



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

RAFAEL CAVALCANTE PINHEIRO

RELAÇÃO ENTRE ARIDEZ E FILOGENIA DAS COMUNIDADES DE PLANTAS
AQUÁTICAS

FORTALEZA
2017

RAFAEL CAVALCANTE PINHEIRO

RELAÇÃO ENTRE ARIDEZ E FILOGENIA DAS COMUNIDADES DE PLANTAS
AQUÁTICAS

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas do Departamento de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Lígia Queiroz Matias

FORTALEZA
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- P722r Pinheiro, Rafael Cavalcante.
Relação entre aridez e filogenia das comunidades de plantas aquáticas / Rafael Cavalcante Pinheiro. – 2017.
23 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2017.
Orientação: Profa. Dra. Lígia Queiroz Matias.
1. Ambientes temporários. 2. Estrutura filogenética. 3. Filtros ambientais. 4. Macrófitas aquáticas. 5. Riqueza. I. Título.

CDD 570

RAFAEL CAVANCANTE PINHEIRO

RELAÇÃO ENTRE ARIDEZ E FILOGENIA DAS COMUNIDADES DE PLANTAS
AQUÁTICAS

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas do Departamento de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em 24 / 02 / 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Lígia Queiroz Matias (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará- UFC

Dr.a Ellen Cristina Dantas de Carvalho

Universidade Federal do Ceará- UFC

M.Sc. André Cardoso de Albuquerque

Universidade Federal do Ceará - UFC

Dedico este trabalho a Felix, Luna, Nina,
Diana, Lua, Blackhand, Aggra, Zorro,
Luana e Theo.

Agradecimentos

Agradeço a Prof^a. Dr^a. Lígia Queiroz por toda a vontade de ensinar e aprender, pelas boas risadas mesmo em momentos cruciais, pela paciência nos momentos de estresse, e, principalmente, por sempre acreditar que conseguiríamos fazer um trabalho legal.

Ao grande amigo e parceiro de laboratório André Albuquerque pelas viagens mais “selva” que encarei, pelos momentos de preocupação e paciência com o trabalho e pelo grande interesse em me ajudar.

Aos meus amados pais e irmãos pelo apoio mesmo nos momentos em que me senti desacreditado.

Agradecimentos especiais para a Alice Maria, mulher que me deu o exemplo de como superar obstáculos, não se conformar com pouco e manter a cabeça erguida. Amo você.

Ao grande e melhor amigo que alguém pode ter: Maurício Moreira. Torceu, cobrou, incentivou, cobrou novamente e deu bastante força pra que eu conseguisse continuar.

Agradeço imensamente a Talita Mendes por ser essa companheira que nunca me deixou ficar pra baixo com qualquer adversidade que ocorreu neste longo percurso.

Aos amigos próximos que torceram e me incentivaram a concluir este trabalho.

A Larissa Ibiapina dos Santos pelas boas dicas na área de filogenia, ajudaram bastante.

Resumo

Este é um estudo ecológico e filogenético que evidencia como macrófitas estão distribuídas no ambiente. Ambientes temporários representam um bom modelo de estudo para estrutura de comunidades, pois são abundantes e facilmente replicáveis. Desse modo, esse estudo buscou evidenciar como plantas aquáticas respondem aos diferentes índices de aridez e como sua riqueza está distribuída. Foram encontradas 23 espécies, e, diferente do esperado as lagoas apresentaram padrões filogenéticos dispersos relacionados a competição e não ao gradiente de aridez.

Palavras Chave: ambientes temporários, estrutura filogenética, filtros ambientais, macrófitas aquáticas, riqueza.

Abstract

This ecological and phylogenetic study shows how macrophytes are distributed and organized. Temporary environments represent a good study model for community structure, as they are abundant and easily replicable. Thus, this study sought to show how aquatic plants respond to different aridity indices and how their richness is distributed. Twenty - three species were found and unlike expected the pools presented dispersed phylogenetic patterns related to competition and not to the aridity gradient.

Key words: temporary wetlands, phylogenetic structure, environmental filters, aquatic macrophytes, richness

Sumário

Introdução	10
Materiais e Métodos.....	13
Área de Estudo.....	13
Delineamento Amostral.....	15
Árvore Filogenética.....	15
Resultados e Discussão.....	16
Flora.....	16
Filogenia de Comunidades.....	17
Conclusão.....	21
Referências.....	22

Introdução

Uma das questões centrais dada ecologia vegetal refere-se ao entendimento de como as comunidades interagem com o ambiente em que estão inseridas (Grime, 1977; Reich; Walters; Ellsworth, 1992). Neste contexto, as características intrínsecas das espécies, seja no âmbito morfológico, fisiológico e/ou genético, podem fornecer informações que permitem inferir a respeito das relações das plantas com o meio circundante (Franco *et al.*, 2005; Hoffman; Franco, 2008; Silveira; Oliveira, 2013). Assim como as características do ambiente influenciam nos padrões de distribuição, persistência e sucesso das espécies vegetais nos diversos ambientes (Grime, 1977).

Como as comunidades ecológicas representam conjuntos de populações que co-ocorrem no tempo e no espaço, sendo resultado de processos evolutivos contínuos (Mcpeck; Miller, 1996), a filogenia dos grupos de espécies pertencentes à uma comunidade constitui uma ferramenta que nos permite compreender as relações evolutivas numa perspectiva da biota em conjunto (Webb, 2000). Uma forma de entender os processos que estariam organizando uma comunidade seria, então, conhecer sua estrutura filogenética.

Os trabalhos sobre filogenia de comunidades apresentados por Diaz *et al.* (1999), Webb (2000) e Webb *et al.* (2002) sugeriram que o conhecimento da estrutura filogenética permitiria evidenciar os processos ecológicos que organizaram tal comunidade. Desta forma, por causa do "conservadorismo", ou seja, da permanência dos traços ecológicos dominantes que tenderam a se manter ao longo de linhagens evolutivas de muitas espécies, é esperada uma relação positiva entre a medida de parentesco filogenético destas espécies com suas respectivas histórias de vida e similaridades ecológicas (Harvey; Pagel, 1991; Silvertown *et al.* 1997). Esses estudos combinados também sugeriram que os padrões filogenéticos encontrados poderiam ser uma forma de entendimento dos processos que ocorreram nessas comunidades, mesmo que não seja possível a identificação de traços, dos filtros ambientais ou das interações de espécies operantes em toda sua extensão (Gerhold *et al.* 2015).

A relação entre o ambiente e a abundância e distribuição de organismos sempre foi reconhecida como um fator determinante de padrões. Apesar disto, a aplicação do conceito de filtros ambientais deve ser reservada para casos onde a falha em tolerar o meio abiótico seja a razão para a abstenção de espécies numa comunidade pois, os

dados utilizados para testar a influência biótica ou abiótica são incapazes de confirmar distinção entre esses tipos de filtros (Kraft *et al.* 2015).

Da mesma forma, os processos de dispersão filogenética tendem a ter valor limitado para o entendimento dos processos ecológicos em assembleias. Ao invés disso, esses resultados podem ajudar a compreender processos macroevolutivos, suas respectivas linhagens e esclarecer como as interações locais se processam entre as espécies (Gerhold *et al.* 2015).

Sendo assim, as espécies capazes de sobreviver em um determinado ambiente possuem traços fenotípicos em comum que conferem tolerância abiótica e algumas similaridades tendem a ser observadas entre os membros dessa comunidade. Essa lógica leva a uma das hipóteses mais amplamente testada em estudos de filtragem ambiental: espécies de um determinado local, em dadas dimensões ecológicas, apresentarão uma convergência fenotípica, ou seja, possuirão características semelhantes umas das outras (Weiher; Clarke; Keddy, 1998; Cornwell; Schwilk; Ackerly, 2006; Kraft; Valencia; Ackerly, 2008; Swenson; Enquist, 2009). De acordo com Webb *et al.* (2002), se esses traços apresentarem um sinal filogenético, essas mesmas espécies estarão mais relacionadas evolutivamente do que o esperado, significando padrões de seleção de conjunto em relação ao cenário ambiental no qual a comunidade evoluiu.

Ao considerarmos a existência de padrões de seleção em conjunto em ambientes sazonais, devemos levar em consideração que as variações abióticas são mais intensas devido à rápida mudança na dinâmica desses ambientes (Van der Valk, 1981; Gawne; Scholz, 2006), refletindo num processo de rápida substituição de espécies ao longo do ciclo da lagoa temporária. E, portanto, poucas espécies serão persistentes, indicando que a coexistência será limitada (Tabosa, 2012).

Considerando que filtros abióticos são decisivos para o sucesso de espécies num ambiente escasso, temos como hipótese que as comunidades vegetais nas lagoas temporárias irão apresentar menor riqueza conforme o aumento da aridez, pois nesses ambientes as condições serão mais extremas, dificultando a colonização e estabelecimento de populações.

O presente trabalho visa verificar se há diferenças na distribuição de espécies vegetais em lagoas temporárias de acordo com os diferentes gradientes de aridez do estado do

Ceará. Através desse estudo será possível traçar um padrão de distribuição dessas espécies pelo estado, facilitando a compreensão de suas relações e sua distribuição.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

O Estado do Ceará (Figura 1) é o terceiro maior do nordeste brasileiro, com 75% de sua área total incluída na isoietas abaixo de 800 mm anuais (FUNCEME, 1991) e médias térmicas elevadas, variando de 23° a 27° C, o Ceará apresenta zonas com balanço hídrico anual negativo. De acordo com a classificação climática de Köppen, o Estado apresenta três tipos de clima: semiárido, sub-úmido seco e sub-úmido úmido, havendo uma predominância de aproximadamente 80% como semiárido (Caitano, Lopes, Teixeira, 2011; FUNCEME, 2015).

O clima do Nordeste do Brasil é um dos mais complexos do país, devido à grande área, com diferentes fisionomias de relevo e especialmente a associação de dois sistemas climáticos formados pelos alísios do Nordeste e Sudeste, o que propicia chuvas em diversos períodos do ano e em diferentes quantidades. O clima varia na região, desde o super-úmido, com chuvas de até 2000 mm/ano, até o semiárido, com chuvas entre 300-500 mm/ano, no qual as chuvas ficam restritas a uns poucos meses durante o ano. Desse modo, a disponibilidade de água é o fator mais determinante para a vegetação (de Queiroz; Rapini; Giuliatti, 2005).

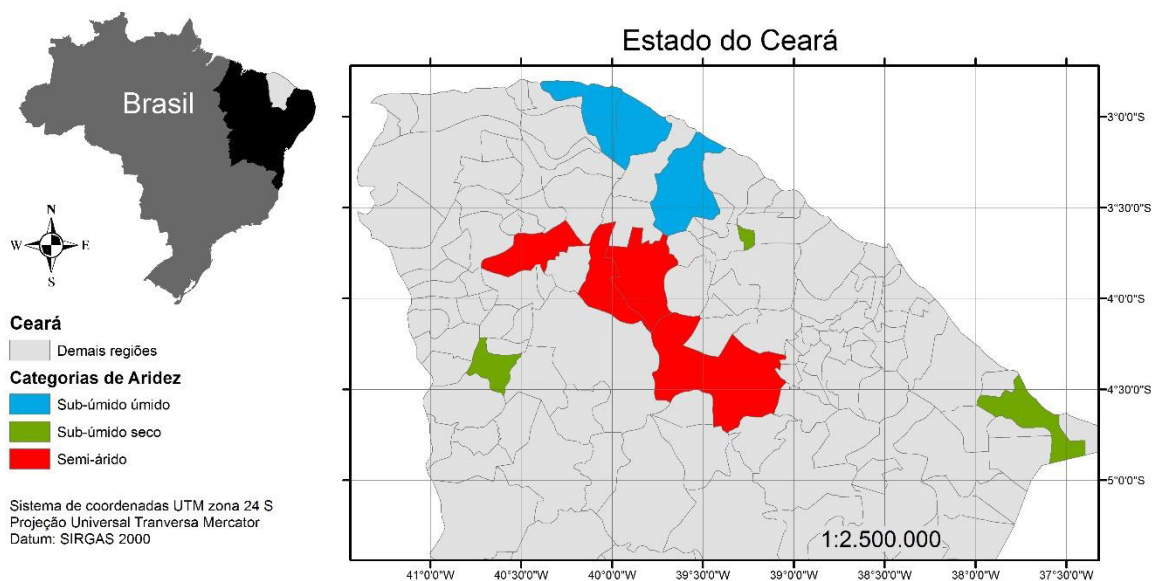


Figura 1. Localização das áreas de estudo divididas pelos índices de aridez (Mod. Funceme, 2015), estado Ceará, região nordeste do Brasil.

Nesta paisagem se encontram as lagoas temporárias, que são ambientes lânticos, formadas pelo processo de barragem do fluxo de água ou o acúmulo em áreas de baixadas, com período de dessecação total na estação seca (Maltchik, 2000; Tabosa *et. al.*, 2012). O estado apresenta a segunda maior quantidade de lagoas intermitentes do Brasil, com cerca de 24340 lagoas (Maltchik, 1999). Lagoas temporárias são comuns em muitas regiões, mas são ecologicamente mais importantes para áreas áridas e semiáridas, onde a disponibilidade de recursos hídricos é limitada (Williams, 1987)

O índice de aridez (IA) criado pela Unep (1992) é calculado pela razão entre pluviometria e evapotranspiração, estabelecendo as seguintes categorias: árido (0-20); semiárido (20-50); sub-úmido seco (50-65); sub-úmido úmido (65-100). Para investigarmos a influência dos níveis de aridez sobre as comunidades de plantas aquáticas em lagoas temporárias foram selecionados um município para cada categoria de aridez no estado do Ceará (Tabela 1), os quais foram identificados através do “Inventário das lagoas intermitentes do semi-árido brasileiro” (Maltchik, 1999).

Tabela 1. Relação dos municípios selecionados segundo os intervalos dos índices de aridez (pluviometria/evapotranspiração).

Categorias de Aridez	Intervalos dos Índices de Aridez por Categoria	Municípios (Índices de Aridez*)
Semiárido	20-49	Sobral (45,6)
Sub-úmido seco	50-64	São Luiz do Curu(52,8)
Sub-úmido úmido	65-100	Itarema (69,2)

*Funceme, 2015

Delineamento Amostral

Em cada município será realizada uma amostragem de três lagoas temporárias de até 4 hectares, totalizando nove amostras (3x3). A coleta de dados ocorreu no período de abril a junho de 2016, correspondendo ao período chuvoso, garantindo assim a amostragem mais diversificada das comunidades. Isto devido às irregularidades pluviométricas anuais registradas no estado (FUNCEME 2015)

As espécies coletadas serão submetidas às técnicas de herborização (Haynes, 1994; Bridson; Forman, 1998), em seguida, serão identificadas, utilizando bibliografia especializada (Renvoize, 1984; Fromm-Trinta, 1985; WIERSEMA, 1987; Adams, 1994; Cook, 1996; Luceño *et al.*, 1997; Pott; Pott, 2000; Matias, 2007). A terminologia taxonômica e abreviações dos nomes dos autores estarão de acordo com Forzza (2011) e APG IV (APG, 2016), respectivamente.

Árvore Filogenética

Os dados florísticos obtidos em cada área foram utilizados para construção de árvores filogenéticas, tendo como base a mega árvore de angiospermas R20120829, usando a ferramenta Phylomatic (Webb & Donoghue, 2005) do programa Phylocom v. 4.1 (Webb, Ackerly & Kembel, 2008). Problemas de ramificação e politomias foram resolvidos através de consulta de literatura específica sobre filogenia: Alismatales (Cusimano *et al.* 2011) e Nymphaeales (Borsch *et al.* 2011; Wiersema, 1987) utilizando o programa Mesquite v. 3.03 (Maddison & Maddison, 2015).

Resultados e Discussão

Flora

A flora encontrada foi representada por 23 espécies pertencentes a 11 famílias (Tabela 2). As famílias mais ricas em espécies foram Nymphaeaceae (4 spp), Pontederiaceae (4 spp), Alismataceae (3 spp) e Araceae (3 spp), compreendendo 60,8% da flora coletada. Em seguida estão Cyperaceae e Marantaceae (2 spp cada), sendo responsáveis por 17,3% da flora coletada. As ordens com maior representatividade foram Alismatales (6 spp) com 26%, Commelinales (4spp) com 17% e Nymphaeales (4 spp) também com 17%.

A riqueza de espécies foi maior em ambientes com índice de aridez mais baixo, sendo que Sobral apresentou riqueza de 16 espécies, São Luís do Curu 12 espécies e Itarema 9 espécies (Tabela 2).

Tabela 2: Formas de vida e distribuição das espécies conforme os índices de aridez.

FAMÍLIA Gênero/Espécie	Semiárido	Subúmido Seco	Subúmido Úmido	Forma de vida
ARACEAE				
<i>Lemna aequinoctialis</i> Welw.	1	0	1	FL
<i>Pistia stratiotes</i> L.	1	1	1	FL
<i>Wolffiella welwitschii</i> (Hegelm.) <i>Monod</i>	1	0	0	FL
ALISMATACEAE				
<i>Echinodorus subalatus</i> (Mart.) <i>Griseb.</i>	1	1	1	E
<i>Hydrocleys martii</i> Seub.	1	0	0	E
<i>Hydrocleys nymphoides</i> (Humb. & <i>Bonpl. ex Willd.) Buchenau</i>	0	1	0	E
CYPERACEAE				
<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) <i>Schult.</i>	0	1	0	E
<i>Eleocharis interstincta</i> (Vahl) Roem. & Schult.	0	0	1	E
FABACEAE				
<i>Neptunia oleracea</i> Lour.	1	1	0	A
LENTIBULARIACEAE				

<i>Utricularia foliosa</i> L.	1	1	0	FL
MARANTACEAE				
<i>Thalia densibracteata</i> Petersen	0	1	0	E
<i>Thalia geniculata</i> L.	1	0	0	E
MENYANTHACEAE				
<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze	1	1	1	FF
NYMPHAEACEAE				
<i>Nymphaea amazonum</i> Mart. & Zucc.	1	1	1	FF
<i>Nymphaea lasiophylla</i> Mart. & Zucc.	1	1	1	FF
<i>Nymphaea prolifera</i> Wiersema	0	0	1	FF
<i>Nymphaea pulchella</i> DC.	0	1	0	FF
ONAGRACEAE				
<i>Ludwigia helmintoriza</i> (Mart.) H.Hara	1	0	0	FL
PONTEDERIACEAE				
<i>Eichhornia diversifolia</i> (Vahl) Urb.	0	1	0	FL
<i>Eichhornia heterosperma</i> Alexander	1	0	0	FL
<i>Eichhornia paniculata</i> (Spreng.) Solms	1	0	1	FL
<i>Pontederia cordata</i> L.	1	0	0	FL
SALVINIACEAE				
<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	1	0	0	FL
Número de espécies	16	12	9	

A = anfíbia, E = emergente, FF = flutuante fixa, FL = flutuante livre

Filogenia de comunidades

As três árvores filogenéticas correspondentes a cada uma das três áreas de estudo estão ilustradas na Figura 2.

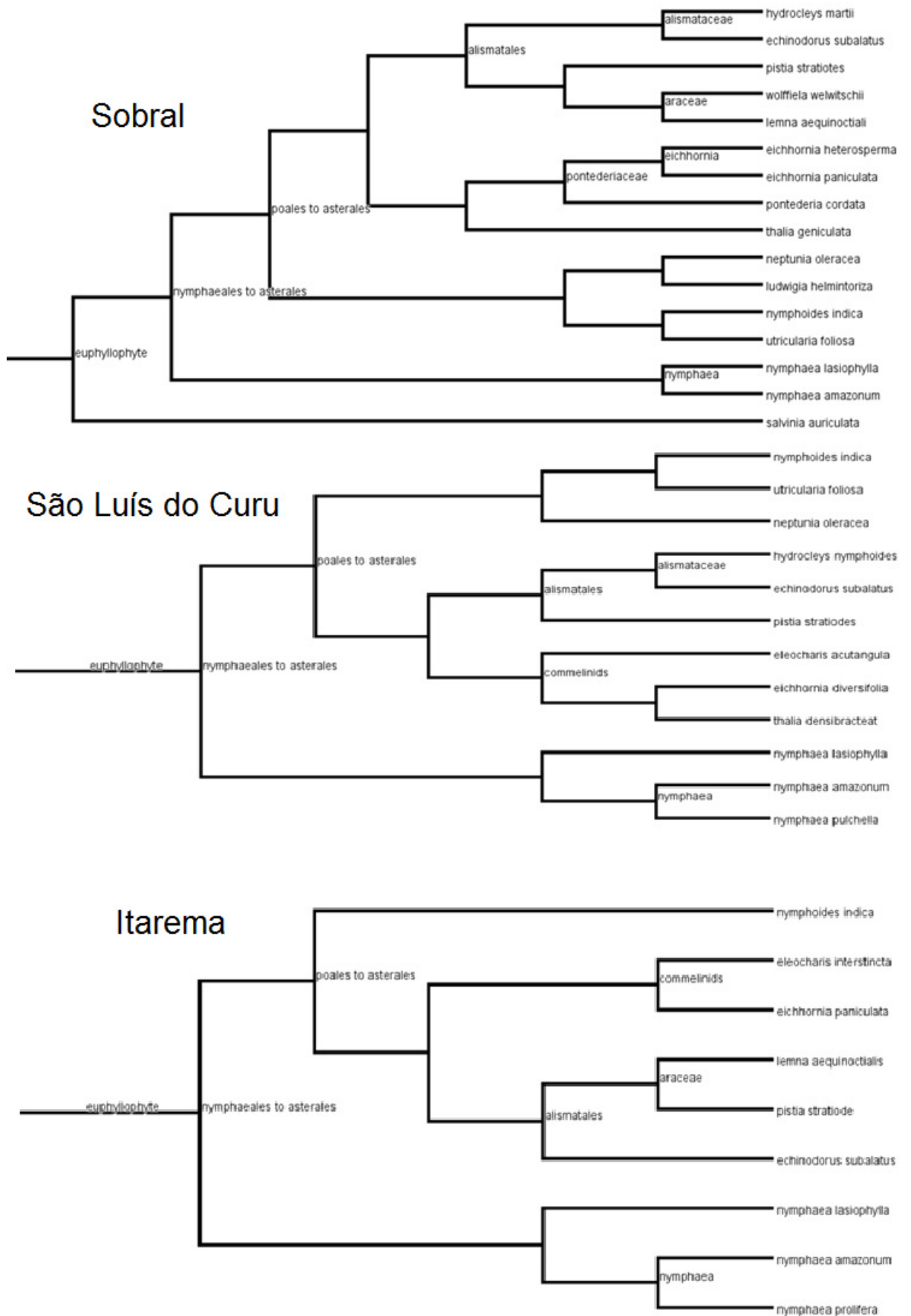


Figura 2. Árvores filogenéticas de cada uma das três áreas de estudo

De maneira geral, os gêneros *Pistia*, *Echinodorus*, *Nymphaea* e *Nymphoides* estiveram presentes nas três regiões, evidenciando maior habilidade para tolerar ambientes áridos.

Os ambientes observados nos três gradientes de aridez são resultados de sucessão e estabilização de grupos ecológicos, pois não apresentaram espécies submersas, mas emergentes ou flutuantes associadas a níveis de incremento no estado trófico, como evidenciado na Tabela 2 (Thomaz & Bini, 1999).

Diferente do que era esperado, a riqueza tendeu a aumentar concomitante à aridez. Isso pode ter acontecido pelo fato de os ciclos hidrológicos nas regiões mais áridas serem mais curtos, resultando num ambiente instável em que as macrófitas morrem antes de se excluírem competitivamente (Tabosa, 2012). Em Itarema, pelo ciclo ser mais longo, é possível observar menos espécies num ambiente mais homogêneo, ou seja, as espécies já se excluíram competitivamente e estão bem definidas no ambiente.

Outro fato que pode ter levado a essa distribuição é a formação de microclimas. A vegetação circundante pode ter oferecido um ambiente com menor intensidade de luz e temperaturas mais amenas nas regiões mais áridas, permitindo que mais espécies vegetais sobrevivam, pois podem oferecer ambientes em que a evapotranspiração é reduzida a níveis não-estressantes (Cancian, Camargo, Henry-Silva, 2009).

É interessante observar, também, que em nas regiões mais quentes a produção de nutrientes dependente de bactérias fixadoras é maior (Derks, 2007). Deve-se salientar que o aporte de nutrientes no solo é dependente das chuvas, sendo que, de maneira geral, as estações chuvosas são irregulares, influenciando diretamente na disponibilidade desses nutrientes (Broeck *et al.*, 2015). Dessa forma, se a oferta desses mesmos nutrientes for um dos fatores limitantes para a manutenção das espécies, seria justificável tal distribuição de riqueza.

As lagoas temporárias do semiárido possuem alta diversidade filogenética com padrões de distribuição disperso e sendo estruturadas principalmente por filtros e fatores bióticos (Ibiapina, 2016). Sendo o índice de aridez um filtro abiótico, é provável que sua influência seja menor sobre as comunidades de macrófitas de lagoas temporárias, agindo como um fator limitante, mas não determinante da riqueza. Um possível estruturador dessa comunidade seria, então, a competição interespecífica, como descrito

para ambientes de distribuição filogenética dispersa (Webb *et al.*, 2002). Podemos evidenciar tal processo ao observarmos a complementaridade das formas de vida na ocupação da coluna d'água, onde há maior aproveitamento do espaço da lagoa, reduzindo o impacto da competição e possibilitando coexistência dessas espécies (Tabosa, 2012).

Conclusão

O presente trabalho foi capaz de evidenciar que o índice de aridez como filtro abiótico não é decisivo para a distribuição de espécies, mas talvez possua influência direta na organização de espécies dentro das assembleias e indireta através dos fixadores de nitrogênio presentes na água. É necessário um estudo maior e continuado das espécies de macrófita do semiárido e como respondem a diferentes tipos de clima. Assim será possível compreender a quais fatores bióticos e abióticos estão mais relacionadas e preservá-las.

Referências

- ABOU-HAMDAN, Hussein et al. Macrophytic communities inhabiting the Huveaune (South-East France), a river subject to natural and anthropic disturbances. **Hydrobiologia**, v. 551, n. 1, p. 161-170, 2005.
- ALLEN, Richard G. et al. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. **FAO, Rome**, v. 300, n. 9, p. D05109, 1998.
- BARBOSA, Daniel Aquino. **Efeitos de fatores ambientais na comunidade de macrófitas em pequenos cursos lóticos perenes subtropicais**. 2013. Dissertação de Mestrado.
- BLAUSTEIN, Leon; SCHWARTZ, Steven S. Why study ecology in temporary pools?. **Israel Journal of Zoology**, v. 47, n. 4, p. 303-312, 2001.
- BORSCH, Thomas et al. Towards a complete species tree of Nymphaea: shedding further light on subg. Brachyceras and its relationships to the Australian water-lilies. **Teloepa**, v. 13, n. 1-2, p. 193-217, 2011.
- BREMER, Birgitta et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 2009.
- CAITANO, Rafaela Ferreira; LOPES, Fernando Bezerra; DOS SANTOS TEIXEIRA, Adunias. Estimativa da aridez no Estado do Ceará usando Sistemas de Informação Geográfica. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Curitiba, PR, Brasil**, p. 8904-8911, 2011.
- CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro et al. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá: Eduem**, p. 59-83, 2003.
- CANCIAN, Leonardo Farage; CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro; SILVA, Gustavo Henrique Gonzaga. Crescimento de Pistia stratiotes em diferentes condições de temperatura e fotoperíodo. **Acta Botanica Brasilica**, p. 552-557, 2009.
- COOK, Christopher DK. **Aquatic plant book**. Amsterdam: SPB Academic Publishing 228p.-. ISBN, 1996.
- CORNWELL, William K.; SCHWILK, Dylan W.; ACKERLY, David D. A trait-based test for habitat filtering: convex hull volume. **Ecology**, v. 87, n. 6, p. 1465-1471, 2006.
- CUSIMANO, Natalie et al. Relationships within the Araceae: comparison of morphological patterns with molecular phylogenies. **American Journal of Botany**, v. 98, n. 4, p. 654-668, 2011.
- DAVIDSE, Gerrit. Flora Mesoamericana. Vol. 6. Alismataceae a Cyperaceae. 1995.
- DE QUEIROZ, Luciano Paganucci; RAPINI, Alessandro; GIULIETTI, Ana Maria. **Rumo ao amplo conhecimento da biodiversidade do semi-árido Brasileiro**. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2005.

DERKS, YANNA MAIA. **Uso da respirometria para avaliar a influência de fatores operacionais e ambientais sobre a cinética de nitrificação**. 2007. Tese de Doutorado. Dissertação) -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

FORZZA, R. C. et al. Lista de espécies da flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2010.

FRANCO, A. C. et al. Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. **Trees**, v. 19, n. 3, p. 326-335, 2005.

FROMM-TRINTA, Elza. Lentibulariaceae do Brasil. Utricularias aquáticas: 1. **Bradea**, v. 4, n. 29, p. 188-210, 1985.

FUNCEME, 1991. Análise preliminar do fator mais provável da medida de tendência central das series anuais de precipitação no Ceará. Fortaleza, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hidricos, 1991.

GAWNE, Ben; SCHOLZ, Oliver. Synthesis of a new conceptual model to facilitate management of ephemeral deflation basin lakes. **Lakes & Reservoirs: Research & Management**, v. 11, n. 3, p. 177-188, 2006.

GERHOLD, Pille et al. Phylogenetic patterns are not proxies of community assembly mechanisms (they are far better). **Functional Ecology**, v. 29, n. 5, p. 600-614, 2015.

GOPAL, Brij; GOEL, Usha. Competition and allelopathy in aquatic plant communities. **The Botanical Review**, v. 59, n. 3, p. 155-210, 1993.

GRIME, Jo P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **The American Naturalist**, v. 111, n. 982, p. 1169-1194, 1977.

HARVEY, Paul H. et al. **The comparative method in evolutionary biology**. Oxford: Oxford university press, 1991.

HOFFMANN, William A.; FRANCO, Augusto C. The importance of evolutionary history in studies of plant physiological ecology: examples from cerrados and forests of central Brazil. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 3, p. 247-256, 2008.

HURLBERT, Stuart H. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. **Ecology**, v. 52, n. 4, p. 577-586, 1971.

IBIAPINA, Larissa dos Santos. **Diversidade filogenética e fatores estruturadores de comunidades de plantas aquáticas em lagoas temporárias**. 2016. Dissertação de Mestrado.

JUNK, Wolfgang J.; PIEDADE, Maria Teresa F. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. In: **The central Amazon floodplain**. Springer Berlin Heidelberg, 1997. p. 147-185.

KRAFT, Nathan JB et al. Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor. **Functional Ecology**, v. 29, n. 5, p. 592-599, 2015.

KRAFT, Nathan JB; VALENCIA, Renato; ACKERLY, David D. Functional traits and niche-based tree community assembly in an Amazonian forest. **Science**, v. 322, n. 5901,

p. 580-582, 2008.

LACOUL, Paresh; FREEDMAN, Bill. Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. **Environmental Reviews**, v. 14, n. 2, p. 89-136, 2006.

MATIAS, Lígia Queiroz. O gênero *Echinodorus* (Alismataceae) no domínio da caatinga brasileira. **Rodriguésia**, p. 743-774, 2007.

MCPEEK, Mark A.; MILLER, Thomas E. Evolutionary biology and community ecology. **Ecology**, v. 77, n. 5, p. 1319, 1996.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N. et al. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of botany**, v. 61, n. 3, p. 167-234, 2013.

PIERCE, Simon et al. Combined use of leaf size and economics traits allows direct comparison of hydrophyte and terrestrial herbaceous adaptive strategies. **Annals of botany**, p. mcs021, 2012.

PIERCE, Simon et al. Allocating CSR plant functional types: the use of leaf economics and size traits to classify woody and herbaceous vascular plants. **Functional Ecology**, v. 27, n. 4, p. 1002-1010, 2013.

POTT, Vali Joana; POTT, Arnildo. **Plantas aquáticas do Pantanal**. EMBRAPA Comunicação para transferência de Tecnologia, 2000.

RAUNKIAER, Christen et al. The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. **The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer.**, 1934.

REICH, P. B.; WALTERS, M. B.; ELLSWORTH, D. S. Leaf life-span in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems. **Ecological monographs**, v. 62, n. 3, p. 365-392, 1992.

RENVOIZE, Stephen Andrew et al. **The grasses of Bahia**. Royal Botanic Gardens, 1984.

SCHEFFER, Marten; JEPPESEN, Erik. Regime shifts in shallow lakes. **Ecosystems**, v. 10, n. 1, p. 1-3, 2007.

SCHEFFER, Marten; VAN NES, Egbert H. Shallow lakes theory revisited: various alternative regimes driven by climate, nutrients, depth and lake size. **Hydrobiologia**, v. 584, n. 1, p. 455-466, 2007.

SCHMIDT, Marco; KÖNIG, Konstantin; MÜLLER, Jonas V. Modelling species richness and life form composition in Sahelian Burkina Faso with remote sensing data. **Journal of Arid Environments**, v. 72, n. 8, p. 1506-1517, 2008.

SCULTHORPE, Cyril Duncan. Biology of aquatic vascular plants. 1967.

SILVEIRA, F. A. O.; OLIVEIRA, E. G. Does plant architectural complexity increase with increasing habitat complexity? A test with a pioneer shrub in the Brazilian Cerrado. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 2, p. 271-277, 2013.

SILVERTOWN, Jonathan; HARPER, John L. **Plant life histories: ecology, phylogeny**

and evolution. Cambridge University Press, 1997.

SWENSON, Nathan G.; ENQUIST, Brian J. Opposing assembly mechanisms in a Neotropical dry forest: implications for phylogenetic and functional community ecology. **Ecology**, v. 90, n. 8, p. 2161-2170, 2009.

TABOSA, Alyne Bezerra; MATIAS, Lígia Queiroz; MARTINS, Fernando Roberto. Live fast and die young: The aquatic macrophyte dynamics in a temporary pool in the Brazilian semiarid region. **Aquatic Botany**, v. 102, p. 71-78, 2012.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 1, p. 103-116, 1998.

VAN DER VALK, A. G. Succession in wetlands: a gleasonian approach. **Ecology**, v. 62, n. 3, p. 688-696, 1981.

VAN DEN BROECK, Maarten et al. Assessing the ecological integrity of endorheic wetlands, with focus on Mediterranean temporary ponds. **Ecological Indicators**, v. 54, p. 1-11, 2015.

WEBB, Campbell O. Exploring the phylogenetic structure of ecological communities: an example for rain forest trees. **The American Naturalist**, v. 156, n. 2, p. 145-155, 2000.

WEBB, Campbell O. et al. Phylogenies and community ecology. **Annual review of ecology and systematics**, v. 33, n. 1, p. 475-505, 2002.

WEBB, Campbell O.; DONOGHUE, Michael J. Phylomatic: tree assembly for applied phylogenetics. **Molecular Ecology Resources**, v. 5, n. 1, p. 181-183, 2005.

WEBB, Campbell O.; ACKERLY, David D.; KEMBEL, Steven W. Phylocom: software for the analysis of phylogenetic community structure and trait evolution. **Bioinformatics**, v. 24, n. 18, p. 2098-2100, 2008.

WEIHER, Evan; CLARKE, GD Paul; KEDDY, Paul A. Community assembly rules, morphological dispersion, and the coexistence of plant species. **Oikos**, p. 309-322, 1998.

WIERSEMA, John H. A monograph of Nymphaea subgenus Hydrocallis (Nymphaeaceae). **Systematic Botany Monographs**, p. 1-112, 1987.

WIKSTRÖM, Niklas; SAVOLAINEN, Vincent; CHASE, Mark W. Evolution of the angiosperms: calibrating the family tree. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 268, n. 1482, p. 2211-2220, 2001.

WILLIAMS, W. D. Biotic adaptations in temporary lentic waters, with special reference to those in semi-arid and arid regions. In: **Perspectives in southern hemisphere limnology**. Springer Netherlands, 1985. p. 85-110.

WILLIAMS, D. Dudley. **The biology of temporary waters**. Oxford University Press, 2006.

WRIGHT, Joseph S. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. **Oecologia**, v. 130, n. 1, p. 1-14, 2002.