. In: Glime, J. M. *Bryophyte Ecology*. 3-4-1 Volume 1. Physiological Ecology. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Disponível em: <www.bryoecol.mtu.edu> acessado em 15/5/2014.
- 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: 1-577.
- Guo, Q.; Brown J.H.; Valone, T.J. & Kachman, S.D. 2000. Constraints of Seed Size on Plant Distribution and Abundance. *Ecology* 81: (8) 2149-2155

- Hallingbäck, T., Hodgetts, N., Raeymaekers, G., Schumacker, R., Sérgio, C., Söderström, L., Stewart, N. & Vána, J. 1998. Guidelines for application of the revised IUCN threat categories to bryophytes. *Lindbergia* 23: 6-12.
- Hallingbäck, T. & Hodgetts, N. (compilers) 2000. *Mosses, Liverworts, and Hornworts. Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes*. IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 106pp.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Hijmans, R.J., 2014. raster: Geographic data analysis and modeling. Version 2.3-0. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/raster/>>.
- Hubbell, S.P. (2001) *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Hutchinson, G.E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp.* 22: 415–427.
- Hutchinson, G.E. 1959. Homage to Santa Rosalia or Why Are There So Many Kinds of Animals? *The American Naturalist* 93: 145-159.
- IUCN. 2001. *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ii + pp. 30.
- IUCN. 2012. *Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: Version 4.0*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ii + pp26.
- Jovet-Ast. 1991. Riccia (Hépatiques, Marchantiales) d'Amérique Latine Taxons du Sous-Genre *Riccia*. Cryptogamie, Bryol. *Lichénol.* 12(3): 189-370.

- Jovet-Ast, S. (1993) Riccia (Hépatiques, Marchantiales) d'Amérique Latine. Taxon des sous-genres *Thallocarpus*, *Leptoriccia*, *Ricciella*. *Cryptogamie, Bryologie Lichénologie* 14(3): 219–301.
- Laaka-Lindberg, S. 1999. Asexual reproduction in a population of *Lophozia cilvicola* Buch in a central Norway. *Plant Ecology* 141: 137-144.
- Laaka-Lindberg, S.; Hedderson, T.A.; Longton, R.E. 2000. Rarity and reproductive characters in the British hepatic flora. *Lindbergia* 25: 78-84.
- Longton, R.E. 2006. Reproductive ecology of bryophytes: what does it tell us about the significance of sexual reproduction? *Lindbergia* 31: 16–23.
- Luizi-Ponzo, A.P. , Bastos, C.J. P, Costa, D.P., Pôrto, K.C., Camara, P.E., Lisboa, R.C.L., Vilasboas-Bastos, S. (Orgs.) 2006. Glossarium Polyglotum Bryologiae: Versão Brasileira do Glossário Briológico. 1. ed. Juiz de Fora: Editora da Universidade Federal de Juiz de Fora, 1 pp.114
- Maciel-Silva, A.S., Silva, F.C.L., Válio, I.F.M. 2014. All green, but equal? Morphological traits and ecological implications on spores of three species of mosses in the Brazilian Atlantic forest. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86: 1249-1262.
- Martinelli, L.A., Ometto, J.P.H.B, Nardoto, G.B. Rocha, H., Villela, D.M., Mattos, E.A. - UFRJ. 2015. Ambrizzi, T., Araujo, M. (eds.). Ciclos Biogeoquímicos e Mudanças Climáticas. In: Base científica das mudanças climáticas. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 464 pp
- Maurer, B.A. (1990) The relationship between distribution and abundance in a patchy environment. *Oikos* 58: 181-189.
- MacArthur, R.H.; Wilson, E.O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

- McArthur, R.H. 1972. Geophycal ecology: patterns in the distribution of species. Harper & Row, New York.
- Moro, M.F., Lughadha, E.N., Filer, D.L., Araújo, F.S.DE & Martins, F.R. (2014) A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. *Phytotaxa* 160 (1): 001–118. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.160.1.1>>.
- Neill, S. O., Gould, K. S., Kilmartin, P. A., Mitchell, K. A., & Markham, K. R. 2002. Antioxidant activities of red versus green leaves in *Elatostema rugosum*. *Plant, Cell and Environment* 25: 539–547.
- Pennington, R.T., Lewis, G.P & Ratter, J.A. (2005) An Overview of the Plant Diversity, Biogeography and Conservation of Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests Pp.1-29. In: *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography, and Conservation*. (R.T. Pennington, G.P. Lewis & J.A. Ratter, eds.). CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 459.
- Pennington, R.T., Prado, D.E. & Pendry, C.A. (2000) Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27: 261–273. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x>>.
- Pietrini, F., Iannelli, M. A., & Massacci, A. (2002). Anthocyanin accumulation in the illuminated surface of maize leaves enhances protection from photo-inhibitory risks at low temperature, without further limitation to photosynthesis. *Plant, Cell and Environment* 25: 1251–1259.
- Prado, D.E. (2003) As caatingas da América do Sul. In: *Ecologia e Conservação da Caatinga* (I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva, eds.). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, pp. 3–74.
- Sanders N. J. & Rahbek C. (2012) The patterns and causes of elevational diversity gradients. *Ecography* 35: 1–3.

- Schuster, R. M. 1966. The Hepaticae and Anthocerotae of North America. Vol. I. Columbia University Press, New York.
- Schuster, R.M. 1992. *The Hepaticae and Anthocerotae of North America*. Vol. VI. Field Museum of Natural History, Chicago. pp: 408-710.
- Shepherd, G.J. (2011) FITOPAC 2.1. Departamento de Botânica/UNICAMP.
- Smith, F.A. & Lyons, S.K. 2011. How big should a mammal be? A macroecological look at mammalian body size over space and time. *Phil. Trans. R. Soc. B* 366 2364–2378.
- Söderström L. 1989. Regional distribution among bryophyte species on a temporal, patchy substrate. *The Bryologist* 92: 349–355.
- Söderström, L., During, H.J. 2005. Bryophyte rarity viewed from the perspective of life history strategy and metapopulation dynamics. *Journal of Bryology* 27:261-268.
- Söderström, L., Herben, T. 1997. Dynamics of bryophyte metapopulations. *Advances in Bryology* 6:205-240.
- Stevens, G.C. 1989. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. *The American Naturalist* 133: 240–256.
- Stevens, G.C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's Latitudinal Rule to altitude. *The American Naturalist* 140: (6) 893-911.
- Stintzing, F.C. & Carle, R. 2004. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition
- Sundberg, S. 2005. Larger capsules enhance short-range spore dispersal in *Sphagnum*, but what happens further away? *Oikos* 108: 115–124.
- ter Steege, H. 2010. How neutral is Ecology? *Biotropica* 42: 631-633.

- Vanderpoorten, A., Engels, P. 2003. Patterns of bryophyte diversity and rarity at a regional scale. *Biodiversity Conservation* 12:545-556.
- Vellak, K., Vellak, A., Ingerpuu, N. 2007. Reasons for moss rarity: study in three neighbouring countries. *Biological Conservation* 35:360-368.
- Velloso, A.L., Sampaio, E.V.S.B. & Pareyn, F.G.C. (2002) *Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga. Associação Plantas do Nordeste*, Recife, pp. 75.
- Virtanen, R. 2014. Diaspore and shoot size as drivers of local, regional and global bryophyte distributions. *Global Ecology and Biogeography* 23: 610–619.
- Watson R. 2008. Spix's Macaw (*Cyanopsitta spixii*) fact file #FF-1-10-E, AWWP. Disponível em: <<http://www.bluemacaws.org/Spix-fact-file20.11.07.pdf>>. Acessado em: 29/01/2015.
- West, N.E. 1990. Structure and Function of Microphytic Soil Crusts in Wildland Ecosystems of Arid to Semi-arid Region. *Advances in Ecological Research* 20: 180-223.

Tabela 1. Dados morfométricos dos atributos vegetativos (comprimento e largura do talo) e reprodutivos (largura dos esporos) das espécies de *Riccia* L. amplas ⁽¹⁾ e restritas ⁽²⁾ ocorrentes nas ecorregiões da Caatinga. $X_{\min}$ - $X_{\max}$ = menor e maior valor obtido nas medidas; $\bar{X}$ = média aritmética; σ = desvio padrão, CV = coeficiente de variação e IC = intervalo de confiança (95%).

	Espécie	$X_{\min}$ - $X_{\max}$	$\bar{X}$	Σ	CV (%)	IC (0.05)
Comprimento do Talo (mm)	<i>R. albopunctata</i> ¹	6.62 - 12.05	9.39	1.92	0.20	7.70 - 11.07
	<i>R. stenophylla</i> ¹	6.52 - 9.66	8.10	1.44	0.18	6.83 - 9.36
	<i>R. vitalii</i> ¹	8.07 - 13.45	10.17	2.09	0.21	8.33 - 12.01
	<i>R. wainionis</i> ¹	7.22 - 10.59	8.54	1.34	0.16	7.37 - 9.72
	<i>R. horrida</i> ²	4.72 - 6.49	5.34	0.71	0.13	4.71 - 5.94
	<i>R. lindmanii</i> ²	5.36 - 7.17	6.10	0.66	0.11	5.52 - 6.67
	<i>R. subdepilata</i> ²	3.74 - 4.49	4.07	0.28	0.07	3.82 - 4.32
	<i>R. subplana</i> ²	4.10 - 6.62	5.82	1.00	0.17	4.95 - 6.70
Largura do Talo (mm)	<i>R. albopunctata</i> ¹	1.20 - 2.37	1.76	0.47	0.27	1.35 - 2.18
	<i>R. stenophylla</i> ¹	0.29 - 0.75	0.42	0.19	0.44	0.26 - 0.58
	<i>R. vitalii</i> ¹	1.76 - 2.59	2.18	0.30	0.14	1.92 - 2.44
	<i>R. wainionis</i> ¹	1.63 - 2.24	1.98	0.26	0.13	1.75 - 2.21
	<i>R. horrida</i> ²	0.83 - 1.08	0.96	0.12	0.12	0.86 - 1.06
	<i>R. lindmanii</i> ²	0.87 - 1.20	1.10	0.14	0.13	0.98 - 1.22
	<i>R. subdepilata</i> ²	0.65 - 1.23	1.01	0.26	0.25	0.79 - 1.24
	<i>R. subplana</i> ²	1.26 - 1.43	1.34	0.09	0.06	1.26 - 1.41
Largura dos Esporos (µm)	<i>R. albopunctata</i> ¹	112.66 - 121.08	117.12	3.31	0.03	114.22 - 120.03
	<i>R. stenophylla</i> ²	59.60 - 67.12	64.21	3.27	0.05	61.00 - 67.42
	<i>R. vitalii</i> ¹	103.95 - 126.96	111.96	9.12	0.08	103.96 - 119.95
	<i>R. wainionis</i> ¹	72.67 - 106.13	96.38	15.87	0.16	80.83 - 111.93
	<i>R. horrida</i> ²	75.24 - 91.87	86.68	6.68	0.08	80.83 - 92.54
	<i>R. subdepilata</i> ²	82.78 - 97.22	88.38	6.20	0.07	82.31 - 94.46

Tabela 2. Distribuição das espécies de *Riccia* L. presentes nas ecorregiões da Caatinga de acordo com Söderström (1989). As siglas representam: CCD = Complexo Chapada Diamantina; CCM = Complexo de Campo Maior; CIA = Complexo Ibiapaba-Araripe; DSF = Dunas do São Francisco; DSM = Depressão Sertaneja Meridional; DSS = Depressão Sertaneja Setentrional; PB = Planalto da Borborema e; RC = Raso da Catarina . Em destaque as espécies endêmicas do Brasil (*) e da Caatinga (**).

Espécies	Status de Conservação	Extensão de Ocorrência na Caatinga/Km ²	Ecorregiões								Total	Registros Locais	Classificação Raridade
			CCD	CCM	CIA	DSF	DSM	DSS	PB	RC			
<i>R. albopunctata</i> Jovet-Ast	Pouco Preocupante	436.475.715	4		2		13	14	3	1	6	37	CORE
** <i>R. bahiensis</i> Steph.	Criticamente em Perigo	-					1				1	1	SATÉLITE
* <i>R. brasiliensis</i> Schiffn.	Em Perigo	-							1		1	1	SATÉLITE
* <i>R. enyae</i> Jovet-Ast	Em Perigo	-							1		1	1	SATÉLITE
** <i>R. erythrocarpa</i> Jovet-Ast	Em Perigo	-					6				1	6	SATÉLITE
<i>R. fruchartii</i> Steph.	Pouco Preocupante	443.847						11			1	11	URBANA
<i>R. horrida</i> Jovet-Ast	Pouco Preocupante	109.647.955					5		6		1	11	URBANA
<i>R. howellii</i> M. Howe	Pouco Preocupante	179.013.454					3	2			2	4	SATÉLITE
<i>R. lindmanii</i> Steph.	Pouco Preocupante	5.814.692	13				2				2	15	URBANA
<i>R. mauryana</i> Steph.	Criticamente em Perigo	-					1				1	1	SATÉLITE
<i>R. plano-biconvexa</i> Steph.	Pouco Preocupante	372.796.461			1		3		1		3	5	RURAL
<i>R. sorocarpa</i> Bisch.	Quase Ameaçada	44.976.845				1	2	1			3	4	RURAL
<i>R. stenophylla</i> Spruce	Pouco Preocupante	567.823.308			7		14	6	16	1	5	44	CORE
* <i>R. subdepilata</i> Jovet-Ast	Pouco Preocupante	13.147.864					2		3	3	3	8	RURAL
<i>R. subplana</i> Steph.	Pouco Preocupante	217.532.277					5	8			2	13	URBANA
<i>R. vitalii</i> Jovet-Ast	Pouco Preocupante	552.235.840	19	2	4		40	38	18	18	7	139	CORE
<i>R. wainionis</i> Steph.	Pouco Preocupante	339.343.507	1				7	8	5		4	21	CORE

Tabela 3. Lista das espécies de *Riccia* L. avaliadas quanto ao seu *status* de conservação nas ecorregiões da Caatinga, de acordo com os critérios e categorias da Lista Vermelha da IUCN Versão 3.1 (2001) e 4.0 (2012); Hallingbäck & Hodgetts 2000; Hallingbäck *et al.* 1998. As categorias de ameaça utilizadas nessa tabela são: CR = Criticamente Ameaçada, EN = Em Perigo e NT = Quase ameaçada. ° Espécies que sofreram alteração no nível da categoria de ameaça por causa da análise regional.

Espécies	Categoria de ameaça IUCN	Crítérios IUCN	Justificativa
<i>R. albopunctata</i> Jovet-Ast	LC		Espécie de ocorrência na América do Sul. No Brasil, ocorre na Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal. Amplamente distribuída nas ecorregiões da Caatinga (436.475.715 Km ²), com coleções recentes.
<i>R. bahiensis</i> Steph.	CR	B1a; B1bIII; B2a; B2bIII.	Espécie endêmica da Caatinga (Bahia: S of Juazeiro - Bischler-Causse <i>et al.</i> 2005) conhecida apenas pela coleção Tipo (realizada por Martius), não tendo sido recoletada há mais de 100 anos. Ocorre em ecorregião impactada pela ação antrópica (Depressão Sertaneja Meridional) e com poucas áreas protegidas (Velloso et al. 2002).
<i>R. brasiliensis</i> Schiffn.	CR	B1a; B1bIII; B2a; B2bIII.	Espécie endêmica do Brasil (extensão de ocorrência do nordeste ao sul, estados de Pernambuco, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) com ocorrência na Caatinga e Mata Atlântica. Na região da Caatinga foi coletada no Planalto da Borborema (ca. 20 anos), ecorregião com um dos maiores níveis de alteração da paisagem. Seu município de ocorrência (Agrestina - PE) apresenta ca. 34% de área de

Tabela 3 (Continuação)

Espécies	Categoria de ameaça IUCN	Critérios IUCN	Comentários
			Caatinga antropizada, tendo esse índice sofrido um aumento de 27% entre 2002-2008 (MMA 2008).
<i>R. enyae</i> Jovet-Ast	CR	B1a; B1bIII; B2a; B2bIII.	Espécie endêmica do Brasil (ocorrência disjunta entre nordeste – PB - e sul - RS) com distribuição na Caatinga, Mata Atlântica e Pampa. Conhecida na Caatinga (coletada há 25 anos) apenas para o Planalto da Borborema, ecorregião com um dos maiores níveis de alteração da paisagem. O município onde foi coletada (Queimadas) apresenta ca. 85% de área antropizada (MMA 2008).
<i>R. erythrocarpa</i> Jovet-Ast	EN	B1a; B1bIII; B2a; B2bIII.	Espécie endêmica da Caatinga (Bahia: Urandi e Contendas do Sincorá) com uma coleção da década de 1970 e cinco recentes (2009). Apresenta extensão de ocorrência < 300 km na ecorregião Depressão Sertaneja Meridional. Reportada apenas para duas localidades de 10 km x 10 Km, em área severamente fragmentada.
<i>R. fruchartii</i> Steph.	DD		Espécie de distribuição disjunta entre a Caatinga e o sul da América do Sul (Brasil, Uruguai e Argentina – Gradstein & Costa 2003). No Brasil

Tabela 3 (Continuação)

Espécies	Categoria de ameaça IUCN	Critérios IUCN	Comentários
			ocorre na Caatinga e Mata Atlântica. As coleções da Caatinga foram realizadas na Depressão Sertaneja Setentrional (ecorregião mais ameaçada da Caatinga), envolvendo coletas recentes (< 10 anos), a maior parte realizada em área prioritária para a conservação – Quixadá/CE (Velloso <i>et al.</i> 2002; Tabarelli & Silva 2003). Apresenta 443.847 Km² de extensão de ocorrência e área de ocupação na Caatinga restrita aos municípios de Ipu/Ceará (uma coleção) e Quixadá (dez coleções).
<i>R. horrida</i> Jovet-Ast	LC		Espécie de distribuição disjunta entre Venezuela e Brasil (Espírito Santo, Bahia e Pernambuco). No Brasil, ocorre na Caatinga e na Mata Atlântica. Na Caatinga, apresenta distribuição restrita a duas ecorregiões (Depressão Sertaneja Meridional e Planalto da Borborema), ambas com alto nível de degradação. Sua extensão de ocorrência na Caatinga é 109.647.955 km², apresentando dez pontos de ocorrência provenientes de coletas recentes.
<i>R. howellii</i> M. Howe	LC		Espécie de distribuição disjunta entre Ilhas Galápagos e Brasil (Bahia e Ceará). No Brasil ocorre apenas na Caatinga, nas ecorregiões Depressão

Tabela 3 (Continuação)

Espécies	Categoria de ameaça IUCN	Critérios IUCN	Comentários
<i>R. lindmanii</i> Steph.	LC	B1a; B1bIII; B2a; B2bIII.	Sertaneja Meridional e Setentrional, com três coletas antigas (décadas de 1970 e 1990) e duas recentes. Apresenta extensão de ocorrência 179.013.454 Km². Espécie de distribuição na América do Sul. No Brasil ocorre na Caatinga (Bahia), Pampa, Pantanal e Mata Atlântica. Na Caatinga ocorre nas ecorregiões do Complexo Chapada Diamantina e Depressão Sertaneja Meridional, áreas que sofrem com perda de habitat e consideradas prioritárias para conservação (Velloso et al. 2002; Tabarelli & Silva 2003). Extensão de ocorrência 5.814.692 km², com quatro coleções da década de 1970 e 11 recentes. Espécie com distribuição Neotropical (Argentina, Brasil, Estados Unidos e México). No Brasil foi coletada apenas uma vez na década de 70, em Belém de São Francisco/Pernambuco, em uma área de Caatinga pertencente à ecorregião Depressão Sertaneja Meridional. Esta ecorregião apresenta grande impacto causado pela ação antrópica, além de poucas áreas de proteção ambiental (Velloso et al. 2002). De acordo com Giulietti et al. (2004) e Bezerra de Sá et al (2004), o município de

Tabela 3 (Continuação)

Espécies	Categoria de ameaça IUCN	Critérios IUCN	Comentários
			Belém de São Francisco pertence a uma das áreas prioritárias para a conservação da Caatinga, principalmente por já serem expressivas áreas neste município sujeitas à desertificação.
<i>R. plano-biconvexa</i> Steph.	LC		Espécie de ocorrência Neotropical. No Brasil, ocorre na Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Relativamente bem distribuída nas ecorregiões da Caatinga (372.796.461 Km ²) ocorrendo inclusive em áreas antropizadas, como universidades e parques, com coleções recentes.
<i>R. sorocarpa</i> Bisch.	NT		(Dunas do São Francisco, Depressão Sertaneja Meridional e Depressão Sertaneja Setentrional), sendo duas delas as mais ameaçadas de acordo com Velloso et al. (2002). Com extensão de ocorrência de 44.976.845 Km ² , apresenta quatro pontos de ocorrência provenientes de coletas realizadas entre 50 a 24 anos atrás, sem coleções recentes.
<i>R. stenophylla</i> Spruce	LC		Com padrão fitogeográfico Neotropical, no Brasil esta espécie ocorre na Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Apresenta distribuição ampla nas ecorregiões da Caatinga, com coleções recentes.

Tabela 3 (Continuação)

Espécies	Categoria de ameaça IUCN	Critérios IUCN	Comentários
<i>R. subdepilata</i> Jovet-Ast	LC		Espécie endêmica do Brasil, ocorre apenas na Mata Atlântica e Caatinga, onde ocorre nas ecorregiões Depressão Sertaneja Meridional, Planalto da Borborema e Raso da Catarina, apresentando as duas primeiras alto grau de ameaça (Velloso et al. 2002). Possui oito pontos de coleta, sendo três coleções recentes. Sua extensão de ocorrência na Caatinga é de 13.147.864 Km ² .
<i>R. subplana</i> Steph.	LC		De ocorrência Neotropical, esta espécie é encontrada na Amazônia, Caatinga e Mata Atlântica. Até 2013 esta espécie tinha ocorrência relatada no Brasil apenas para a região Amazônica; entretanto, Ayub et al. (2014) relataram sua ocorrência para o Rio Grande do Sul e neste trabalho a coletamos na região de Quixadá-Ceará, além de termos identificado amostras de herbário desta espécie provenientes dos estados da Bahia, Ceará e Pernambuco. Sua extensão de ocorrência na Caatinga é de 217.532.277 Km ² .
<i>R. vitalii</i> Jovet-Ast	LC		Espécie de ocorrência Neotropical. No Brasil, ocorre na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Amplamente distribuída nas ecorregiões da Caatinga (552.235.840 Km ²), com

Tabela 3 (Continuação)

Espécies	Categoria de ameaça IUCN	Critérios IUCN	Comentários
			coleções recentes.
<i>R. wainionis</i> Steph.	LC		De padrão fitogeográfico Neotropical, no Brasil esta espécie ocorre na Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal. Apresenta distribuição ampla nas ecorregiões da Caatinga (339.343.507Km²), com coleções recentes.

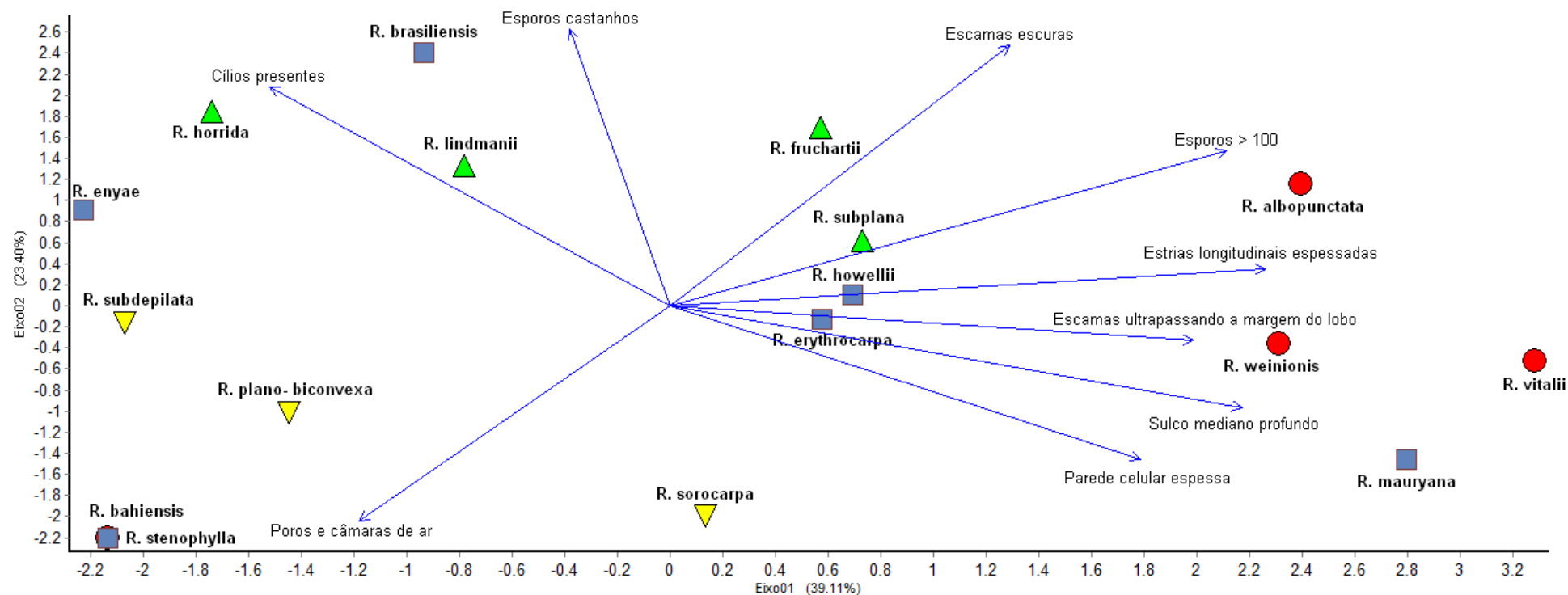


Figura 1. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCA) da matriz de atributos intrínsecos das espécies de *Riccia* L. ocorrentes nas ecorregiões da Caatinga. Cores e símbolos denotam a classificação de raridade proposta por Söderström (1989) onde: círculos vermelhos = Core, Quadrados azuis = satélite, triângulos verdes = urbana e triângulos invertidos amarelos = satélites.

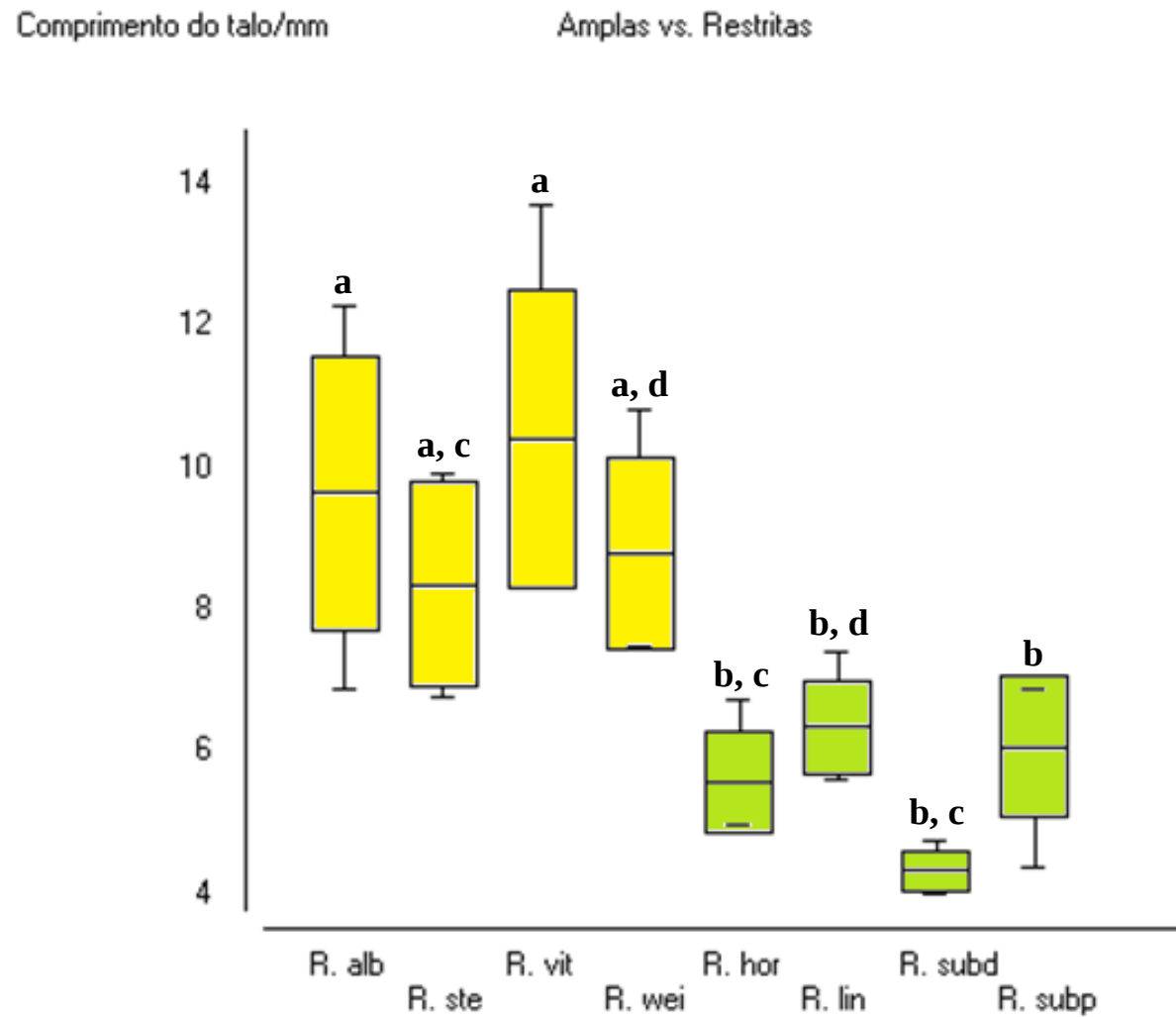


Figura 2. Comprimento do talo em cada um dos grupos estudados (Box plot). Diferença encontrada entre espécies amplamente distribuídas (em amarelo) versus espécies restritas (em verde). $F(7) = 13.32$, $p = <0.0001$

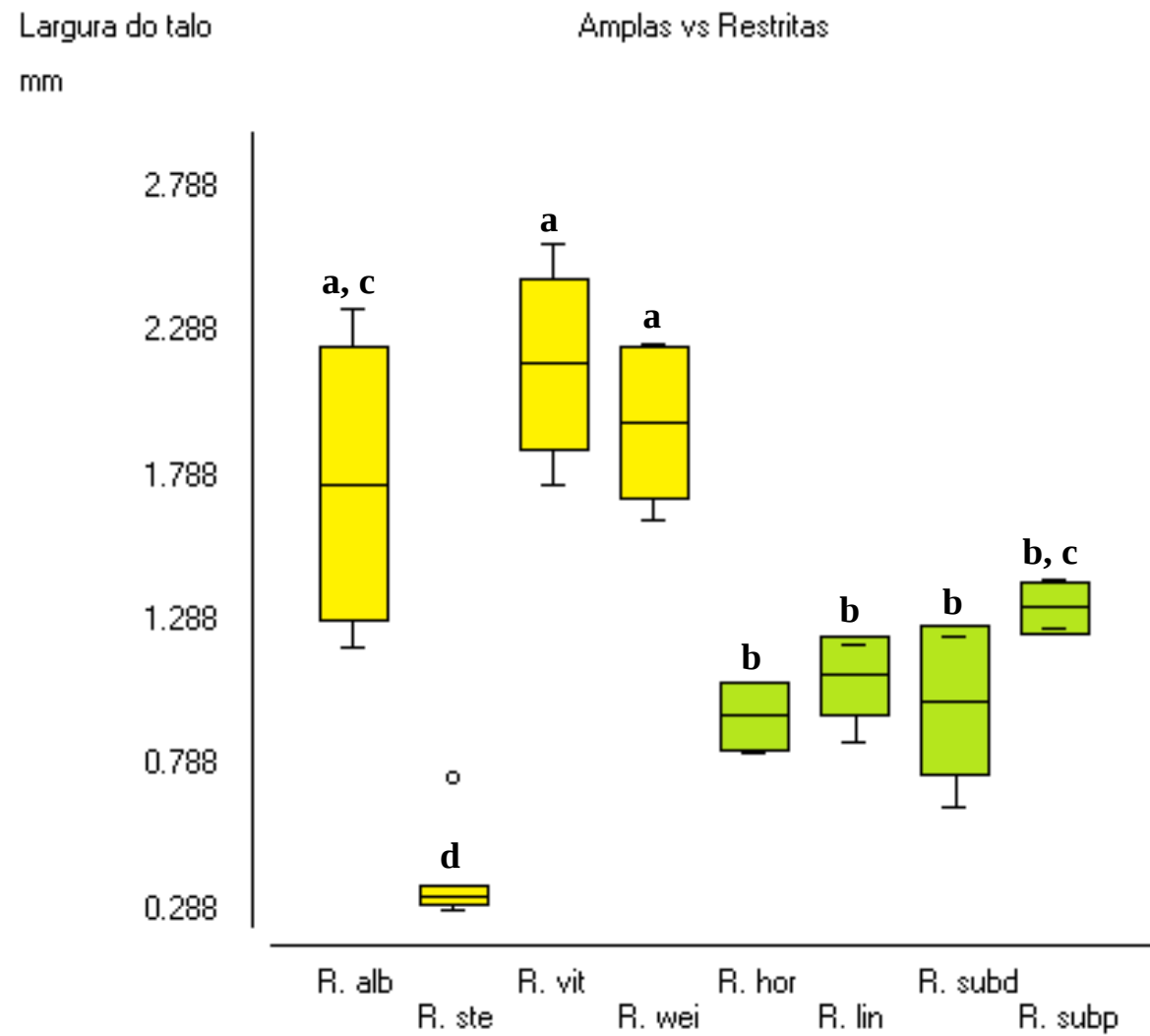


Figura 3. Largura do talo em cada um dos grupos estudados (Box plot). Diferenças encontradas espécies amplamente distribuídas (em amarelo) versus espécies restritas (em verde). $F(7) = 27.1274$, $p = <0.0001$

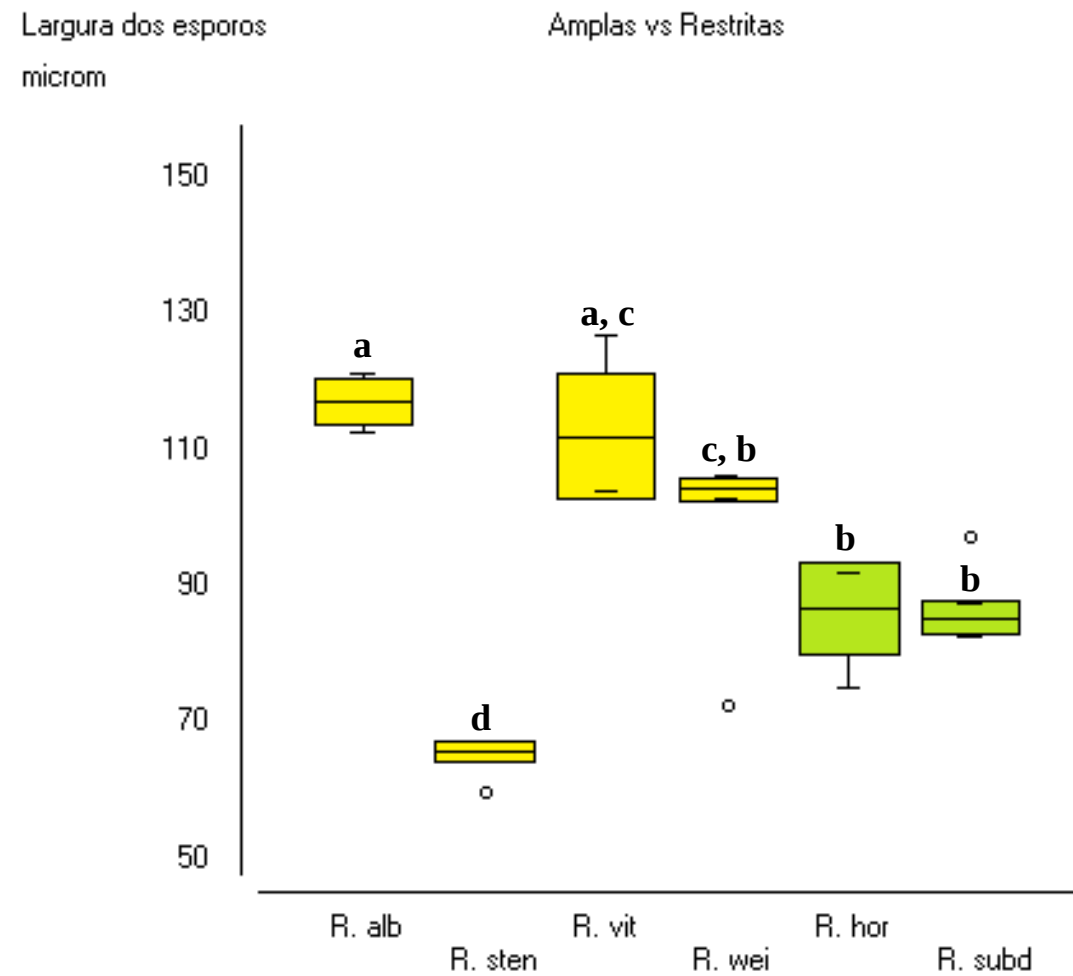


Figura 4. Largura dos esporos em cada um dos grupos estudados (Box plot). Diferenças encontradas espécies amplamente distribuídas (em amarelo) *versus* espécies restritas (em verde). $F(5) = 23.6267$, $p = <0.0001$.

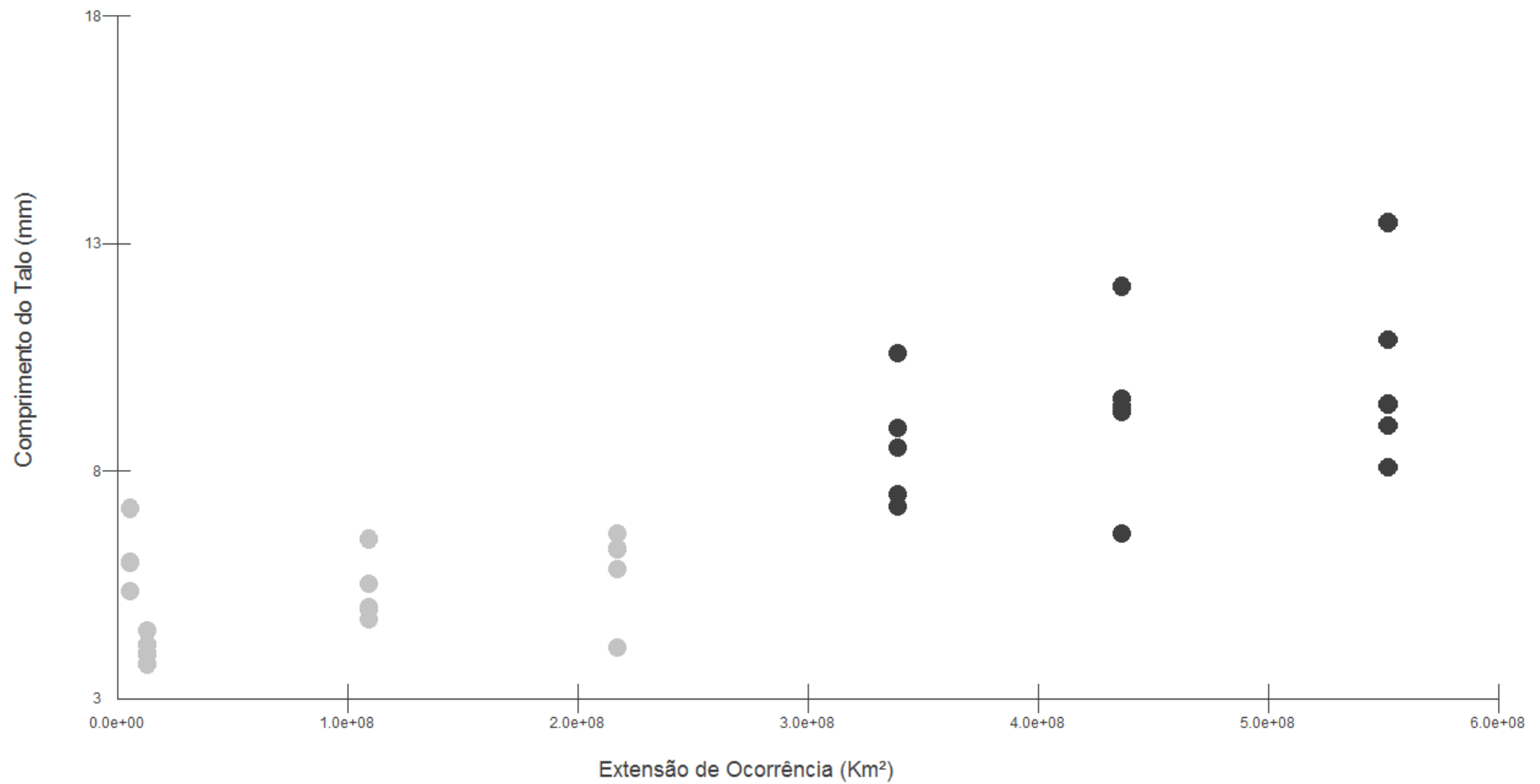


Figura 5. Gráfico de correlação de Spearman mostrando a relação entre o comprimento do talo dos grupos de espécies amplamente distribuídas (pontos em preto) e restritas (pontos em cinza) e a extensão de ocorrência destas espécies as ecorregiões da Caatinga. $R(35) = 0.78$, $p = < 0.0001$

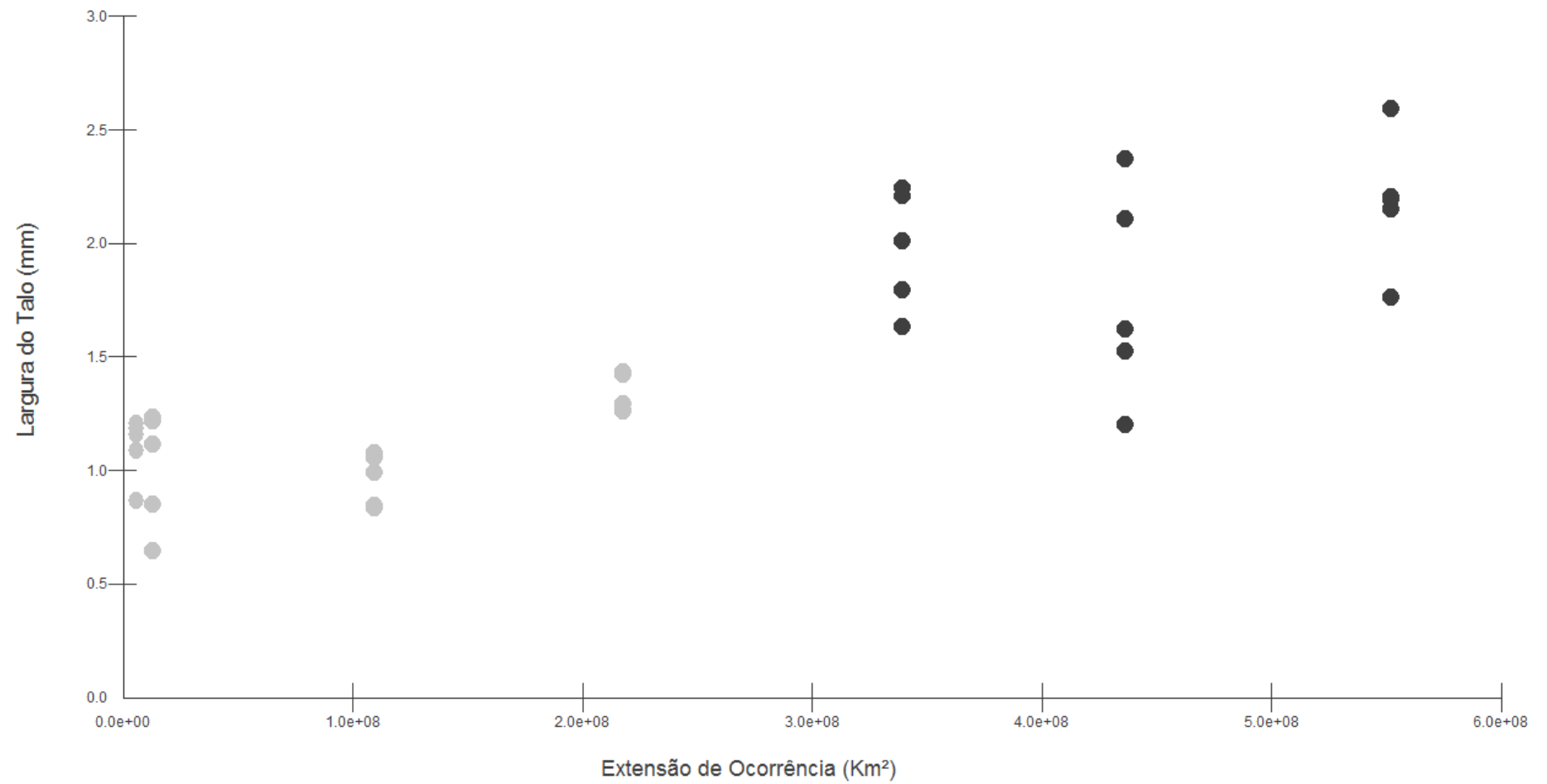


Figura 6. Gráfico de correlação de Spearman mostrando a relação entre a largura do talo dos grupos de espécies amplamente distribuídas (pontos em preto) e restritas (pontos em cinza) e a extensão de ocorrência destas espécies as ecorregiões da Caatinga. $R(35) = 0.79$, $p = < 0.0001$

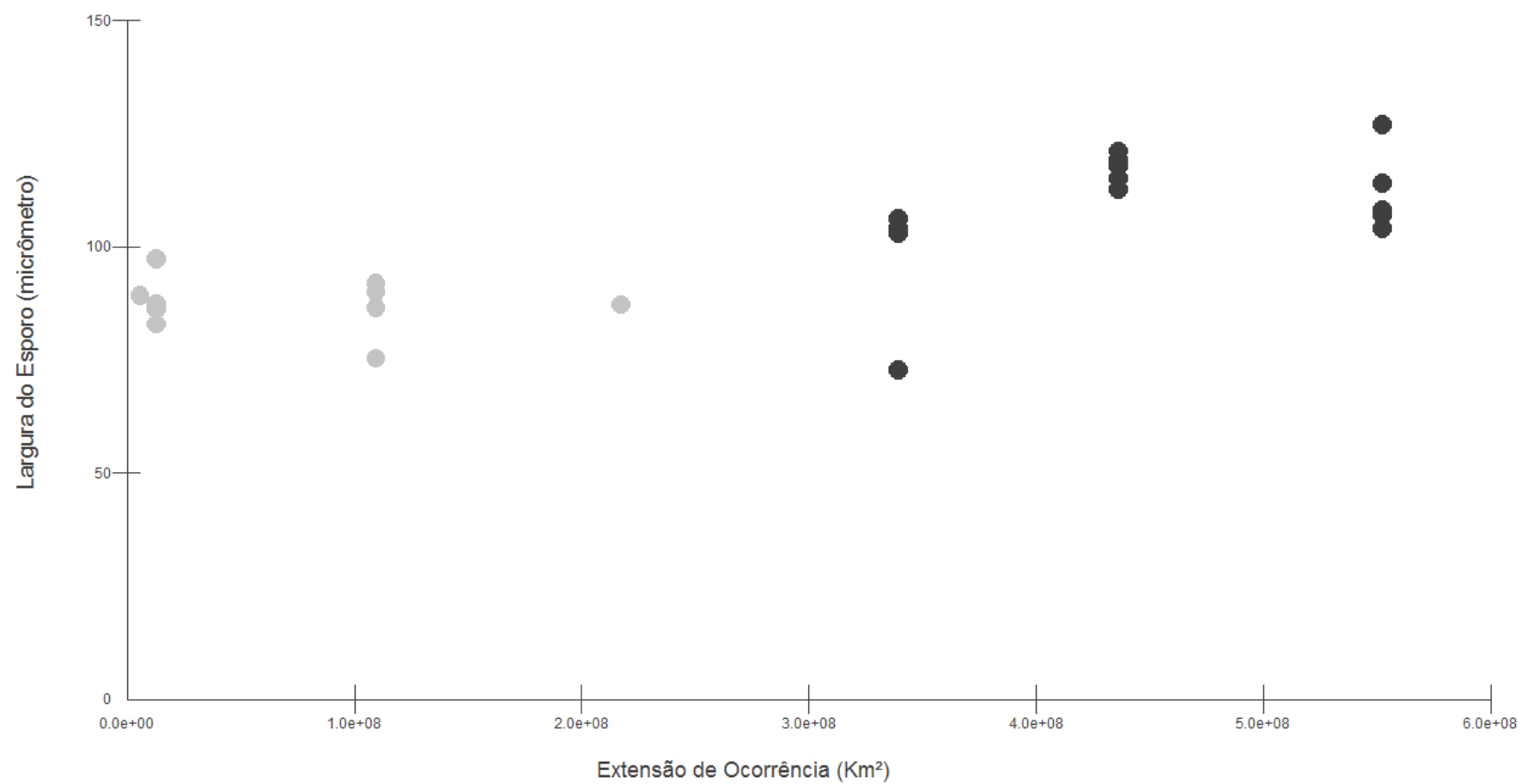


Figura 7. Gráfico de correlação de Spearman mostrando a relação entre a largura do esporo dos grupos de espécies amplamente distribuídas (pontos em preto) e restritas (pontos em cinza) e a extensão de ocorrência destas espécies as ecorregiões da Caatinga. $R(25) = 0.76$, $p = < 0.0001$

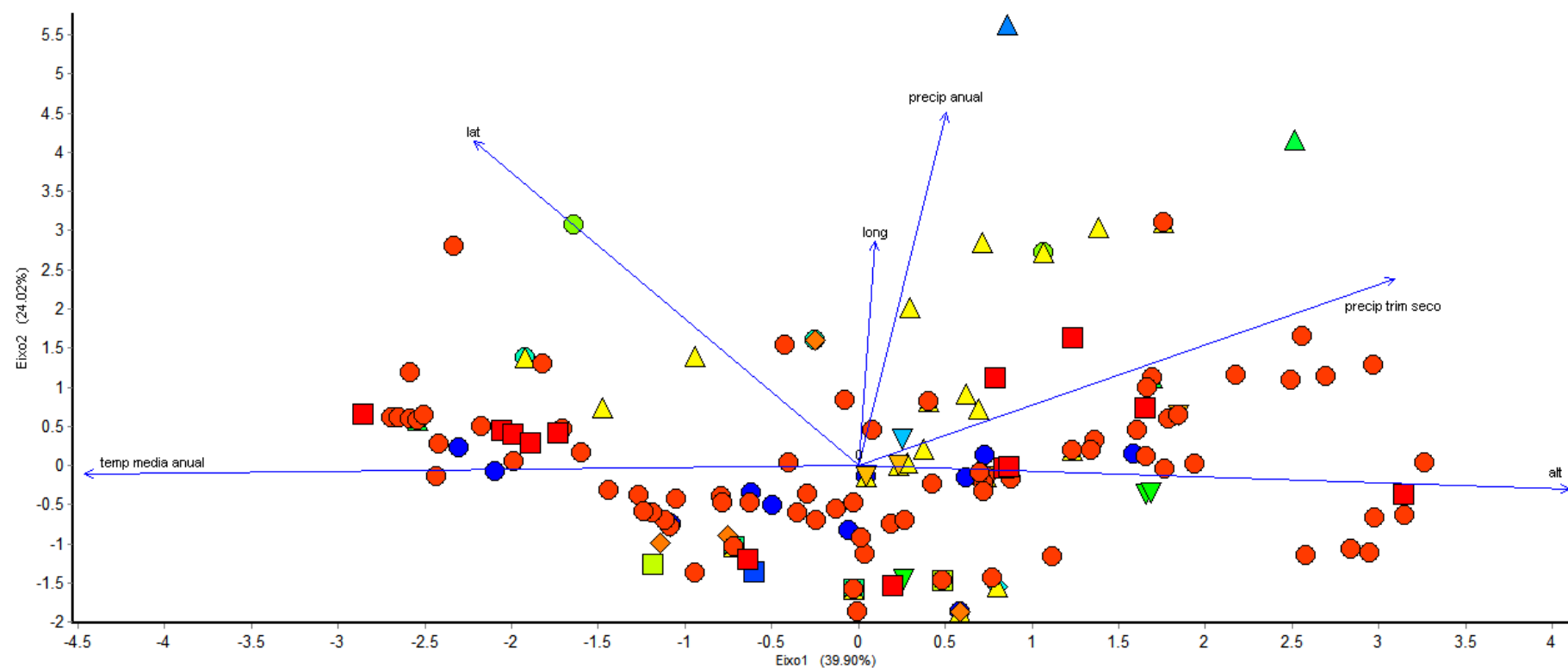


Figura 8. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCA) da matriz ambiental das espécies de *Riccia* L. ocorrentes nas ecorregiões da Caatinga. Cores e símbolos denotam as espécies.

MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela S1. Matriz de presença e ausência dos atributos intrínsecos analisados nas espécies de *Riccia L.* ocorrentes nas ecorregiões da Caatinga.

Espécie	ATRIBUTOS INTRÍNSECOS										
	Esposos > 100	Esposos castanhos	Asas dos esporos	Poros e câmaras de ar	Parede celular espessa	Estrias longitudinais espessadas	Cílios presentes	Escamas não atingindo a margem	Escamas ultrapassando a margem	Escamas escuras	Sulco mediano profundo
<i>R. albopunctata</i> Jovet-Ast	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1
<i>R. bahiensis</i> Steph.	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>R. brasiliensis</i> Schiffn.	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
<i>R. enyae</i> Jovet-Ast	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>R. erythrocarpa</i> Jovet-Ast	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>R. fruchartii</i> Steph.	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>R. horrida</i> Jovet-Ast	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
<i>R. howellii</i> M. Howe	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>R. lindmanii</i> Steph.	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0
<i>R. mauryana</i> Steph.	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
<i>R. plano-biconvexa</i> Steph.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>R. sorocarpa</i> Bisch.	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1
<i>R. stenophylla</i> Spruce	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>R. subdepilata</i> Jovet-Ast	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>R. subplana</i> Steph.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>R. vitalii</i> Jovet-Ast	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
<i>R. wainionis</i> Steph.	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1

Tabela S2. Matriz de atributos extrínsecos analisados nas espécies de *Riccia L.* ocorrentes nas ecorregiões da Caatinga.

ESPÉCIE	ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS							
	Ecorregião	Área de Caatinga	Longitude	Latitude	Altitude	Temp media anual	Precipitação anual	Precipitação no trimestre mais seco
<i>R. albopunctata</i>	PB	Cristalino	-36.7758	-8.46639	711	22.1	655	48
<i>R. albopunctata</i>	DSM	Cristalino	-38.2983	-7.99194	421	23.9	683	25
<i>R. albopunctata</i>	PB	Cristalino	-36.9447	-8.50361	584	22.9	620	51
<i>R. albopunctata</i>	PB	Cristalino	-36.5641	-8.3013	806	21.2	657	40
<i>R. albopunctata</i>	DSM	Cristalino	-42.6872	-14.4925	603	23.1	685	2
<i>R. albopunctata</i>	DSM	Cristalino	-43.4181	-13.255	431	25.5	841	2
<i>R. albopunctata</i>	DSM	Cristalino	-41.8558	-11.3042	727	23.3	583	5
<i>R. albopunctata</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.1561	-11.55	1000	20.3	691	70
<i>R. albopunctata</i>	DSM	Cristalino	-39.8847	-9.25139	385	24.2	499	12
<i>R. albopunctata</i>	DSM	Cristalino	-39.1483	-9.95806	401	23.8	490	39
<i>R. albopunctata</i>	RC	Sedimentar	-38.2642	-9.80083	370	24.4	601	60
<i>R. albopunctata</i>	DSM	Cristalino	-41.6653	-14.2036	415	24	588	14
<i>R. albopunctata</i>	DSM	Cristalino	-41.1328	-13.9281	407	23.8	620	25
<i>R. albopunctata</i>	CIA	Sedimentar	-41.4669	-7.07694	208	26.5	728	6
<i>R. albopunctata</i>	CIA	Sedimentar	-42.1311	-7.02528	182	27	910	11
<i>R. albopunctata</i>	DSM	Cristalino	-39.1192	-8.07417	424	24.2	612	18

Tabela S2. (Continuação)

Espécies	ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS							
	Ecorregião	Área de Caatinga	Longitude	Latitude	Altitude	Temp média anual	Precipitação anual	Precipitação no trimestre mais seco
<i>R. albopunctata</i>	DSS	Cristalino	-37.0956	-6.92667	275	25.4	700	7
<i>R. albopunctata</i>	DSS	Cristalino	-37.8017	-6.77028	187	26.6	767	14
<i>R. albopunctata</i>	DSS	Cristalino	-40.1333	-6.61556	474	24.9	448	9
<i>R. albopunctata</i>	DSS	Cristalino	-40.1486	-6.60722	464	25	455	10
<i>R. albopunctata</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.001	-11.6167	901	20.3	737	91
<i>R. albopunctata</i>	DSS	Cristalino	-36.8883	-7.47669	711	21.8	621	11
<i>R. albopunctata</i>	DSS	Cristalino	-38.9592	-5.09028	174	27.1	767	9
<i>R. albopunctata</i>	DSS	Cristalino	-36.7251	-7.46978	557	22.6	505	11
<i>R. albopunctata</i>	DSM	Cristalino	-39.0277	-8.24908	436	24	560	20
<i>R. albopunctata</i>	DSS	Cristalino	-37.6242	-6.59389	160	26.8	698	9
<i>R. bahiensis</i>	DSM	Cristalino	-40.2357	-9.6811	423	24	451	8
<i>R. brasiliensis</i>	PB	Cristalino	35.9447	-8.45806	440	22.3	768	55
<i>R. enyae</i>	PB	Cristalino	-35.8983	-7.35083	530	22.9	648	36
<i>R. erythrocarpa</i>	DSM	Cristalino	-42.655	-14.7714	642	23	800	4
<i>R. erythrocarpa</i>	DSM	Cristalino	-41.1328	-13.9281	407	23.8	620	25
<i>R. fruchartii</i>	DSS	Cristalino	-40.7108	-4.32222	255	25.8	1005	9
<i>R. fruchartii</i>	DSS	Cristalino	-38.9592	-4.95417	175	27.1	743	8
<i>R. fruchartii</i>	DSS	Cristalino	-39.1475	-4.9275	577	23.8	1038	23
<i>R. hórrida</i>	DSM	Cristalino	-39.8847	-9.25139	385	24.2	499	12

Tabela S2. (Continuação)

Espécie	ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS							
	Ecorregião	Área de Caatinga	Longitude	Latitude	Altitude	Temp média anual	Precipitação anual	Precipitação no trimestre mais seco
<i>R. hórrida</i>	DSM	Cristalino	-41.1328	-13.9281	407	23.8	620	25
<i>R. hórrida</i>	DSM	Cristalino	-41.1089	-13.9808	354	24	616	22
<i>R. hórrida</i>	PB	Cristalino	-35.9247	-8.23361	570	21.7	571	39
<i>R. hórrida</i>	PB	Cristalino	-35.9239	-8.21667	576	21.7	570	40
<i>R. howellii</i>	DSM	Cristalino	-42.655	-14.7714	642	23	800	4
<i>R. howellii</i>	DSM	Cristalino	-42.6872	-14.4925	603	23.1	685	2
<i>R. howellii</i>	DSM	Cristalino	-38.9675	-11.9508	259	23.1	863	135
<i>R. howellii</i>	DSS	Cristalino	-38.9592	-4.95417	175	27.1	743	8
<i>R. howellii</i>	DSS	Cristalino	-38.9344	-4.23806	867	20.9	1566	92
<i>R. lindmanii</i>	DSS	Cristalino	-41.8558	-11.3042	727	23.3	583	5
<i>R. lindmanii</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.1561	-11.55	1000	20.3	691	70
<i>R. lindmanii</i>	DSM	Cristalino	-41.4167	-11.0333	628	23.1	558	4
<i>R. lindmanii</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.6055	-12.3333	703	22.2	827	49
<i>R. lindmanii</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.6068	-12.3335	707	22.2	831	50
<i>R. mauryana</i>	DSM	Cristalino	-38.9825	-8.70389	313	24.8	520	14
<i>R. plano-biconvexa</i>	PB	Cristalino	-35.9761	-8.28333	554	21.8	548	37
<i>R. plano-biconvexa</i>	DSM	Cristalino	-39.8847	-9.25139	385	24.2	499	12
<i>R. plano-biconvexa</i>	DSM	Cristalino	-41.1089	-13.9808	354	24	616	22
<i>R. plano-biconvexa</i>	CIA	Sedimentar	-40.9211	-3.85444	848	21.6	1383	24

Tabela S2. (Continuação)

Espécie	ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS							
	Ecorregião	Área de Caatinga	Longitude	Latitude	Altitude	Temp média anual	Precipitação anual	Precipitação no trimestre mais seco
<i>R. plano-biconvexa</i>	DSM	Cristalino	-38.6856	-3.89083	78	25.6	1338	44
<i>R. plano-biconvexa</i>	DSM	Cristalino	-38.6856	-3.89083	78	25.6	1338	44
<i>R. sorocarpa</i>	DSF	Sedimentar	-40.9708	-9.16194	405	25.4	483	4
<i>R. sorocarpa</i>	DSM	Cristalino	-43.4181	-13.255	431	25.5	841	2
<i>R. sorocarpa</i>	DSS	Cristalino	-37.8017	-6.77028	187	26.6	767	14
<i>R. stenophylla</i>	PB	Cristalino	-36.7758	-8.46639	711	22.1	655	48
<i>R. stenophylla</i>	PB	Cristalino	-35.9447	-8.45806	440	22.3	768	55
<i>R. stenophylla</i>	PB	Cristalino	-35.9761	-8.28333	554	21.8	548	37
<i>R. stenophylla</i>	DSM	Cristalino	-42.655	-14.7714	642	23	800	4
<i>R. stenophylla</i>	DSM	Cristalino	-42.6872	-14.4925	603	23.1	685	2
<i>R. stenophylla</i>	DSM	Cristalino	-43.4181	-13.255	431	25.5	841	2
<i>R. stenophylla</i>	DSM	Cristalino	-39.8847	-9.25139	385	24.2	499	12
<i>R. stenophylla</i>	DSM	Cristalino	-38.1642	-10.0008	324	24	620	69
<i>R. stenophylla</i>	DSM	Cristalino	-41.1328	-13.9281	407	23.8	620	25
<i>R. stenophylla</i>	CIA	Sedimentar	-40.9211	-3.85444	848	21.6	1383	24
<i>R. stenophylla</i>	DSS	Cristalino	-37.8017	-6.77028	187	26.6	767	14
<i>R. stenophylla</i>	RC	Sedimentar	-38.2642	-9.80833	370	24.4	601	60
<i>R. stenophylla</i>	DSM	Cristalino	-41.1089	-13.9808	354	24	616	22
<i>R. stenophylla</i>	DSM	Cristalino	-37.5742	-8.165	525	22.8	657	31

Tabela S2. (Continuação)

Espécie	ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS							
	Ecorregião	Área de Caatinga	Longitude	Latitude	Altitude	Temp média anual	Precipitação anual	Precipitação no trimestre mais seco
<i>R. stenophylla</i>	DSM	Cristalino	-37.6431	-8.0875	540	22.7	711	32
<i>R. stenophylla</i>	PB	Cristalino	-35.79	-6.64167	536	21.9	769	41
<i>R. stenophylla</i>	PB	Cristalino	-35.63	-7.15833	336	23.7	1015	76
<i>R. stenophylla</i>	DSS	Cristalino	-35.4022	-6.61667	171	24.8	868	50
<i>R. stenophylla</i>	PB	Cristalino	-35.6917	-6.96333	557	21.8	1296	94
<i>R. stenophylla</i>	DSS	Cristalino	-38.0619	-6.53306	317	25.8	851	16
<i>R. stenophylla</i>	PB	Cristalino	-35.8811	-7.23056	516	22.9	758	46
<i>R. stenophylla</i>	CIA	Sedimentar	-40.9089	-3.78333	906	21.2	1477	26
<i>R. stenophylla</i>	DSS	Cristalino	-40.7108	-4.32222	255	25.8	1005	9
<i>R. stenophylla</i>	CIA	Sedimentar	-41.0922	-3.56222	783	22	1426	20
<i>R. subdepilata</i>	PB	Cristalino	-35.9761	-8.28333	554	21.8	548	37
<i>R. subdepilata</i>	DSM	Cristalino	-38.1642	-10.0008	324	24	620	69
<i>R. subdepilata</i>	RC	Sedimentar	-38.2642	-9.80083	370	24.4	601	60
<i>R. subdepilata</i>	RC	Sedimentar	-37.2421	-8.56667	765	21.4	762	62
<i>R. subplana</i>	DSM	Cristalino	-42.6872	-14.4925	603	23.1	685	2
<i>R. subplana</i>	DSM	Cristalino	-43.2206	-12.1853	419	25.5	858	3
<i>R. subplana</i>	DSM	Cristalino	-39.8847	-9.25139	385	24.2	499	12
<i>R. subplana</i>	DSM	Cristalino	-38.2717	-5.52083	71	27.6	784	8
<i>R. subplana</i>	DSM	Cristalino	-38.5353	-8.73444	326	24.9	449	12

Tabela S2. (Continuação)

Espécie	ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS							
	Ecorregião	Área de Caatinga	Longitude	Latitude	Altitude	Temp media anual	Precipitação anual	Precipitação no trimestre mais seco
<i>R. subplana</i>	DSS	Cristalino	-38.9592	-4.95417	175	27.1	743	8
<i>R. subplana</i>	DSS	Cristalino	-39.1436	-4.92611	577	23.8	1038	23
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-36.7758	-8.46639	711	22.1	655	48
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-38.2983	-7.99194	421	23.9	683	25
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-35.9761	-8.28333	554	21.8	548	37
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-41.8558	-11.3042	727	23.3	583	5
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-39.8847	-9.25139	385	24.2	499	12
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-38.3753	-9.4522	324	25.2	536	44
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-38.9675	-11.9508	259	23.1	863	135
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-41.1328	-13.9281	407	23.8	620	25
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-41.6653	-14.2036	415	24	588	14
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-41.7689	-11.6847	706	22.6	592	10
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-41.1089	-13.9808	354	24	616	22
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-39.7839	-11.4706	297	23.6	561	54
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-39.8972	-9.89722	473	23.4	452	28
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-39.8589	-12.87	425	21.9	530	52
<i>R. vitalii</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.1561	-11.55	1000	20.3	691	70
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-39.3856	-11.8069	212	23.5	532	68
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-41.8114	-13.5789	1003	20.7	821	51

Tabela S2. (Continuação)

Espécie	ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS							
	Ecorregião	Área de Caatinga	Longitude	Latitude	Altitude	Temp media anual	Precipitação anual	Precipitação no trimestre mais seco
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-39.4817	-9.87472	438	23.5	485	33
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-36.6611	-9.7525	270	23.7	752	60
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-38.2158	-9.40528	231	26	527	47
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-38.4978	-4.30028	42	26.5	852	15
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-38.2717	-5.52083	71	27.6	784	8
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-38.8622	-6.40111	157	27.5	697	17
<i>R. vitalii</i>	CIA	Sedimentar	-40.3761	-7.07444	562	25	597	10
<i>R. vitalii</i>	CIA	Sedimentar	-40.6164	-7.08806	428	25.5	609	9
<i>R. vitalii</i>	CIA	Sedimentar	-40.8256	-7.08472	378	25.8	627	11
<i>R. vitalii</i>	CIA	Sedimentar	-42.1311	-7.02528	182	27	910	11
<i>R. vitalii</i>	CCM	Sedimentar	-41.7092	-3.92806	65	27.3	1356	35
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-35.5528	-5.82417	62	25.6	852	32
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-36.7183	-6.945	555	23.2	445	7
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-35.6917	-6.96333	557	21.8	1296	94
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-35.8811	-7.23056	516	22.9	758	46
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-36.3628	-7.05722	523	22.7	405	9
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-36.7131	-6.99667	588	22.8	461	8
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-37.0956	-6.92667	275	25.4	700	7
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-37.6008	-6.90972	237	25.8	790	12

Tabela S2. (Continuação)

Espécie	ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS							
	Ecorregião	Área de Caatinga	Longitude	Latitude	Altitude	Temp média anual	Precipitação anual	Precipitação no trimestre mais seco
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-37.8017	-6.77028	187	26.6	767	14
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-38.1528	-7.82083	843	21.7	919	47
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-40.5008	-9.39861	386	24.7	432	8
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-38.9825	-8.70389	313	24.8	520	14
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-39.1692	-8.07417	499	23.7	609	18
<i>R. vitalii</i>	DSM	Cristalino	-39.6283	-8.09056	417	24.6	586	17
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-36.1458	-8.33	565	21.9	528	37
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-35.9667	-8.28333	531	21.8	556	38
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-36.1919	-8.23639	764	20.8	614	44
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-38.1017	-7.83806	1010	21	1082	62
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-37.5269	-6.66028	228	26.1	655	6
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-40.1481	-6.60639	464	25	455	10
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-40.1264	-6.58333	450	25.2	482	11
<i>R. vitalii</i>	RC	Sedimentar	-37.2333	-8.52833	742	21.7	710	58
<i>R. vitalii</i>	RC	Sedimentar	-37.2353	-8.53028	773	21.5	753	60
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-37.15	-8.61667	799	21.1	907	69
<i>R. vitalii</i>	RC	Sedimentar	-37.1833	-8.53583	694	22	678	56
<i>R. vitalii</i>	RC	Sedimentar	-37.2353	-8.51667	935	20.4	903	69
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-40.1333	-6.6	439	25.3	487	11

Tabela S2. (Continuação)

Espécie	ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS							
	Ecorregião	Área de Caatinga	Longitude	Latitude	Altitude	Temp média anual	Precipitação anual	Precipitação no trimestre mais seco
<i>R. vitalii</i>	PB	Cristalino	-35.9197	-8.21667	576	21.7	570	40
<i>R. vitalii</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.5403	-12.3667	695	22.1	893	64
<i>R. vitalii</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.6047	-12.6894	1045	20.2	692	35
<i>R. vitalii</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.5447	-12.3529	672	22.3	884	61
<i>R. vitalii</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.001	-11.6167	901	20.3	737	91
<i>R. vitalii</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.3048	-11.5142	1091	20	681	52
<i>R. vitalii</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.6333	-12.6667	1075	20	676	34
<i>R. vitalii</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.6333	-12.7167	1007	20.5	683	30
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-37.8492	-5.57722	124	27.4	770	7
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-36.5622	-5.69417	134	26.3	506	5
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-37.8178	-5.59111	120	27.4	769	7
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-37.9164	-5.47833	131	27.2	773	5
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-37.995	-5.42111	150	27.1	770	5
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-38.9592	-4.95417	175	27.1	743	8
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-38.9592	-5.09028	174	27.1	767	9
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-39.1436	-4.92444	545	24	1025	21
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-36.7251	-7.46978	557	22.6	505	11
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-36.8863	-7.47228	666	22	597	10
<i>R. vitalii</i>	RC	Sedimentar	-37.2333	-8.53917	696	21.9	647	53

Tabela S2. (Continuação)

Espécie	ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS							
	Ecorregião	Área de Caatinga	Longitude	Latitude	Altitude	Temp media anual	Precipitação anual	Precipitação no trimestre mais seco
<i>R. vitalii</i>	RC	Sedimentar	-37.2465	-8.55	887	20.7	888	69
<i>R. vitalii</i>	RC	Sedimentar	-37.2398	-8.46667	652	22.3	573	40
<i>R. vitalii</i>	RC	Sedimentar	-37.2421	-8.56667	765	21.4	762	62
<i>R. vitalii</i>	RC	Sedimentar	-37.2328	-8.55392	977	20.1	940	73
<i>R. vitalii</i>	RC	Sedimentar	-37.4483	-8.52386	618	22.2	555	33
<i>R. vitalii</i>	DSS	Cristalino	-38.6697	-7.48222	521	24	901	32
<i>R. wainionis</i>	DSM	Cristalino	-43.4181	-13.255	431	25.5	841	2
<i>R. wainionis</i>	DSM	Cristalino	-39.2514	-12.4303	237	23	787	132
<i>R. wainionis</i>	CCD	Chapada Diamantina	-41.1561	-11.55	1000	20.3	691	70
<i>R. wainionis</i>	DSM	Cristalino	-41.1328	-13.9281	407	23.8	620	25
<i>R. wainionis</i>	DSM	Cristalino	-37.4167	-10.5394	240	23.6	880	99
<i>R. wainionis</i>	DSM	Cristalino	-38.2717	-5.52083	71	27.6	784	8
<i>R. wainionis</i>	DSS	Cristalino	-37.8017	-6.77028	187	26.6	767	14
<i>R. wainionis</i>	PB	Cristalino	-35.8572	-7.03306	590	21.8	945	63
<i>R. wainionis</i>	DSS	Cristalino	-37.7006	-6.74583	232	26.2	725	11
<i>R. wainionis</i>	DSS	Cristalino	-37.7725	-6.765	202	26.5	755	14
<i>R. wainionis</i>	DSS	Cristalino	-37.7006	-6.74583	232	26.2	725	11
<i>R. wainionis</i>	DSS	Cristalino	-37.5667	-6.90694	234	25.8	773	11
<i>R. wainionis</i>	PB	Cristalino	-35.9247	-8.23361	570	21.7	571	39

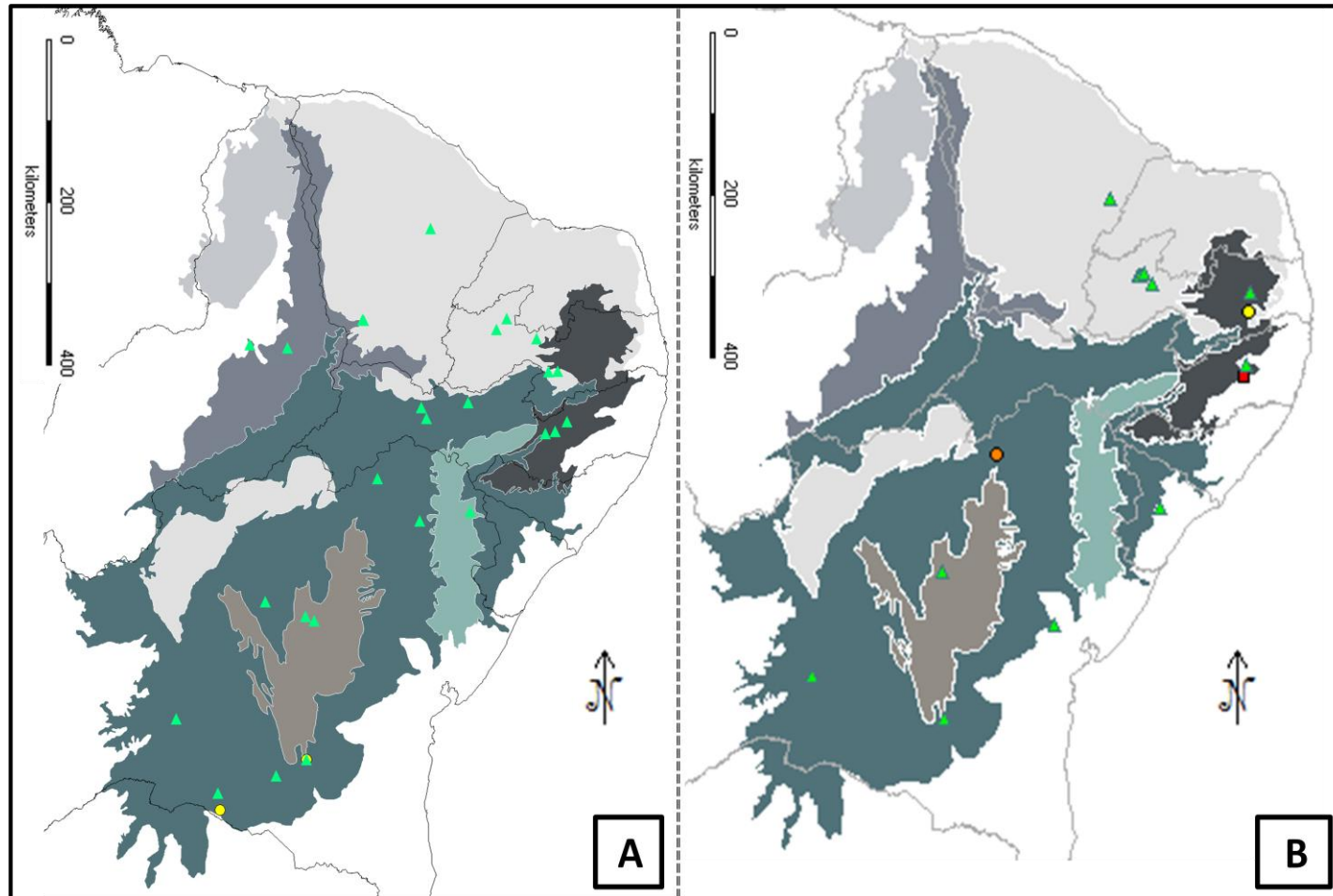


Figura S1. Distribuição das espécies de *Riccia* ao longo das ecorregiões da Caatinga. **Mapa A:** ▲ *R. albopunctata* e ● *R. erythrocarpa*; **Mapa B:** ● *R. bahiensis*, ■ *R. brasiliensis*, ● *R. enyae* e ▲ *R. wainionis*.

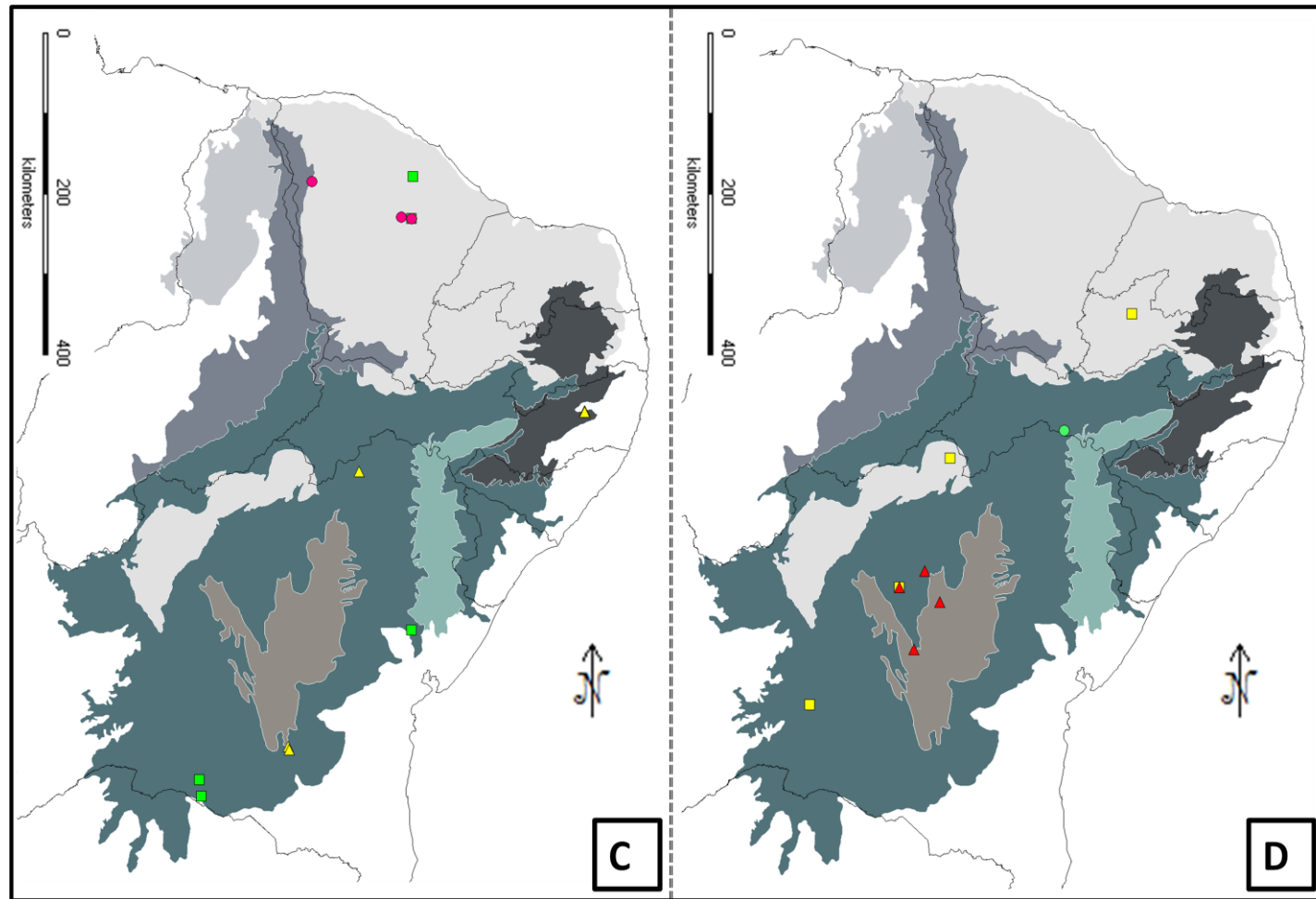


Figura S2. Distribuição das espécies de *Riccia* ao longo das ecorregiões da Caatinga. **Mapa C:** ● *R. fruchartii*, ▲ *R. horrida* e ■ *R. howellii*; **Mapa D:** ▲ *R. lindmanii*, ● *R. mauryana* e ■ *R. sorocarpa*.

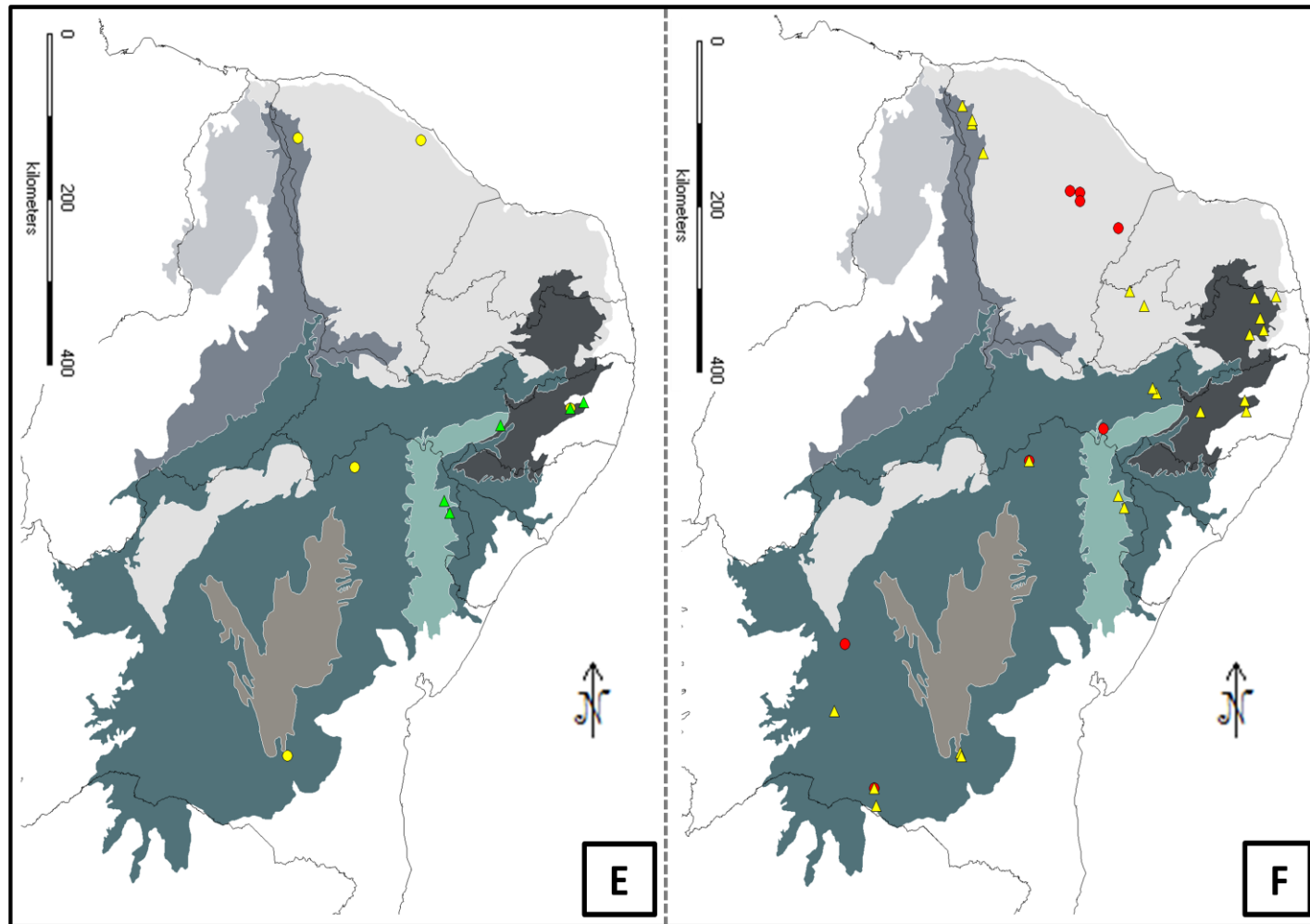


Figura S3. Distribuição das espécies de *Riccia* ao longo das ecorregiões da Caatinga. **Mapa E:** ● *R. plano-biconvexa* e ▲ *R. subdepilata*; **Mapa F:** ▲ *R. stenophylla* e ● *R. subplana*.

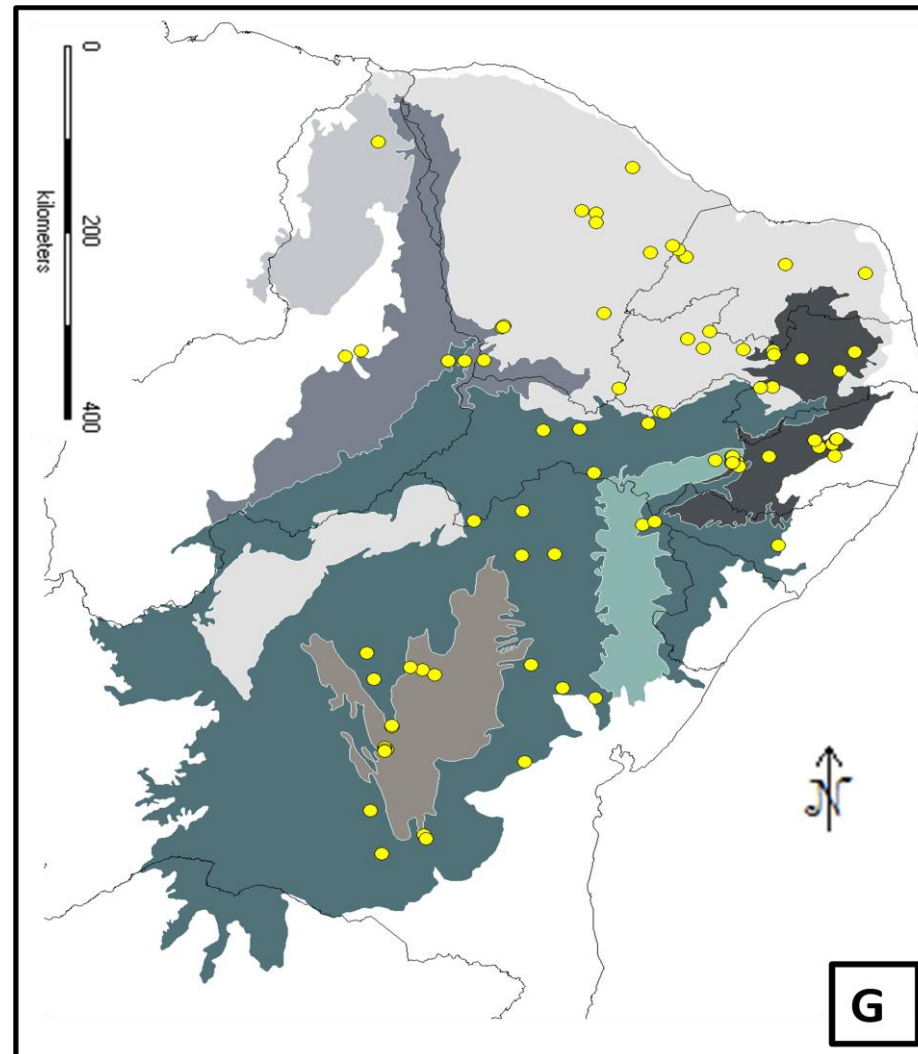


Figura S4. Distribuição de *R. vitalii* (●) ao longo das ecorregiões da Caatinga.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, uma abordagem fitogeográfica e macroecológica foi utilizada para prever a importância de atributos intrínsecos das espécies e de filtros fisiológicos (extrínsecos) na distribuição espacial de plantas em ecossistemas semiáridos. Além disso, suprimos lacunas no conhecimento sobre a distribuição e ecologia briófitas na Caatinga, bem como, esperamos que os resultados gerados, possam subsidiar e estimular futuros estudos taxonômicos, filogenéticos, ecofisiológicos e de ecologia de populações do gênero *Riccia*, importante táxon de briófitas tolerante a seca.

Compreender os padrões de distribuição e os fatores que influenciam a ocorrência de *Riccia*, representante de uma das primeiras linhagens de plantas terrestres (Marchantiopsida), pode trazer à luz dados importantes sobre a relação planta-ambiente e sobre as estratégias de colonização do ambiente terrestre pelas plantas.

Os resultados do trabalho evidenciam a singularidade da Caatinga para a diversidade das espécies de *Riccia* do Brasil (47 % das espécies). Além disso, o grau de endemismo para o táxon é relativamente alto na Caatinga (duas espécies), quando comparado ao de outros domínios fitogeográficos brasileiros, sendo precedido apenas pela Mata Atlântica (três espécies). A Depressão Sertaneja Meridional apresentou a maior riqueza dentre as ecorregiões da Caatinga (14 espécies), seguida por Planalto da Borborema (nove) e Depressão Sertaneja Setentrional (oito). Foi encontrada uma diferenciação da assembleia de *Riccia* entre Caatinga Sedimentares e de Cristalino, como reportado por outros estudos com plantas vasculares. Algo que deve ser destacado é a necessidade de realização de coletas em outras partes da Caatinga (principalmente nas ecorregiões do Complexo de Campo Maior e Dunas do São Francisco) e também em outras regiões do Brasil. Os inventários realizados neste estudo possibilitaram um incremento nos dados sobre distribuição das espécies, com 12 novas ocorrências para os estados do nordeste, duas novas ocorrências para a Caatinga, além de uma nova ocorrência para o Brasil.

Muitas dúvidas taxonômicas surgiram ao longo deste trabalho, desencadeados principalmente por causa da plasticidade fenotípica de algumas espécies; da dificuldade de visualização de importantes caracteres diagnósticos, principalmente nas amostras de herbário; e da existência de incompatibilidades entre as chaves dicotômicas e a descrição dos táxons nas revisões disponíveis para o gênero. Schuster (1992) já relata que o estudo taxonômico de *Riccia* é desafiador, devido tanto a características intrínsecas das espécies (como plasticidade, poliploidia intraespecífica, sazonalidade e falta de esporângios) como por características

extrínsecas. O autor relata que poucos estudantes tem se preocupado com o gênero e muitos, quando o estudam, não fazem descrições detalhadas sobre as variações, tanto morfológicas quanto ambientais. Outro ponto levantado pelo autor é a dificuldade de se trabalhar com material de herbário, principalmente as amostras mais antigas que, muitas vezes, são inadequadas para que o pesquisador identifique a espécie corretamente. Para ele seria importante o cultivo de espécies de *Riccia* pois, além de sempre ter material fresco para a identificação dos táxons, o pesquisador terá chances maiores de, ao longo do ano, conseguir observar os esporos das mesmas, visto que estes são um importante caracter diagnóstico e, infelizmente, em coletas em campo nem sempre é possível encontrá-los nas espécies coletadas.

Além disso, as chaves dicotômicas existentes muitas vezes se iniciam com caracteres do esporófito, que nem sempre estão presentes nas amostras. Nesse sentido, estamos trabalhando na elaboração de uma chave interativa de entradas múltiplas para a identificação das espécies brasileiras do gênero, que esperamos que possa incentivar a coleta e identificação desse táxon por especialistas e amadores.

Das 17 espécies de *Riccia* da Caatinga seis são raras (*satélites*) e destas, cinco foram classificadas em alguma categoria de ameaça (duas Criticamente em Perigo e três Em Perigo). Com relação aos fatores intrínsecos, verificamos uma correlação positiva entre a amplitude de distribuição e os tamanhos do esporo e gametófito; já as variáveis ambientais não representaram o nicho grinnelliano das espécies. Ou seja, as espécies não são ecologicamente equivalentes e atributos das diferentes etapas do seu ciclo de vida são importantes para a configuração de sua distribuição espacial.

Vale ainda destacar a necessidade de maiores pesquisas voltadas para a Caatinga, principalmente no tocante à tomada de ações conservacionistas. Este domínio, que ainda hoje, é o menos estudado, apresenta uma flora fanerogâmica rica (1.512 espécies) e bem diversificada, com alto grau de endemismos (318 endêmicas, *i.e.*, 21% das fanerógamas que ocorrem na Caatinga são endêmicas) (Giulietti et al. 2002; Giulietti et al. 2006). Entretanto, estes dados estão ainda longe de demonstrar a real diversidade existente nesse local e, ao passo que as pesquisas realizadas nesse domínio vão à passos lentos, os processos de degradação no mesmo estão em um ritmo acelerado.

Mais negligenciadas do que as fanerógamas, são ainda mais escassos os trabalhos relativos à brioflora da Caatinga. É possível, caso medidas urgentes visando a conservação desse domínio não sejam tomadas, que muitos táxons se extingam regionalmente antes mesmo que sejam descritos. Em nosso trabalho essa possibilidade ficou evidente, visto o

grande número de amostras cuja a identificação não pode ser realizada (dentre os quais, provavelmente existem espécies novas para a Ciência) e de espécies raras ocorrendo, principalmente, em áreas altamente antropizadas e delimitadas como prioritárias para conservação. Visto o cenário iminente de mudanças climáticas, que causará alterações, talvez irremediáveis, à biodiversidade presente neste domínio, reforçamos ainda mais a necessidade de estudos intensivos sobre a flora criptogâmica da Caatinga, em especial aos grupos formadores de “*soil crusts*”, como é o caso de *Riccia*, que poderão ser um importante aliado no aumento da resiliência de ecossistemas presentes nesse domínio fitogeográfico.

APÊNDICE A - Normas do periódico Phytotaxa

Acesso às normas completas no link: <http://www.mapress.com/phytotaxa/author.htm>

Aim and scope

Phytotaxa is a peer-reviewed, international journal for rapid publication of high quality papers on any aspect of systematic and taxonomic botany, with a preference for large taxonomic works such as monographs, floras, revisions and evolutionary studies and descriptions of new taxa. *Phytotaxa* covers all groups covered by the International Code for Botanical Nomenclature, ICBN (fungi, lichens, algae, diatoms, mosses, liverworts, hornworts, and vascular plants), both living and fossil. *Phytotaxa* was founded in 2009 as botanical sister journal to *Zootaxa*. It has a large editorial board, who are running this journal on a voluntary basis, and it is published by Magnolia Press (Auckland, New Zealand). It is also indexed by SCIE, JCR and Biosis.

All types of taxonomic, floristic and phytogeographic papers are considered, including theoretical papers and methodology, systematics and phylogeny, monographs, revisions and reviews, catalogues, biographies and bibliographies, history of botanical explorations, identification guides, floras, analyses of characters, phylogenetic studies and phytogeography, descriptions of taxa, typification and nomenclatural papers. Monographs and other long manuscripts (of 60 printed pages or more) can be published as books, which will receive an ISBN number as well as being part of the *Phytotaxa* series.

Checklists and vegetation surveys are only included when the data provided in the checklist or survey are analysed and discussed. Data in checklists should be interpreted to make the study relevant for the international botanical community. Range extensions of single species are generally not considered for publication, although exceptions may be possible. Please contact the chief editor before submitting such articles.

Open Access publishing is strongly encouraged for authors who have funding to do so. For those without grants/funds, accepted manuscripts will be published, but access will be secured for subscribers only. All manuscripts will be subjected to peer review by two or more anonymous reviewers before acceptance. *Phytotaxa* aims to publish each paper within two months after the acceptance by the editors. To make this possible, authors are advised to follow the following guidelines carefully and to consult the most recent issues of *Phytotaxa*. Therefore, when preparing your manuscript, please follow this guide carefully. During our first years, its format has varied somewhat, but we are now aiming for more uniformity.

All open access papers are licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 Unported License.

The most recent version of the ICBN should be applied (until 2011, this is the Vienna Code, 2006, after which the Melbourne Code will take precedence). Author(s) of taxon names (from the rank of genus or below) must be provided when the scientific name of any plant species is first mentioned with the year of publication. These are cited as a full reference and should be included in the reference list.

Type of Manuscripts

Based on their length, three categories of papers are considered:

1) Research article

Research articles are significant papers of four or more printed pages reporting original research. Papers between 4 and 59 printed pages are published in multi-paper issues of ca. 60 pages. Monographs (60 or more pages) are individually issued and bound and will receive ISBN numbers as well as being part of the *Phytotaxa* series.

APÊNDICE B - Normas do periódico *Natureza & Conservação*

Acesso às normas completas no link:

http://abeco.org.br/sites/default/files/author_guidelines_N%26C.pdf

Author Guidelines

Aims and Scope

Natureza & Conservação (Brazilian Journal of Nature Conservation, N&C) is a scientific journal devoted to improving theoretical and conceptual aspects of conservation science. It has the main purpose of communicating new research and advances to different actors of society, including the academy, conservationists and practitioners, government and decision-makers. N&C publishes original papers on biodiversity conservation and its implications, including population viability analysis, biological invasion, species distribution modeling, diversity patterns, phylogeography and conservation genetics, reserve design and selection, ecosystem management, conservation policy, among others.

There is no bias towards particular biogeographic regions, organisms or ecosystems, although we expect more submissions from Tropical and Neotropical regions. Scientific papers must focus on new conceptual or methodological developments with practical implications. Case studies will be considered only if inserted in these more general contexts. Authors are encouraged to submit reviews and essays on arising issues, in agreement with the editorial board. Purely descriptive papers will not be considered. Submission Please submit your manuscript through our electronic submission system (<http://www.elsevier.com/ncon>). In the initial e-mail, corresponding author must explicitly state that the manuscript was not submitted to other journal and that all co-authors are aware of the submission. Also in the submission message, authors must indicate three preferred reviewers (along with their e-mails and affiliations), as well as stating if someone is to be avoided as a reviewer (nonpreferred reviewer).

Manuscripts will be screened by the editorial board before being sent out for external review and may be rejected editorially. Editorial reject decisions are based on how well a manuscript fits the scope of the journal as well as on the quality of the manuscript.

Sections

N&C publishes original papers in English, following four formats: Essays & Perspectives will deal with longer essays and reviews (up to 6000 words) updating recent topics of interest in conservation science. Essays & Perspectives will be usually invited, but submissions can be discussed with the editors in advance and suggestions are welcome. Original scientific research will be published in the format of Research Letters, which are short and concise manuscripts with up to 3000 words in length, up to 4 figures and/or tables, and 25 references. Policy forums are brief essays (1000 to 2000 words plus 1-2 figures) for a general audience on issues related to conservation and society. Contributions to this section should clearly articulate the significance of their ideas for conservation policy and practice. Book reviews (up to 2000 words) will be included in the journal on a range of relevant titles that are not more than two years old.

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process.