



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMÁTICA E EVOLUÇÃO

SAMAMBAIAS E LICÓFITAS: FLORÍSTICA E ASPECTOS
BIOGEOGRÁFICOS NA FLORESTA ATLÂNTICA NO
NORDESTE DO BRASIL

LEANDRO COSTA SILVESTRE

Tese de Doutorado
Natal/RN, fevereiro de 2018

LEANDRO COSTA SILVESTRE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Sistemática e Evolução.

Orientador: Jomar Gomes Jardim

Co-orientador: Sergio Romero da Silva Xavier

NATAL – RN

2018

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Leopoldo Nelson - -Centro de Biociências - CB

Silvestre, Leandro Costa.

Samambaias e Licófitas: florística e aspectos biogeográficos na Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil / Leandro Costa Silvestre. - Natal, 2018.

161 f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução.

Orientador: Prof. Dr. Jomar Gomes Jardim.

Coorientador: Prof. Dr. Sergio Romero da Silva Xavier.

1. Pteridófitas - Tese. 2. Biogeografia - Tese. 3. Florística - Tese. 4. Dinâmica de vegetações - Tese. I. Jardim, Jomar Gomes. II. Xavier, Sergio Romero da Silva. III. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. IV. Título.

RN/UF/BSE-CB

CDU 582.37/.39

LEANDRO COSTA SILVESTRE

SAMAMBAIAS E LICÓFITAS: FLORÍSTICA E ASPECTOS
BIOGEOGRÁFICOS NA FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO
BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Sistemática e Evolução.

Aprovado em: 26/02/ 2018

Comissão examinadora:

Dr. Jomar Gomes Jardim (UFSB)

Dr. Augusto César Pessôa Santiago (UFPE)

Dr. Jefferson Guedes de Carvalho-Sobrinho (UNIVASF)

Dr. Leonardo de Melo Versieux (UFRN)

Dr. Cleber Ibraim Salimon (UEPB)

“O ontem é história, o amanhã é um mistério, mas o hoje é uma dádiva. É por isso que se chama presente” (Oogway)

*Dedico este trabalho aos meus pais,
pelo apoio e incentivo aos estudos na
biologia.*

Agradecimentos

Inicialmente, agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Norte e ao **Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução** por possibilitar este aprimoramento em meus estudos.

Agradeço à **CAPES** pelo fornecimento da bolsa de Doutorado durante à pesquisa.

À coordenação do **PPBio Semiárido** pela oportunidade de acompanhar as coletas e assim visitar algumas áreas de estudo.

Ao **ICMBio** pelas licenças de coletas concedidas e pelo apoio logístico.

Ao **Jomar Gomes Jardim** por possibilitar o aprendizado durante doutorado, como também aceitar a orientação mesmo trabalhando com outro grupo de plantas. Por ter tido paciência nesse processo, pelo apoio e compreensão. E pelo bom exemplo de pesquisador que ama o que faz e que vive pelo que ama.

Ao **Sergio Romero da Silva Xavier**, pelas explicações com a elaboração do projeto e propostas a serem investigas, fato este que norteou essa tese.

Sou grato ao Amigo **Wallace Messias Barbosa São Mateus** pelo companheirismo durante os anos do doutorado, como também pelas sugestões e conselhos dados.

Agradeço imensamente a **Layne Costa Silvestre** pela substancial ajuda nas diversas etapas deste trabalho.

Agradeço também a **Mayara Cristinny Silva de Albuquerque** pelo convívio cordial, afetuoso e prestimoso, por toda a ajuda dada durante este doutorado, como também pelo auxílio na elaboração da parte escrita e eterno apoio moral.

A **Francisco Cesar** pela ajuda nos momentos mais críticos de análise dos dados, principalmente no software. Aos amigos **Randson Modesto Coelho, Frederico Favaro Ribeiro, Raphaela Batista Santos, Thainá Alves Lycarião** pela colaboração na elaboração das planilhas e sugestão de melhorias.

Aos meus companheiros de coleta e pesquisadores **Juan Diego Lourenço de Mendonça e Dayse Leone dos Santos Farias**.

Resumo

As samambaias e licófitas compreendem as plantas vasculares sem sementes, e apresentam a fase esporofítica dominante. Atualmente estão distribuídas em diversas regiões, com maior predominância na região Tropical, ocorrendo principalmente nas florestas úmidas, como a Floresta Atlântica e Amazônica, locais com o registro de 915 e 534 espécies respectivamente no Brasil. São recorrente estudos indicando relações florísticas entre a Floresta Atlântica a Amazônica, de forma que diversas espécies, não apenas de samambaias e licófitas, apresentam ocorrência nestes domínios fitogeográficos. Este trabalho visa registrar a ocorrência de espécies de samambaias e licófitas em remanescentes de Floresta Atlântica nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, destinadas a conservação da biodiversidade e importantes para a formação de corredores na Floresta Atlântica. Por meio da distribuição das espécies da família Pteridaceae foi desenvolvida uma análise de panbiogeografia visando encontrar traços generalizados compatíveis com as rotas para troca de espécies entre a Floresta Atlântica e Amazônica. Considerando que estas rotas seriam viáveis para presença de fragmentos florestais em outros domínios fitogeográficos como a Caatinga, o Cerrado e o Pantanal foi gerada uma modelagem de distribuição dos biomas na América do Sul visando estabelecer a delimitação dos biomas durante o Último Máximo Glacial (período glacial) e durante o Holoceno Médio (período interglacial). O registro de samambaias e licófitas ocorreu em três unidades de conservação, o Parque Nacional de Ubajara, Área de Proteção Ambiental Serra da Meruoca (ambas no Ceará) e a Área de Relevante Interesse Ecológico Mata da Bica (Rio Grande do Norte). Nestas áreas buscou-se visitar o maior número de ambientes possíveis, principalmente aqueles com maior predominância de ocorrência de samambaias e licófitas, o material coletado foi herborizado e depositado nos herbários RN, UFRN, EAC e JPB. Para a análise de panbiogeografia foi elaborada uma planilha com o registro de espécies de Pteridaceae ocorrentes na Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil e posteriormente foram elaborados traços individuais, generalizados e nos panbiogeográficos por meios dos softwares Martitracks e Quantum Gis. Para a modelagem da distribuição dos biomas durante o período glacial e interglacial, foi utilizado o software Maxent, com o algoritmo de mesmo nome e o software Openmodeller com o algoritmo de distância ambiental. A flora registrada na Área de Relevante interesse ecológico (ARIEC) da Mata da Bica e Área de Proteção Ambiental (APA) Serra da Meruoca corresponde a 17 espécies de samambaias e uma licófitas. De acordo com a análise de similaridade foi observada uma maior similaridade florística entre as áreas da APA Serra da Meruoca e ARIEC Mata da Bica com áreas do domínio fitogeográfico da Caatinga, mesmo ocorrendo em fitofisionomia da Floresta Atlântica. Por meio da análise de Panbigeografia foi identificado que as homologias espaciais encontradas através dos traços generalizadas, corroboram com as rotas principais para o intercâmbio de espécies entre as Florestas Atlântica e Amazônica. Em relação com a delimitação dos biomas durante os períodos glaciais e interglaciais foi observada que maioria das áreas dos biomas analisados apresentaram expansão durante o Holoceno Médio em comparação com o Último Máximo Glacial. A expansão ocorreu nas Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas (19,52%), Pradarias, Savanas e Matagais Temperados (12,12%) e Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Secas (8,76%). Ocorreu retração nos Pradarias e Savanas Alagadas (1,25%) e Pradarias, Savanas e Matagais Tropicais e Subtropicais (6,38%). Também foram registradas áreas de estabilidade de florestas úmidas que poderiam atuar como pontes para a troca de espécies.

Palavras-Chave: panbiogeografia, glaciação, pteridófitas, dinâmica de vegetação, florística

Abstract

The ferns and lycophytes comprise the seedless vascular plants and present the dominant sporophytic phase. They are currently distributed in several regions, with a greater predominance in the Tropical region, occurring mainly in the humid forests, such as the Atlantic and Amazonian Forest, with 915 and 534 species recorded respectively in Brazil. This work aims to record the occurrence of fern and lycophyte species in remnants of the Atlantic Forest in the states of Rio Grande do Norte and Ceará, for the conservation of biodiversity and important for the formation of corridors in the Atlantic Forest. Through the distribution of the species of the family Pteridaceae an analysis of panbiogeography was developed aiming to find generalized tracks compatible with the routes for species exchange between the Atlantic and Amazonian Forest. Considering that these routes would be viable for the presence of forest fragments in other phytogeographic domains such as the Caatinga, Cerrado and Pantanal, a biome distribution model was generated in South America in order to establish the biome delimitation during the Last Glacial Maximum (glacial period) and during the Mid Holocene (interglacial period). The registration of ferns and lycophytes occurred in three conservation units, the Ubajara National Park, the Environmental Protection Area (EPA) Serra da Meruoca (both in Ceará) and the Relevant Ecological Interest Area (REIA) Mata da Bica (Rio Grande do Norte). In these areas, the greatest number of environments possible were visited, mainly those with the highest occurrence of ferns and lycophytes, the material collected was herborized and deposited in the RN, UFRN, EAC and JPB herbarium. For the analysis of panbiogeography, a spreadsheet with the record of Pteridaceae species occurring in the Northern Atlantic Forest was elaborated then individual tracks, generalized and panbiogeographic nodes were elaborated by means of the Martitracks and Quantum Gis softwares. For the modeling of the biomes distribution during the glacial and interglacial period, the Maxent software was used, with the algorithm of the same name and the Openmodeller software with the environmental distance algorithm, was used. The flora recorded in the REIA Mata da Bica and EPA Serra da Meruoca corresponds to 17 species of ferns and one lycophyte. According to the similarity analysis, a greater floristic similarity was observed between the EPA Serra da Meruoca and REIA Mata da Bica with areas of the Caatinga phytogeographic domain, even occurring in the Atlantic Forest phytophysiology. Through the analysis of Panbiogeography it was identified that the spatial homologies found through generalized tracks, corroborate with the main routes for the interchange of species between the Atlantic and Amazonian Forests. In relation to the delimitation of the biomes during the glacial and interglacial periods, it was observed that most areas of the analyzed biomes showed expansion during the Mid Holocene in comparison with the Last Glacial Maximum. Expansion occurred in the Tropical and Subtropical Moist Broadleaf Forests (19.52%), Grasslands, Savannas and Temperate Shrublands (12.12%), and Tropical and Subtropical Dry Broadleaf Forests (8.76%). There was retraction in the Flooded Grasslands and Savannas (1.25%) and Tropical & Subtropical Grasslands, Savannas & Shrublands (6.38%). Areas of stability of wet forests that could act as bridges for species exchange were also recorded.

Keywords: panbiogeography, glaciation, pteridophytes, vegetation dynamics, floristics

Sumário

1. Introdução Geral	11
<i>Panorama Geral das Samambaias e licófitas na Floresta Atlântica</i>	11
<i>Panbiogeografia de Croizat</i>	13
<i>Modelos de distribuição de espécies</i>	14
Objetivo	16
Referências bibliográficas	17
2. SIMILARIDADE FLORÍSTICA DE SAMAMBAIAS E LICÓFITAS EM REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA SETENTRIONAL	24
3. SAMAMBAIAS DO PARQUE NACIONAL DE UBAJARA, ESTADO DO CEARÁ-BRASIL	46
4. ANÁLISE DE TRAÇOS DE ESPÉCIES DE PTERIDACEAE OCORRENTES EM ENCRAVES DE FLORESTA ATLÂNTICA.....	68
5. PALEODISTRIBUIÇÃO DE BIOMAS NA AMÉRICA DO SUL DURANTE PLEISTOCENO E HOLOCENO	102
Considerações finais	129
Apêndices	131
Anexos.....	136

1. Introdução Geral

Panorama Geral das Samambaias e licófitas na Floresta Atlântica

São conhecidas 12.240 espécies de samambaias e licófitas em todo o mundo (MORAN, 2008), que podem ocorrer em uma enorme variedade de habitats, diferentes altitudes, distribuindo-se por áreas tropicais e subtropicais até regiões temperadas, entretanto ocorrem com maior frequência em ambientes tropicais (WINDISCH, 1992). A forte dependência por umidade dá-se pela necessidade de água durante a reprodução sexual, pois apresentam gametas flagelados e fecundação externa (PÁUSAS & SÁEZ, 2000), observa-se também a existência de espécies adaptadas a condições xéricas (XAVIER, 2007; XAVIER *et al.*, 2012), porém em menor número.

Prado & Sylvestre (2010) registraram a ocorrência de 1.176 espécies sendo 123 licófitas e 1.053 samambaias para o Brasil. Sendo a Floresta Atlântica o domínio fitogeográfico de maior riqueza, com 840 espécies de samambaias e licófitas, distribuídas em 116 gêneros e 33 famílias, destacando-se Pteridaceae (133 spp.), Dryopteridaceae (126 spp.), Polypodiaceae (112 spp.), Thelypteridaceae (78 spp.), Lycopodiaceae (41 spp.), como as famílias mais representativas. Quanto aos gêneros abundantes em espécies evidenciou-se *Thelypteris* (78 spp.), *Elaphoglossum* (62 spp.), *Asplenium* (55 spp.) *Adiantum* (41 spp.), *Anemia* (39 spp.). Prado *et al.* (2015) realizaram uma atualização sobre a diversidade de samambaias e licófitas no Brasil, incluindo novos dados de coletas, listas de verificação regionais, revisões taxonômicas. Os resultados mostraram um aumento de 6,5% no número de espécies (1.253 espécies: 1.111 de samambaias e 142 de licófitas). As dez famílias mais diversas foram Pteridaceae (196 spp.), Dryopteridaceae (179 spp.), Polypodiaceae (164 spp.), Hymenophyllaceae (90 spp.), Thelypteridaceae (86 spp.), Aspleniaceae (78 spp.), Lycopodiaceae (64 spp.), Selaginellaceae (55 spp.), Anemiaceae (51 spp.) e Cyatheaceae (45 spp.). Os três gêneros mais diversos são *Elaphoglossum* (87 spp.), *Thelypteris* (85 spp.) e *Asplenium* (74 spp.). O domínio fitogeográfico mais rico continuou sendo Floresta Atlântica com 883 espécies (aumento de 4.6%). Atualmente, de acordo com a Flora do Brasil (2018) são registradas 1.346 espécies de samambaias e licófitas, sendo a Floresta Atlântica o domínio fitogeográfico com maior número de espécies (915 spp.).

Quando considerada apenas a Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco, obtêm-se um registro de 384 espécies de samambaias e licófitas (SANTIAGO, 2006), sendo que os estados de Pernambuco e Ceará são apresentam maior número de inventários

(BARROS *et al.*, 2002; PAULA-ZÁRATE 2004; XAVIER & BARROS, 2005; PAULA-ZÁRATE *et al.* 2007)

Na Floresta Atlântica Setentrional (distribuída pela região Nordeste do Brasil), foram produzidos trabalhos com características quanto a distribuição geográfica das espécies de samambaias e licófitas, *eg.* Paula-Zárate (2004), Pietrobon & Barros (2006), Santiago (2006), Pereira *et al.* (2011), Silva (2014). Estudos quanto a fenologia foram elaborados por Farias & Xavier (2011a, 2011b), Souza *et al.*, (2013). No entanto prevalecem os estudos com características ecológicas e florísticas, como os de Pietrobon & Barros (2007), Barbosa *et al.* (2011), Barros & Xavier (2013), Lourenço & Xavier (2013), Silvestre *et al.* (2013), Silvestre & Xavier (2013), Santiago *et al.* (2014a, 2014b), Goetz & Xavier (2015).

Na Floresta Atlântica Setentrional, destacam-se as florestas montanas conhecidas como “Brejos de Altitude” (TABARELLI & SANTOS, 2004). Os Brejos de Altitude compõem áreas com riqueza expressiva de espécies devido às condições locais como umidade e temperatura. Estas áreas correspondem a remanescentes da Floresta Atlântica Setentrional que constituem verdadeiras “ilhas” de florestas úmidas, nos domínios da Caatinga, com condições climáticas atípicas das regiões semiáridas (ANDRADE-LIMA, 1982). Os Brejos de Altitude ocupam as áreas mais elevadas de áreas como o Planalto da Borborema, a Chapada do Araripe, a Serra da Ibiapaba e Maciço de Baturité (TABARELLI & SANTOS, 2004).

Abordando as samambaias e licófitas, Prado & Hirai (2014) afirmam que há uma enorme lacuna na literatura para postular evolução, radiação e especiação nesses grupos de plantas da América do Sul. De acordo com Tryon (1972) as samambaias tropicais estão concentradas em três regiões primárias México, Andes e Brasil (principalmente Floresta Atlântica). Sendo duas regiões relevantes para especiação das espécies, a Floresta Atlântica e os Andes (da Venezuela ao Sul da Bolívia).

Analisando a Floresta ao norte do Rio São Francisco, Santiago (2006), destaca que os Brejos de Altitude no estado do Ceará e Paraíba apresentam similaridade com a flora da Amazônia. Enquanto que o Centro de endemismo Pernambuco e os Brejos de Buíque, Brejo da Madre de Deus, Serra Negra de Bezerros, em Pernambuco, apresentaram maior similaridade florística com áreas de Floresta Atlântica da região sudeste.

Esta relação florística tem sido observada em vários estudos (ANDRADE-LIMA, 1966; HAFFER, 1969; SALO, 1987; HAFFER & PRANCE, 2002; SANTOS *et al.* 2007) que apontam que as florestas úmidas da América do Sul apresentaram períodos de retração e expansão, entretanto, a localização e a extensão dessas áreas ainda é controversa

(COLINVAUX & OLIVEIRA, 2000; ZHANG *et al.*, 2015; LEITE *et al.*, 2016). Apesar de atualmente encontrarem-se disjuntas pela diagonal seca da América do Sul (Caatinga, Cerrado e Chaco) (PRADO, 2000; PENNINGTON & RATTER, 2006), em momentos passados foi possível uma maior conexão e troca de espécies entre estas entre a Floresta Atlântica e Amazônica (AULER *et al.*, 2004; BATALHA-FILHO & MIYAKI, 2011; BATALHA-FILHO *et al.*, 2013; BUSO JUNIOR *et al.*, 2013) nos eventos ocorrentes durante o Quaternário. Mudanças na distribuição das espécies, oriundas das variações do nível do mar também influenciara na distribuição das espécies. De acordo como LEITE *et al.*, (2016), os efeitos das alterações do nível do mar, propiciaram a ocupação da plataforma continental emergente durante a máxima glacial do Cenozoico.

Panbiogeografia de Croizat

A biogeografia de vicariância busca fornecer explicação para a distribuição da biota em uma determinada área através da análise de padrões de distribuição geográfica. Ao ponto que a explicação para a distribuição da biota da Terra é baseada na premissa de que a vida evolui em etapas junto com a evolução da geografia do planeta (CRISCI *et al.*, 2006). Divergindo do conceito dispersalista, Croizat (1964) introduziu uma nova abordagem sobre distribuição da biodiversidade, o pensamento vicariante. Desta forma, Croizat elaborou o método da Panbiogeografia (Panbiogeography), de modo que a distribuição de diferentes táxons é utilizada para compreender eventos de vicariância ou de homologia espacial.

O método consiste de três etapas; os traços individuais, traços generalizados e os nós biogeográficos. Os traços individualizados correspondem a um conjunto de linhas que unem as ocorrências de uma determinada espécie, entretanto a união entre os pontos tem por base a menor distância. A formação de múltiplos traços individualizados similares em distribuição constituem os traços generalizados. Estes traços generalizados são interpretados como padrões de distribuições atuais de biotas pretéritas que foram fragmentadas (CRAW *et al.*, 1999). Os nós biogeográficos são as interseções entre múltiplos traços generalizados, que indicam áreas biologicamente estáveis, geologicamente complexas ou de elevada biodiversidade (CRAW *et al.*, 1999; MORRONE, 2000).

O método proposto por Croizat recebeu questionamentos quanto a aplicação do metodológica e computacional do método (CRAW & WESTON, 1984; SEBERG, 1986; HEADS, 2015). Entretanto, devido aos avanços na implementação dos métodos panbiogeográficos e a ampla discussão, sua aplicação foi aceita, destacando o seu uso nos mais diversos tipos de estudos (HEADS, 2015; ESCALANTE *et al.*, 2016). A ausência de

métodos quantitativos também já foi um questionamento sobre o método, contudo, Escalante *et al.* (2016) demonstram o método apresenta metodologias formais com suporte matemático para análise de traços, algoritmos computacionais, como também apresenta softwares compatíveis a análise.

Uma das aplicações do método é a elaboração da regionalização das áreas biogeográficas da América do Sul, dos Andes e Caribe (MORRONE, 2001, 2006, 2014, 2015) e campos de altitude e bosques da Cordilheira Pampeana (MARTÍNEZ *et al.*, 2017). Entre os estudos mais recentes utilizando o método de Croizat em estudos sobre a distribuição geográfica podem ser mencionados os de Romano *et al.* (2017), abordando a distribuição de fungos agaricídicos da Patagônia; Florentin *et al.* (2016) com *Galianthe* (Rubiaceae: Spermaceae); Martínez-Aquino *et al.* (2017) , testando a biogeografia histórica de Temnocephalida (Platyhelminthes, Rhabdocoela) com a hipótese da Gondwana; Absolon *et al.* (2016), reconhecendo os padrões de ungulados vivos na região neotropical; Ramírez-Barahona & Luna-Vega, (2015), estudando os padrões geográficos de diferenciação das Cyatheales na América Tropical; Arana *et al.* (2013), com a aplicação de traços e análise de parcimônia da flora endêmica de samambaias de Córdoba e finalmente, Kutschker & Morrone (2012), considerando padrões biogeográficos de *Valeriana* (Valerianaceae) para inferir os processos associados com a complexa evolução geobiótica do sul da América do Sul

O método de Panbiogeografia também pode ser aplicado a outras formas de análise, tal como estudos ligados identificação de áreas prioritárias. Assim, trabalhos foram desenvolvidos por Grehan, (1989); Vega *et al.* (2000); Arzamendia & Giraud, (2011); Maltchik *et al.* (2012); Ferretti *et al.* (2014). Quanto aos estudos aplicados sobre as condições paleoambientais tem-se Crisci *et al.*, (2001) e Ferretti *et al.* (2012).

Modelos de distribuição de espécies

Outro método utilizado em estudos ecológicos e biogeográficos, são os modelos de distribuição de espécies (modelagem de nicho ecológico). O conceito de nicho da espécie inclui os intervalos das condições ambientais necessárias adequadas para a ocorrência da espécie (HUTCHINSON, 1944).

Os modelos de nicho ecológicos utilizam dados de ocorrência de espécies ou de áreas em conjunto com dados ambientais para elaborar um modelo correlativo das condições ambientais, que suprem os requisitos ecológicos do que está sendo avaliado (WARREN & SEIFERT, 2011).

A modelagem de nicho tem sido amplamente utilizada nas últimas décadas (GIANNINI *et al.*, 2012): na modelagem de nicho de espécies invasoras (PETERSON *et al.*, 2003; FONSECA *et al.*, 2006; GIOVANELLI *et al.*, 2007; WOLMARANS *et al.*, 2010; VILLEMANT *et al.*, 2011), na conservação de espécies (ENGLER *et al.*, 2004; GUISAN *et al.*, 2006; PAPEŞ & GAUBERT, 2007; SATTLER *et al.*, 2007), na mudança de distribuição de espécies em decorrência de alterações climáticas (PETERSON *et al.*, 2002; PEARSON & DAWSON, 2003; KHANUM *et al.*, 2013) e modelos de distribuição pretérita de espécies ou fitofisionomias (CARNAVAL & MORITZ, 2008; THOMÉ *et al.*, 2010; ARRUDA *et al.*, 2017).

Esta tese se propõe a apresentar dados florísticos e biogeográficos sobre as samambaias e licófitas da Floresta Atlântica Setentrional visando registrar a ocorrência de espécies de samambaias e licófitas em remanescentes de Floresta atlântica classificadas com relevantes para a conservação e corroborar rotas para a troca de espécies entre a Floresta Atlântica e Amazônica por meio do método de panbiogeografia.

Buscando compreender como as variações climáticas durante o Pleistoceno e Holoceno influenciaram nos biomas da América do Sul, e conseqüentemente a flora pteridofítica, foi elaborado um modelo de paleodistribuição dos principais biomas da América do Sul.

O primeiro capítulo desta tese apresenta a flora de samambaias encontradas em um remanescente de Floresta Atlântica no estado Ceará, o Parque Nacional de Ubajara. O segundo capítulo avalia a similaridade de samambaias e licófitas encontradas na Área de Relevante Interesse Ecológico Mata da Bica (Rio Grande do Norte) e a Área de Proteção Ambiental Serra da Meruoca (Ceará), visando compara sua flora com áreas semiáridas e úmidas no Nordeste do Brasil. O Terceiro capítulo apresenta modelos panbiogeográficos em conjunto com a modelagem de nicho para as espécies da família Pteridaceae ocorrente nos encaves de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil visando avaliar a compatibilidade de rotas para a troca de espécies entre a Floresta Atlântica e Amazônica. O quarto capítulo visa apresentar um modelo de paleodistribuição dos principais biomas da América do Sul para verificar as áreas de estabilidade histórica entre as Floresta Úmidas da América do Sul e avaliar a variação nestes biomas durante o Último Máximo Glacial e Holoceno Médio.

Objetivo

Este trabalho visa apresentar a riqueza de áreas com déficit de conhecimento e destinadas a conservação; elaborar modelos de paleodistribuição, buscando evidenciar conexões pretéritas entre florestas úmidas da América do Sul por meio da família Pteridaceae; elaborar modelos de distribuição dos principais biomas da América do Sul para testar compatibilidade de refúgios florestais e a existência de florestas disjuntas que pudessem atuar na troca da biota entre Floresta Tropicais Úmidas da América do Sul.

Referências bibliográficas

- ABSOLON, B.A., GALLO, V., & AVILLA, L.S. (2016) Distributional patterns of living ungulates (Mammalia: Cetartiodactyla and Perissodactyla) of the Neotropical region, the South American transition zone and Andean region. **Journal of South American Earth Sciences**, 71, 63–70.
- ANDRADE-LIMA, D. DE (1966) Contribuição ao estudo do paralelismo da flora Amazônico-Nordestina. **Boletim do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco**, 19, 1–30.
- ANDRADE-LIMA, D. DE (1982) Present-day forest refuges in northeastern Brazil. **Biological diversification in the tropics** pp. 245–251. Prance, G. T., New York, NY.
- ARANA, M.D., PONCE, M., MORRONE, J.J., & OGGERO, A.J. (2013) Patrones biogeográficos de los helechos de las Sierras de Córdoba (Argentina) y sus implicancias en la conservación. *Gayana. Botánica*, 70, 358–377.
- ARRUDA, D.M., FERNANDES-FILHO, E.I., SOLAR, R.R.C., & SCHAEFER, C.E.G.R. (2017) Combining climatic and soil properties better predicts covers of Brazilian biomes. **The Science of Nature**, 104, 1-10.
- ARZAMENDIA, V. & GIRAUDO, A.R. (2011) A panbiogeographical model to prioritize areas for conservation along large rivers. **Diversity and Distributions**, 18, 168–179.
- AULER, A.S., WANG, X., EDWARDS, R.L., CHENG, H., CRISTALLI, P.S., SMART, P.L., & RICHARDS, D.A. (2004) Quaternary ecological and geomorphic changes associated with rainfall events in presently semi-arid northeastern Brazil. **Journal of Quaternary Science**, 19, 693–701.
- BARBOSA, M. R. V. THOMAS, W. W. ZARATE, E. P. L. LIMA, R. B. AGRA, M. F. LIMA, I. B. PESSOA, M. C. R. LOURENÇO, A. R. PONTES, R. A. S. CHAGAS, E. C. O. GADELHA NETO, P. C. ARAUJO, C. M. L. R. Araújo, A. A. M. FREITAS, G. B. SILVA, F. O. VIEIRA, L. A. F. DURÉ, R. C. COSTA, R. M. T. . Checklist of the Vascular Plants of the Guaribas Biological Reserve, Paraíba, Brazil. **Revista Nordestina de Biologia**, v.20, p. 79-106, 2011
- BARROS, I.C.L., SANTIAGO, A.C.P., XAVIER, S.R.S., PIETROBOM, M.R., & LUNA, C.P.L. (2002) **Diversidade e aspectos ecológicos das pteridófitas (avencas, samambaias e plantas afins) ocorrentes em Pernambuco**. Atlas de Biodiversidade de Pernambuco. Ed. Massangana e SECTMA, Recife, 153–172.
- BARROS, S.C.A. DE & XAVIER, S.R. DA S. (2013) Samambaias em remanescente de Floresta Atlântica Nordestina (Parque Estadual Mata do Xém-Xém, Bayeux, Paraíba). **Pesquisas: Botânica, Porto Alegre**, 64, 207–224.
- BATALHA FILHO, H. & MIYAKI, C.Y. (2011) Filogeografia da Mata Atlântica. **Revista da Biologia**, Esp, 31–34.
- BATALHA-FILHO, H., FJELDSÅ, J., FABRE, P.-H., & MIYAKI, C.Y. (2013) Connections between the Atlantic and the Amazonian forest avifaunas represent distinct historical events. **Journal of Ornithology**, 154, 41–50.

- BUSO JUNIOR, A. A., PESSEDA, L. C. R., DE OLIVEIRA, P. E., GIANNINI, P. C. F., COHEN, M. C. L., VOLKMER-RIBEIRO, C., ... & SCHIAVO, J. A. (2013). Late Pleistocene and Holocene vegetation, climate dynamics, and Amazonian taxa in the Atlantic Forest, Linhares, SE Brazil. **Radiocarbon**, 55, 1747-1762.
- CARNAVAL, A.C. & MORITZ, C. (2008) Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. **Journal of Biogeography**, 35, 1187–1201.
- COLINVAUX, P.A. & OLIVEIRA, P.E.D. (2000) Palaeoecology and climate of the Amazon basin during the last glacial cycle. **Journal of Quaternary science**, 15, 347–356.
- CRAW, R.C., GREHAN, J.R., & HEADS, M.J. (1999) **Panbiogeography: tracking the history of life**. Oxford University Press,
- CRAW, R.C. & WESTON, P. (1984) Panbiogeography: a progressive research program? **Systematic Biology**, 33, 1–13.
- CRISCI, J.V., FREIRE, S.E., SANCHO, G., & KATINAS, L. (2001) Historical biogeography of the Asteraceae from Tandilia and Ventania mountain ranges (Buenos Aires, Argentina). **Caldasia**, 21–41.
- CRISCI, J.V., SALA, O.E., KATINAS, L., & POSADAS, P. (2006) Bridging historical and ecological approaches in biogeography. **Australian Systematic Botany**, 19, 1–10.
- CROIZAT, L. (1964) **Space, Time, Form: The Biological Synthesis. thesis. Published** by the author, Caracas,
- ENGLER, R., GUIBAN, A., & RECHSTEINER, L. (2004) An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. **Journal of applied ecology**, 41, 263–274.
- ESCALANTE, T., NOGUERA-URBANO, E.A., PIMENTEL, B., & AGUADO-BAUTISTA, O. (2016) Methodological Issues in Modern Track Analysis. **Evolutionary Biology**, 44, 284–293.
- FARIAS, R.D.P. & XAVIER, S.R. DA S. (2011a) Aspectos fenológicos de *Thelypteris interrupta* (Willd.). Iwats (Thelypteridaceae) na Floresta Atlântica Nordeste, Paraíba, Brasil doi: 10.5007/2175-7925.2011v24n2p91. **Biotemas**, 24, 91–96.
- FARIAS, R.D.P. & XAVIER, S.R. DA S. (2011b) Fenologia e sobrevivência de três populações de *Samambaias* em remanescente de Floresta Atlântica Nordeste, Paraíba, Brasil. **Biotemas**, 24, 13–20.
- FERRETTI, N., GONZÁLEZ, A., & PÉREZ-MILES, F. (2012) Historical biogeography of mygalomorph spiders from the peripampasic orogenic arc based on track analysis and PAE as a panbiogeographical tool. **Systematics and Biodiversity**, 10, 179–193.
- FERRETTI, N., GONZÁLEZ, A., & PÉREZ-MILES, F. (2014) Identification of priority areas for conservation in Argentina: quantitative biogeography insights from mygalomorph spiders (Araneae: Mygalomorphae). **Journal of Insect Conservation**, 18, 1087–1096.
- FLORA DO BRASIL (2018). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 23 Abr. 2018

- FLORENTIN, J.E., ARANA, M.D., & SALAS, R.M. (2016) Análisis panbiogeográfico del género *Galianthe* subgénero *Ebelia* (Rubiaceae). **Rodriguésia**, 67, 437–444.
- FONSECA, R.L., GUIMARÃES JR, P.R., MORBILO, S.R., SCACHETTI-PEREIRA, R., & PETERSON, A.T. (2006) Predicting invasive potential of smooth crotalaria (*Crotalaria pallida*) in Brazilian national parks based on African records. **Weed science**, 54, 458–463.
- GIANNINI, T.C., SIQUEIRA, M.F., ACOSTA, A.L., BARRETO, F.C.C., SARAIVA, A.M., & SANTOS, I.A. DOS (2012) Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, 63, 733–749.
- GIOVANELLI, J.G., HADDAD, C.F., & ALEXANDRINO, J. (2007) Predicting the potential distribution of the alien invasive American bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in Brazil. **Biol Invasions**, 10, 585–590.
- GOETZ, M.N.B. & XAVIER, S.R. DA S. (2015) Anemiaceae Link da Paraíba: Riqueza, Distribuição Geográfica, Conservação e Chave de Identificação. **Pesquisas, Botânica**, 68, 363–374.
- GREHAN, J.R. (1989) Panbiogeography and conservation science in New Zealand. **New Zealand Journal of Zoology**, 16, 731–748.
- GUISAN, A., BROENNIMANN, O., ENGLER, R., VUST, M., YOCCOZ, N.G., LEHMANN, A., & ZIMMERMANN, N.E. (2006) Using niche-based models to improve the sampling of rare species. **Conservation biology**, 20, 501–511.
- HAFFER, J. (1969) Speciation in Amazonian forest birds. **Science**, 165, 131–137.
- HAFFER, J. & PRANCE, G.T. (2002) Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos Refúgios da diferenciação biótica. **Estudos Avançados**, 16, 175–206.
- HEADS, M. (2015) Panbiogeography, its critics, and the case of the ratite birds. **Australian Systematic Botany**, 27, 241–256.
- HUTCHINSON, G.E. (1944). Limnological studies in Connecticut, VII. **Ecology** 25, 3-26.
- KHANUM, R., MUMTAZ, A.S., & KUMAR, S. (2013) Predicting impacts of climate change on medicinal asclepiads of Pakistan using Maxent modeling. **Acta Oecologica**, 49, 23–31.
- KUTSCHKER, A. & MORRONE, J.J. (2012) Distributional patterns of the species of *Valeriana* (Valerianaceae) in southern South America. **Plant Syst Evol**, 298, 535–547.
- LEITE, Y.L., COSTA, L.P., LOSS, A.C., ROCHA, R.G., BATALHA-FILHO, H., BASTOS, A.C., QUARESMA, V.S., FAGUNDES, V., PARESQUE, R., PASSAMANI, M., & OTHERS (2016) Neotropical forest expansion during the last glacial period challenges refuge hypothesis. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 113, 1008–1013.
- LOURENÇO, J.D.S. & XAVIER, S.R. DA S. (2013) Samambaias da Estação Ecológica do Pau-Brasil, Paraíba, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, 64, 225–242.
- MALTCHIK, L., SCHMIDT DALZUCHIOV, M., STENERT, C., & ROLON, A.S. (2012) Diversity and distribution of aquatic insects in Southern Brazil wetlands: implications for biodiversity conservation in a Neotropical region. **Revista de Biologia Tropical**, 60, 273–289.

- MARTÍNEZ, G.A., ARANA, M.D., OGGERO, A.J., & NATALE, E.S. (2017) Biogeographical relationships and new regionalisation of high-altitude grasslands and woodlands of the central Pampean Ranges (Argentina), based on vascular plants and vertebrates. **Australian Systematic Botany**, 29, 473–488.
- MARTÍNEZ-AQUINO, A., VIGLIANO-RELVA, J., BRUSA, F., & DAMBORENEA, C. (2017) Historical biogeography of Temnocephalida (Platyhelminthes, Rhabdocoela): testing the Gondwanan hypothesis. **Systematics and Biodiversity**, 15, 327–345.
- MORAN, R.C. (2008). Diversity, biogeography, and floristics. In: RANKER, T.A. & HAUFLER, C.H. (eds.). **Biology and evolution of ferns and lycophytes**. Cambridge University Press, New York. Pp. 367-394.
- MORRONE, J.J. (2000) Entre el escarnio y el encomio: León Croizat y la panbiogeografía. **Interciencia**, 25, 41–47.
- MORRONE, J.J. (2001) **Biogeografía de América latina y el Caribe**. Zaragoza.
- MORRONE, J.J. (2006) Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. **Annual Review of Entomology**, 51, 467–494.
- MORRONE, J.J. (2014) Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. **Zootaxa**, 3782, 1–110.
- PAUSAS, J.G. & SÁEZ, L. (2000). Pteridophyte richness in the NE Iberian Peninsula: biogeographic patterns. **Plant Ecology**, 148, 195-205.
- PAULA-ZÁRATE E.L., FIGUEIREDO M.A., BARROS I.C.L., ANDRADE L.H.C., OLIVEIRA T.S., ARAÚJO F.S. (2007) Diversidade de pteridófitas da serra de Baturité, Ceará. In: OLIVEIRA, T.S. de, ARAUJO F.S. de. **Diversidade e conservação da Biota na Serra de Baturité, Ceará**. Fortaleza, Edições UFC. Pp. 163–183.
- PAULA-ZÁRATE, E. L. de P (2004). **Florística e fitogeografia das pteridófitas do estado do Ceará, Brasil**. Universidade de São Paulo.
- PAPÊŞ, M. & GAUBERT, P. (2007) Modelling ecological niches from low numbers of occurrences: assessment of the conservation status of poorly known viverrids (Mammalia, Carnivora) across two continents. **Diversity and distributions**, 13, 890–902.
- PEARSON, R.G. & DAWSON, T.P. (2003) Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? **Global ecology and biogeography**, 12, 361–371.
- PENNINGTON, R.T. & RATTER, J.A. (2006) **Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation**. CRC Press,
- PEREIRA, A.F. DE N., BARROS, I.C.L., SANTIAGO, A.C.P., & SILVA, I.A.A. DA (2011) Florística e distribuição geográfica das samambaias e licófitas da Reserva Ecológica de Gurjaú, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, 62, 1–10.
- PETERSON, A.T., ORTEGA-HUERTA, M.A., BARTLEY, J., SÁNCHEZ-CORDERO, V., SOBERÓN, J., BUDDEMEIER, R.H., & STOCKWELL, D.R. (2002) Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. **Nature**, 416, 626–629.

- PETERSON, A.T., PAPES, M., & KLUZA, D.A. (2003) Predicting the potential invasive distributions of four alien plant species in North America. **Weed Science**, 51, 863–868.
- PIETROBOM, M.R. & BARROS, I.C.L. (2006) Associações entre as espécies de pteridófitas em dois fragmentos de Floresta Atlântica do Nordeste Brasileiro. **Biotemas**, 19, 15–26.
- PIETROBOM, M.R. & BARROS, I.C.L. (2007) Pteridófitas da mata do estado, município de São Vicente Férrer, Estado de Pernambuco, Brasil: chave para as famílias Gleicheniaceae, Hymenophyllaceae, Marattiaceae e Vittariaceae. **Revista de Biologia Neotropical**, 3, 125–138.
- PRADO, D.E. (2000) Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. **Edinburgh Journal of Botany**, 57, 437–461.
- PRADO, J. & HIRAI, R.Y. (2014) Biogeography of the Brazilian Atlantic Forest: evidence from phylogenetic data sets and perspectives for fern and lycophyte studies. **Fern Gazette**, 19, 241–257.
- PRADO, J., SYLVESTRE, L. DA S., LABIAK, P.H., et al. (2015) c. **Rodriguésia**, 66, 1073–1083.
- PRADO, J. & SYLVESTRE, L.S. (2010) **Introdução: as samambaias e licófitas do Brasil. Catálogo de plantas e fungos do Brasil** [on line]. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1, 69–74.
- PRANCE, G.T. (1982a) Forest refuges: evidence from woody angiosperms. In: G.T. Prance (ed.) **Biological diversification in the tropics: proceedings of the fifth international symposium of the Association for Tropical Biology, Macuto Beach, Caracas, Venezuela** pp. 137–156. New York, NY.
- PRANCE, G.T. (1982b) A Review of the Phytogeographic Evidences for Pleistocene Climate Changes in the Neotropics. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 69, 594.
- RAMÍREZ-BARAHONA, S. & LUNA-VEGA, I. (2015) Geographic differentiation of tree ferns (Cyatheales) in tropical America. **American Fern Journal**, 105, 73–85.
- ROMANO, G.M., RUIZ, E.V., LECHNER, B.E., GRESLEBIN, A.G., & MORRONE, J.J. (2017) Track analysis of agaricoid fungi of the Patagonian forests. **Australian Systematic Botany**, 29, 440–446.
- SALO, J. (1987) Pleistocene forest refuges in the Amazon: evaluation of the biostratigraphical, lithostratigraphical and geomorphological data. **Annales Zoologici Fennici**, 24, 203–211.
- SANTIAGO, A.C.P. (2006) **Pteridófitas da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco: florística, biogeografia e conservação**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- SANTIAGO, A.C.P., BARROS, I.C.L., & DITTRICH, V.A. DE O. (2014a) Samambaias e licófitas do estado de Pernambuco, Brasil: Blechnaceae. **Rodriguésia**, 65, 861–869.
- SANTIAGO, A.C.P., SOUSA, M.A. DE, SANTANA, E.D.S., & BARROS, I.C.L. (2014b) Samambaias e licófitas da Mata do Buraquinho, Paraíba, Brasil. **Biotemas**, 27, 9-18.

- SANTOS, A.M.M., CAVALCANTI, D.R., SILVA, J.M.C. & TABARELLI, M. 2007. Biogeographical relationships among tropical forests In northeastern Brazil. **Journal of Biogeography** 34, 437-446.
- SATTLER, T., BONTADINA, F., HIRZEL, A.H., & ARLETTAZ, R. (2007) Ecological niche modelling of two cryptic bat species calls for a reassessment of their conservation status. **Journal of Applied Ecology**, 44, 1188–1199.
- SEBERG, O. (1986) A critique of the theory and methods of panbiogeography. **Systematic Biology**, 35, 369–380.
- SILVA, I.A.A. DA (2014) **Composição e riqueza de samambaias e licófitas em florestas serranas do Nordeste do Brasil: influência de fatores físicos e conservação**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- SILVESTRE, L.C., LOURENÇO, J.D.S., BRAGA, N.M.P., & XAVIER, S.R.S (2013) Novos registros de samambaias e licófitas para o estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Revista Biotemas**, 26, 267–269.
- SILVESTRE, L.C. & XAVIER, S.R. DA S. (2013) Samambaias em fragmento de Mata Atlântica, Sapé, Paraíba, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat**, 8, 431–447.
- SOUZA, K.R.M.S., SILVA, I.A.A., FARIAS, R. DE P., & BARROS, I.C.L. (2013) Fenologia de três espécies de *Adiantum* L. (Pteridaceae) em fragmento de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco, Brasil. **Neotropical Biology & Conservation**, 8, 96–102.
- TABARELLI, M. & SANTOS, A.M.M. (2004) Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. In: Porto K, Cabral J, Tabarelli M (Orgs) **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação**, MMA, Brasília, Brazil, pp 17-24 MMA, Brasília, Brazil, pp 17-2.
- THOMÉ, M.T.C., ZAMUDIO, K.R., GIOVANELLI, J.G., HADDAD, C.F., BALDISSERA, F.A., & ALEXANDRINO, J. (2010) Phylogeography of endemic toads and post-Pliocene persistence of the Brazilian Atlantic Forest. **Molecular phylogenetics and evolution**, 55, 1018–1031.
- TRYON, R. (1972) Endemic areas and geographic speciation in tropical American ferns. **Biotropica**, 4, 121–131.
- VEGA, I.L., AYALA, O.A., MORRONE, J.J., ORGANISTA, D.E. (2000) Track analysis and conservation priorities in the cloud forests of Hidalgo, Mexico. **Diversity and Distributions**, 6, 137–143.
- VILLEMANT, C., BARBET-MASSIN, M., PERRARD, A., MULLER, F., GARGOMINY, O., JIGUET, F., & ROME, Q. (2011) Predicting the invasion risk by the alien bee-hawking Yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* across Europe and other continents with niche models. **Biological Conservation**, 144, 2142–2150.
- WARREN, D.L. & SEIFERT, S.N. (2011) Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. **Ecological Applications**, 21, 335–342.
- WINDISCH, P.G. (1992) **Pteridófitas da região norte-ocidental do estado de São Paulo-Guia para excursões**. Campus de São José do Rio Preto-SP: UNESP.

WOLMARANS, R., ROBERTSON, M.P., & VAN RENSBURG, B.J. (2010) Predicting invasive alien plant distributions: how geographical bias in occurrence records influences model performance. **Journal of Biogeography**, 37, 1797–1810.

XAVIER, S.R. DA S. (2007) **Pteridófitas da caatinga: lista anotada, análise da composição florística e padrões de distribuição geográfica**. Universidade Federal de Pernambuco,

XAVIER, S.R. DA S. & BARROS, I.C.L. (2005) Ecological aspects of the pteridophyte flora from Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, Pernambuco State, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, 19, 775–781.

XAVIER, S.R. DA S., BARROS, I.C.L., & SANTIAGO, A.C.P. (2012) Ferns and lycophytes in Brazil's semi-arid region. **Rodriguésia**, 63, 483–488.

ZHANG, Y., CHIESSI, C.M., MULITZA, S., ZABEL, M., TRINDADE, R.I., HOLLANDA, M.H.B., DANTAS, E.L., GOVIN, A., TIEDEMANN, R., & WEFER, G. (2015) Origin of increased terrigenous supply to the NE South American continental margin during Heinrich Stadial 1 and the Younger Dryas. **Earth and Planetary Science Letters**, 432, 493–500.

2. SIMILARIDADE FLORÍSTICA DE SAMAMBAIAS E LICÓFITAS EM
REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA SETENTRIONAL
(Normas conforme o periódico *Oecologia australis*)

SIMILARIDADE FLORÍSTICA DE SAMAMBAIAS E LICÓFITAS EM REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA SETENTRIONAL

Leandro Costa Silvestre

Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução, Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário Lagoa Nova, 59072-970 Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: leandrocsilvestre@outlook.com

Título curto: *Similaridade florística de Samambaias e Licófitas*

RESUMO

A Floresta Atlântica apresenta uma fitofisionomia variável ao longo de sua extensão latitudinal, sendo esta variabilidade possível devido a distintas condições climáticas, topográficas e geomorfológicas. Na região Semiárida do Nordeste do Brasil são encontrados remanescentes desta floresta geralmente associados a encostas e topos de serras com elevação acima dos 500 metros. Este estudo objetivou analisar a similaridade das espécies de samambaias e licófitas ocorrentes em remanescentes de Floresta Atlântica inseridas na região Semiárida do Nordeste do Brasil. Foram realizadas coletas nas áreas de proteção ambiental da Mata da Bica (RN) e Serra da Meruoca (CE), visando registrar a ocorrência de samambaias e licófitas. Posteriormente, foi elaborada uma matriz de binária com a ocorrência das espécies registradas nas áreas coletadas e em estudos publicados no Nordeste do Brasil. Utilizou-se o índice de similaridade de Jaccard para comparar a composição florística entre as áreas. Em seguida realizamos uma análise de agrupamento pelo método de associação média. Foram registradas 17 espécies de samambaias e uma licófitas. De acordo com a análise de similaridade, dois grupos principais uniram de forma geral áreas mais secas e úmidas, associadas a Caatinga e Floresta Atlântica respectivamente. Também foi observada uma maior similaridade entre as áreas da APA Serra da Meruoca e Portalegre com áreas do domínio fitogeográfico da Caatinga, mesmo ocorrendo em fitofisionomia da Floresta Atlântica.

Palavras-Chave: caatinga; floresta montana; pteridófitas; similaridade

ABSTRACT

The Atlantic Forest presents a variable phytophysiology throughout its latitudinal extension, being this variability possible due to different climatic, topographic and geomorphological conditions. In the semi-arid region of Northeast Brazil are found remnants of this forest usually associated with slopes and tops of mountains with elevation above 500 meters. This study aimed to analyze the similarity of ferns and lycophytes occurring in Atlantic Forest remnants inserted in the Semiarid region of Northeast Brazil. Samples were collected at Environmental Protection Areas Mata da Bica (RN) and Serra da Meruoca (CE), in order to record the occurrence of ferns and lycophytes. Later, a binary matrix was elaborated with the occurrence of the species recorded in the collected areas and in studies published in the Northeast of Brazil. The Jaccard similarity index was used to compare the floristic composition between the areas. Then we performed a cluster analysis using method UPGMA. Seventeen species of ferns and one lycophyte were recorded. According to the similarity analysis, two main groups generally joined drier and wetter areas, associated to Caatinga and Atlantic Forest, respectively. It was also observed a greater similarity between the areas of EPA Serra da Meruoca and Portalegre with areas of phytogeographic domain of the Caatinga, even occurring in phytophysiology of the Atlantic Forest.

Keywords: caatinga; montane forest; pteridophytes; similarity.

INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica apresenta uma fitofisionomia variável ao longo de sua extensão latitudinal, sendo esta variabilidade possível devido a distintas condições climáticas, topográficas e geomorfológicas (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Oliveira-Filho *et al.* 2006). Sua área ocupa 13% do território brasileiro e se estende até o Uruguai (Stehmann *et al.* 2009). Este domínio fitogeográfico abrange uma flora rica, com 19.355 espécies (Forzza *et al.* 2012), correspondendo a 5% da flora mundial (Stehmann *et al.* 2009). Deste total, as samambaias e licófitas correspondem a 1.330 espécies de acordo com a estimativa da Flora do Brasil (2020). Considerando a porção da Floresta Atlântica Setentrional, no Nordeste do Brasil, ocorre o registro de 455 espécies de samambaias e licófitas, com maior riqueza de espécies nos estados da Bahia e Pernambuco (Flora do Brasil 2018).

A área de distribuição da Floresta Atlântica atual compreende um conjunto de ecossistemas ao longo da costa brasileira, sendo possível encontrar distribuição de fragmentos de Floresta Atlântica no Cerrado, Pantanal, Caatinga e Pampa (Stehmann *et al.* 2009). Estes pontos de ocorrência disjuntos da costa são considerados remanescentes e geralmente ocorrem sobre encostas e topos de serra com mais de 500 m de elevação e com uma precipitação média acima dos 900 mm ao ano (Tabarelli *et al.* 2004), promovendo condições ambientais mais propícias à ocorrência de samambaias e licófitas (Moran 1995, 2008).

A Caatinga abrange 9,9% do território brasileiro (Forzza *et al.* 2012), localizando-se principalmente na região Nordeste, ocupa a maior parte dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e a parte nordeste de Minas Gerais, apresentando o clima semiárido (Leal *et al.* 2005). Nesta região, são registrados pelo menos 43 enclaves de Floresta Atlântica, distribuídos nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, em grande parte, afetados por atividades antrópicas impactantes (Vasconcelos Sobrinho 1971, Marques *et al.* 2014).

Estes remanescentes, também conhecidos regionalmente como brejos de altitudes, apresentam uma flora de samambaias e licófitas mais rica (*e.g.* Santiago *et al.* 2004, Paula-Zárate *et al.* 2007, Pietrobon & Barros 2007, Macedo *et al.* 2013) e expressiva que a matriz de Caatinga no qual encontra-se inserida (Xavier *et al.* 2012). Para as áreas de Floresta Atlântica é acentuada a ocorrência, principalmente, de populações das famílias Pteridaceae, Polypodiaceae, Thelypteridaceae, Dryopteridaceae, Lycopodiaceae (Santiago 2006, Prado *et al.* 2015). Em contrapartida, na Caatinga há predominância de espécies de Anemiaceae, Pteridaceae, Salviniaceae e Selaginellaceae (Xavier *et al.* 2012).

Desta forma, o presente trabalho objetivou inventariar a flora de samambaias e licófitas em dois remanescentes de floresta atlântica e avaliar a similaridade florística destas áreas com diferentes formações vegetacionais do Nordeste do Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram inventariadas a flora de samambaias de duas Unidades de Conservação (UC) localizadas em enclave de Floresta Atlântica (Figura 1). A primeira, no estado do Ceará, à Área de Proteção Ambiental (APA) Serra da Meruoca, (03°32'3.70"S/ 40°27'10.81"O, Datum WGS-84), no município de Meruoca, com 29.361,27 hectares de área, altitude superior à 670 metros e média de precipitação anual de 1.600 mm. A área é composta por um mosaico de formações vegetacionais de Floresta Estacional Semidecidual nas cotas mais altas (acima de 450 metros) e Savana-estépica (Caatinga) nas cotas inferiores (IPECE, 2016). A outra UC, o Rio Grande do Norte, a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Mata da Bica (06°01'6.98"S/37°59'40.81"O, Datum WGS-84), município de Portalegre, possui 50,66 hectares de área com altitude máxima de 720 metros, apresenta média de precipitação anual de 1.200 mm nas cotas altimétricas mais elevadas (acima de 500 metros), promovendo a existência de temperaturas mais brandas e o balanço hídrico diferenciado (Medeiros & Medeiros 2012) que propicia a ocorrência de vegetação do tipo Floresta Estacional Semidecidual. As classificações para a vegetação foram baseadas no Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE 2012). A delimitação da distribuição geográfica das espécies baseou-se em Udvardy (1975), acrescido da delimitação pantropical (ocorre na região tropical).

Para coleta do material botânico, foram visitados ambientes onde há maior representatividade das samambaias e licófitas, conforme a metodologia de Windisch (1992). Foram realizadas coletas durante a estação chuvosa, com um total de 24 horas em campo na ARIE Mata da Bica nos anos de 2014 e 2015 e uma coleta com duração 48 horas em campo na APA Serra da Meruoca em 2016. As plantas coletadas foram herborizadas de acordo com a metodologia padrão para plantas vasculares segundo Mori *et al.* (1989). A circunscrição das famílias de samambaias e licófitas está de acordo com o proposto por PPGI (2016). As observações ecológicas quanto ao habitat (terricola, rupícola, corticícola e aquáticas) das samambaias e licófitas encontradas foram baseadas em Ambrósio & Barros (1997) e Santiago *et al.* (2014). Os locais de ocorrências foram baseados nas incidência de luz e umidade do local de coleta de cada espécime, classificados como: sombreados (totalmente sob a sombra de arvores ou encostas); meia-sombra (áreas parcialmente abertas, mas sem incidência direta da radiação solar); ensolarados (locais próximos a clareiras, ou borda da mata,

estando exposta diretamente a luz solar); paludosos (locais constantemente encharcados pela água da chuva ou escoamento do córregos) e corpo hidrico (lagos, açudes e riachos diretamente expostos a radiação solar).

Foram consultados os acervos dos herbários UFRN e EAC para compor a lista de espécies. O material coletado foi incorporado ao Herbário RN com duplicatas para o herbário UFRN, JPB e EAC (acrônimos segundo Thiers, 2018)

Para análise das relações florísticas dos fragmentos estudados, foi construída uma matriz binária (presença ou ausência) das espécies empregando-se o índice de Jaccard, seguido de uma análise de agrupamento pelo método de associação média (UPGMA), utilizando o programa *Paleontological Statistics – PAST* (Hammer *et al.*, 2001). Foram utilizados na análise os dados de levantamentos com samambaias e licófitas na região Nordeste do Brasil (Tabela 1). Visando dar uma maior ênfase no compartilhamento de espécies, retiramos da matriz binária, as espécies com ocorrência em apenas uma localidade.

RESULTADOS

Nas áreas inventariadas foram registradas 17 espécies de samambaias e uma licófitas (Tabela 2). As famílias com maior representatividade foram Pteridaceae (3 spp.), Polypodiaceae (3 spp.) e Thelypteridaceae (3 spp.). Entre os gêneros mais abundantes se destacaram *Anemia* Sw., *Adiantum* L. e *Christella* H. Lév. com duas espécies cada.

Avaliando os tipos de habitats, as espécies terrícolas (8 spp.) e rupícolas (7 spp.) foram as mais comuns. Quanto aos locais de ocorrência, as espécies ocorrentes em ambientes sombreados (7 spp.) foram as mais expressivas, seguidas pelos de meia-sombra (6 spp.). Ainda em relação ao habitat a ARIE Mata da Bica apresentou uma maior ocorrência de espécies terrícolas. Enquanto na APA Serra da Meruoca foi observada a predominância de espécies corticícolas e rupícolas.

A avaliação da distribuição geográfica revelou a presença de três padrões, com predominância do Neotropical (9 spp.), seguido do Pantropical (6 spp.) e com distribuição em duas ou mais regiões biogeográficas (3 spp).

A análise de agrupamento, mostrou dois grandes grupos com quatro sub-agrupamentos (Figura 2). Os ramos A e B são os únicos que agrupam áreas com vegetação de caatinga, exceto pelas áreas de APA Serra da Meruoca e ARIE Mata da Bica que apresentam formação vegetacional de Floresta Estacional Semidecidual. O grupo “A” uniu as floras de samambaias e licófitas associadas à condições semiáridas.

O grupo “B” reúne as áreas inventariadas neste estudo (APA Serra da Meruoca e ARIE Mata da Bica) com a flora encontrada na APA das Onças, que apresenta predominância de vegetação de caatinga no estado da Paraíba. O grupo “C” compreende as Florestas Estacionais Semidecíduais da Mata do Buraquinho em João Pessoa e a RPPN Fazenda Pacatuba em Sapé, na Paraíba, como também a floresta de transição entre Cerrado e Floresta Amazônia, no município de Caxias no estado do Maranhão.

O grupo “D” uniu os fragmentos de Floresta Atlântica mais úmidos como o da Serra da Jiboia no estado da Bahia, Bonito e Timbaúba no estado de Pernambuco, e Serra de Baturité no Ceará. Outras duas áreas ficaram mais isoladas, o planalto da Ibiapaba, estado do Ceará e Rio Formoso (Mata do Xanguá) no estado de Pernambuco.

DISCUSSÃO

As famílias com maior riqueza (Pteridaceae, Polypodiaceae e Thelypteridaceae) encontradas nos encaves estudados são comuns para o Brasil (Prado *et al.* 2015), como também para a Floresta Atlântica Setentrional encontrada no estado de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará (Santiago, 2006). Estas três famílias apresentam uma ampla distribuição na região tropical, sendo Pteridaceae uma família que apresenta ampla variação morfológica, com plantas terrícolas, rupícolas e aquáticas (Moran 1995) que possibilitam a ocupação de uma variedade maior de ambientes. Já Polypodiaceae é mais restrita quanto ao tipo de hábito, predominando o epifítico (Hennipman *et al.* 1990), dependendo assim de outras plantas maiores para utilizarem como forófito. Por sua vez Thelypteridaceae, tem como áreas de riqueza de espécies os Andes tropicais e subtropicais, os boques do planalto meridional do Brasil e as florestas montanas da costa do Atlântico (Ponce 2007).

Os gêneros mais representativos são recorrentes entre os trabalhos com samambaias para a região Nordeste (*e.g.* Pietrobon & Barros 2006, Pereira *et al.* 2011, Lourenço & Xavier 2013, Silvestre & Xavier 2013). As áreas de Floresta Atlântica em brejos de altitude apresentam uma riqueza expressiva de samambaias e licófitas devido as suas características ambientais, tais como altitude elevada, chuvas orográficas e maior percentual de umidade (Tabarelli & Santos, 2004). Entretanto, nas áreas visitadas observou-se uma baixa riqueza, quando comparado com outras áreas de encrave (*e.g.*, Xavier & Barros 2003, Santiago *et al.* 2004, Xavier & Barros 2005). Destaca-se também a ocorrência de espécies típicas de condições semiáridas (Xavier *et al.* 2012, 2015), tais como *Adiantum deflectens* Mart., *Anemia dentata* Gardner, *A. villosa* Humb. & Bonpl. ex Willd. e *Doryopteris concolor* (Langsd. & Fisch.) Kuhn..

Quanto ao habitat, nas áreas inventariadas, predominou as espécies terrícolas e rupícolas. O primeiro é comumente encontrado entre as famílias de samambaias e licófitas na Floresta Atlântica Setentrional (Santiago 2006, Silva 2014) e para a flora do Brasil (Prado *et al.* 2015). Já o segundo, apresenta maior ocorrência em ambientes submetidos às condições abióticas com intensa radiação solar, baixa disponibilidade de nutrientes e água, características estas comuns nos afloramentos rochosos na região semiárida (Kluge & Brulfert 2000, Xavier *et al.* 2015). Entretanto, nas áreas estudadas houve variação quanto ao local de ocorrência, as espécies rupícolas ocorreram em ambientes parcialmente sombreados e paludosos, geralmente associados a locais com maior umidade. Na APA das Onças (Xavier *et al.* 2015), ocorreu um maior registro de espécies rupícolas, porém, associadas a ambientes ensolarados e parcialmente sombreados. A ocorrência de um número maior de espécies terrícolas na ARIE Mata da Bica pode estar ligada as características microclimáticas e a disponibilidade de nutrientes no solo, uma vez que a diferença na concentração de cátions é um forte preditor na composição de espécies, tal como observado por Zuquim *et al.* (2012).

Na APA Serra da Meruoca a predominância de espécies rupícolas e corticícolas pode estar relacionada à retirada da cobertura vegetal nas últimas décadas. Segundo Lima & Freitas Filho (2015) em 2013, cerca 73% do total da área apresentou baixos índices de cobertura vegetal, com 24% caracterizado como solo exposto ou vegetação rasteira. A retirada da vegetação de porte arbóreo possivelmente favoreceu o aumento das populações de uma, o babaçu (*Attalea* sp.), que passou a ser predominante nas florestas secundárias, esta espécie é atualmente forófito de todas as samambaias corticícolas nesta área.

A ocorrência de espécies com distribuição Paleotropical, como *Christella dentata* (Forssk.) Brownsey & Jermy e *Macrothelypteris torresiana* (Gaudich.) Ching (Arantes *et al.* 2007) introduzidas no Brasil é indicador da ocorrência de ambientes degradados, perturbados ou em regeneração (Figueiredo & Salino 2005).

A preferência por ambientes úmidos e sombreados está associada a uma condição natural das samambaias e licófitas, que depende de umidade para completar seu ciclo de vida (Moran, 2009; Pausas e Sáez, 2000), pois apresentam fecundação externa e gametas multiflagelados. Ambientes com essas condições são raramente observados em áreas semiáridas, onde prevalecem às espécies ensolarados e parcialmente sombreados, como encontrado na APA as Onças (Xavier *et al.* 2015). A ocorrência de *Blechnum occidentale* L., *Adiantum raddianum* C. Presl, *Asplenium pumilum* Sw. e *Cyclodium meniscioides* (Willd.) C. Presl, espécies tolerantes a locais sombreados e úmidos (Dittrich 2005, Garcia & Salino, 2009, Winter *et al.* 2011), ocorreu devido as peculiaridades ambientais do local, como a presença de nascentes e córregos de água. Estas

condições proporcionam um microclima, com conforto térmico diferenciado das demais áreas da região, tais como o sopé das serras (Silveira & Carvalho 2016).

A ocorrência de espécies tolerantes a condições semiáridas em áreas de enclave de Floresta Atlântica é recorrente tanto para samambaias e licófitas como para angiospermas (ver Machado *et al.* 2012 e Moura & Sampaio 2001). No entanto, na APA Serra da Meruoca e ARIE Mata da Bica elas foram relevantes, mesmo com uma pluviosidade maior e médias de temperatura menores que a das áreas típicas de caatinga.

De acordo com a análise de similaridade, os dois grupos principais (1 e 2) (Figura 2) uniram de forma geral áreas mais secas e úmidas, associadas as unidades fitogeográficas da Caatinga e Floresta Atlântica. O agrupamento formado pelos ramos A e B, uniu formações florestais distintas. Onde o grupo “A”, áreas com vegetação de Caatinga e o grupo “B”, áreas de florestas estacionais semidecíduais e áreas de caatinga.

Todas as áreas do grupo “B” compartilharam espécies com características adaptativas voltadas para sobrevivência em períodos de estiagem, como as espécies poiquilohídricas, *Anemia dentata* Gardner ex Field & Gardner, *A. villosa* Humb. & Bonpl. ex Willd., *Doryopteris concolor*, *Hemionitis tomentosa* (Lam.) Raddi e *Selaginella erythropus* (Mart.) Spring (Xavier *et al.* 2012, Xavier *et al.* 2015), como também pela deciduidade, encontrada em *Adiantum deflectens* Mart., *Asplenium pumilum* Sw. e *Serpocaulon triseriale* (Sw.) A.R. Sm. (Hietz 2010, França *et al.* 2013, Souza *et al.* 2013). Estas características demonstram a maior similaridade entre as áreas de Meruoca e Portalegre com áreas do domínio fitogeográfico da Caatinga, mesmo ocorrendo em fitofisionomia da Floresta Atlântica. A maior similaridade desta área com a APA da Meruoca deve-se ao compartilhamento das espécies *Adiantum deflectens*, *Anemia villosa*, *Asplenium pumilum* e *Serpocaulon triseriale*.

As espécies mais restritas a ambientes úmidos e sombreados [*Blechnum occidentale*, *Cyclodium meniscioides*, *Adiantum raddianum*, *Pityrogramma calomelanos* (L.) Link (Santiago & Barros 2003, Dittrich 2005, Winter *et al.* 2007, França *et al.* 2013)], em conjunto com a ausência de espécies mais restritas a ambientes xéricos, possivelmente ocasionou a divisão entre o grupo “A” e “B”.

O agrupamento 2 é representado por áreas úmidas típicas de Floresta Atlântica. No grupo de C estão incluídas as áreas de Floresta Estacional com a região de ecótono que apresentam riquezas de espécies intermediaras entre os grupos “B” e “D”.

A mata do Buraquinho e a RPPN Pacatuba, mesmo próximas geograficamente, no estado da Paraíba, não compartilham as mesmas espécies. Esta variação da composição florística pode estar relacionada a

localidade dos fragmentos, uma vez que a mata do buraquinho é um fragmento florestal urbano e a RPPN Pacatuba um remanescente interiorano. A reserva particular de Pacatuba apresenta-se mais preservada, com uma grande disponibilidade hídrica decorrente de córregos (Silvestre & Xavier 2013), estas características possibilitam o estabelecimento de espécies mais sensíveis a alterações ambientais, como *Trichomanes pinnatum* Hedw. e *Didymoglossum ovale* E. Fourn. (Hymenophyllaceae) (Teixeira & Pietrobon 2015) ou de ocorrência restrita na Floresta Atlântica Setentrional, como *Metaxya parkeri* (Hook. & Grev.) J. Sm. (Barros & Santiago 2014, Cárdenas *et al.* 2016). A maior similaridade entre a Mata do buraquinho e a região de ecótono em Caxias ocorreu devido o amplo compartilhamento de espécies cosmopolitas (*Telmatoblechnum serrulatum* (Rich.) Perrie, D.J. Ohlsen & Brownsey, *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott, *Pityrogramma calomelanos*, *Cyclosorus interruptus* (Willd.) H. Ito).

No Grupo “D” estão incluídas as áreas mais úmidas com composição de Floresta Ombrófila, que abrigam uma riqueza maior de espécies, como também elevada pluviosidade anual, com fragmentos florestais maiores e que devido às características ambientais, retém uma maior umidade em seu interior. A Serra da Ibiapaba e o fragmento de Rio Formoso apresentam uma composição de Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Ombrófila de Terras Baixas, respectivamente. Estes foram separados primariamente dos outros fragmentos que apresentam uma composição de Floresta Ombrófila Montana e Submontana, indicando sua flora distinta. Baturité, Serra da Jiboia, Bonito e Timbaúba, formaram um grupo com elevada riqueza, mais de 80 spp. registradas, número considerável quando comparado aos demais fragmentos da Floresta Atlântica Setentrional. Com exceção do fragmento de Rio Formoso, todas as outras áreas do grupo D são caracterizadas como brejos de altitude. A ampla relação florística das áreas no estado de Pernambuco pode ser explicada pelo Centro de Endemismo Pernambuco que e permitiu o compartilhamento de espécies (Cavalcante & Tabarelli 2004, Santiago 2006), como também pela proximidade dos fragmentos e características ambientais semelhantes.

Apesar de considerados fragmentos relictuais do domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica, a APA da Meruoca e a ARIE da Bica (Campanili & Schäffer 2010) apresentam uma composição híbrida entre o esperado de um brejo de altitude e da matriz de caatinga no qual está inserida. De acordo com Silva (2014) a riqueza de espécies de samambaias e licófitas nas florestas serranas no Nordeste do Brasil, apresenta correlação positiva com o tamanho do fragmento florestal, precipitação, umidade e o tipo de floresta. Entre estes fatores, Costa *et al.* (2018), ao avaliar um fragmento florestal em Pernambuco, destacam que disponibilidade de água e sombreamento são fatores-chave que afetam os padrões ecológicos. Embora estas duas áreas apresentem

florestas serranas, com uma precipitação acima de 1.000 mm anualmente, esta precipitação ocorre de forma irregular durante o ano, concentradas principalmente entre os meses de janeiro a maio, desta forma, a umidade característica de matas serranas se restringe apenas as nascentes e pequenos córregos, limitando assim a ocorrência de espécies associadas a fragmentos florestais mais úmidos.

A composição híbrida entre Floresta Atlântica e Caatinga nos fragmentos da APA Serra da Meruoca e ARIE da Mata da Bica pode ser um reflexo da forte influência de perturbações ambientais, da ausência de manutenção da umidade e da proximidade destes fragmentos com a matriz de Caatinga no qual está inserido, restringindo assim a ocorrência de uma maior riqueza de espécies.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução (PPGSE-UFRN), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Ambrósio, S. T., Barros, I. C. L. 1997. Pteridófitas de uma área remanescente de Floresta Atlântica do Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 11(2), 105-113.
- Arantes, A. A., Prado, J., & Ranal, M. A. 2007. *Macrothelypteris* and *Thelypteris* subg. *Cyclosorus* (Thelypteridaceae) of "Estação Ecológica do Panga", Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 30(3), 411-420. DOI: 10.1590/S0100-84042007000300007
- Barros, I., & Santiago A. 2010. Samambaias e licófitas do Estado de Pernambuco, Brasil: Metaxyaceae. *Biotemas*, 23(3), 215-218. DOI: 10.5007/2175-7925.2010v23n3p215
- Campanili, M., & Schaffer, W. B. 2010. Mata Atlântica, Patrimônio Nacional dos Brasileiros. Brasília: Ministério do Meio Ambiente: p.408.
- Cavalcanti, D. & Tabarelli, M. 2004. Distribuição das Plantas Amazônico Nordesteanas no Centro de Endemismo Pernambuco: Brejos de Altitude vs. Florestas de Terras Baixas. In: Porto, K. C.; Cabral, J. J. P. e Tabarelli, M. (Eds.). Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. pp 285-298. Brasília Ministério do Meio Ambiente.
- Cárdenas, G. G., Tuomisto, H., & Lehtonen, S. 2016. Newly discovered diversity in the tropical fern genus *Metaxya* based on morphology and molecular phylogenetic analyses. *Kew bulletin*, 71(5), 1-27. DOI: 10.1007/s1222.

Costa L. E. N., Souza K. R. M. S., Silva I. A. A., Farias R. P., & Barros I. C. L. 2013. Florística e aspectos ecológicos de samambaias em um remanescente de Floresta Atlântica de terras baixas (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). *Pesquisas, Botânica* 64, 259-271.

Costa, L. E. N., Farias, R. P., Santiago, A. C. P., Silva, I. A. A., & Barros, I. C. L. 2018. Abiotic factors drives floristic variations of fern's metacommunity in an Atlantic Forest remnant. *Brazilian Journal of Biology*, 78, 1-6. DOI: 10.1590/1519-6984.175633.

Dittrich V. A. O. 2005. Estudos taxonômicos no gênero *Blechnum* L. (Pteridophyta: Blechnaceae) para as regiões Sudeste e Sul do Brasil. Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". p. 207.

Fernandes, R. S., Conceição, G. M., Costa, J. M., & Paula-Zárate, E.E. 2010. Samambaias e licófitas do município de Caxias, Maranhão, Brasil. *Boletim do Museu Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 5,345-356.

Ferraz, E. M. N., Rodal, M. J. N., Sampaio, E. V., & Pereira, R. D. C. A. 1998. Composição florística em trechos de vegetação de caatinga e brejo de altitude na região do Vale do Pajeú, Pernambuco. *Brazilian Journal of Botany*, 21(1), 7-15. DOI: 10.1590/S0100-84041998000100002.

Figueiredo, J. B., & Salino, A. 2005. Pteridófitas de quatro reservas particulares do patrimônio natural ao sul da região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Lundiana*, 6(2), 83-94.

Forzza, R. C., Baumgratz, J. F. A., Bicudo, C. E. M., Canhos, D. A., Carvalho Jr, A. A., Coelho, M. A. N., ... & Lohmann, L. G. 2012. New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. *BioScience*, 62(1), 39-45. DOI: 10.1525/bio.2012.62.1.8

Flora do Brasil (2016) Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Acessado em: 03 agosto de 2016 em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>

Flora do Brasil (2020) em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Acessado em: < 27 março de 2018 em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >.

França F., Melo E., Souza I., & Pugliesi L. 2013. Flora de Morro do Chapéu. Feira de Santana: Universidade Estadual da Feira de Santana, v.1, p. 238.

Garcia P. A., & Salino A. 2009. Dryopteridaceae (Polypodiopsida) no estado de Minas Gerais, Brasil. *Lundiana*, 9(1), 3-27.

Hammer Ø., Harper, D. A. T., & Ryan P.D. 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4,1 -9.

Hennipman, E., Veldhoen, P. & Kramer, K.U. 1990. Polypodiaceae. In The families and genera of vascular plants. In: K.U. Kramer & P.S. Green (Eds.). Pteridophytes and Gymnosperms. p.203-230. Springer Verlag., Berlin, v.1.

Hietz P. 2010. Ferns adaptations to xeric environments. In: K. Mehlreter, L. R. Walker & J. M. Sharpe (Eds.) Fern Ecology. pp.140-176. New York: Cambridge University Press.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE. p. 276.

IPECE – Instituto de pesquisa e estratégia econômica do Ceará. Perfil básico municipal – 2016- Meruoca. 2016. Acessado em 03 de agosto de 2017: < www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2016/Meruoca.pdf >.

Kluge, M. & Brulfert, J. 2000. Ecophysiology of vascular plants on inselbergs. In: S. Porembski & W. Barthlott (Eds.), Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions. pp. 143-174. Berlin: Ecological Studies. Springer- Verlag.

Leal, I. R., Silva, J. D., Tabarelli, M., & Lacher Jr, T. E. 2005. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade*, 1(1), 139-146.

Leitão A. C., Vasconcelos W. A., Cavalcante A. M. B., Tinôco L. B. M., & Fraga V. S. 2014. Florística e estrutura de um ambiente transicional Caatinga – Mata Atlântica. *Revista Caatinga*; 27(3): 200-210.

Lima D. B., Freitas Filho M. R. 2015. Análise do índice de vegetação como subsídio ao estudo de degradação ambiental: O caso da Serra de Meruoca-Ceará. *Geografia*, 24(1), 91-105.

Lourenço J. D. S., & Xavier S. R. S. 2013. Samambaias da Estação Ecológica do Pau-Brasil, Paraíba, Brasil). *Pesquisas: Botânica*, 64, 225-242.

Macedo T. S., Góes Neto A., & Nonato F. R. 2013. Análise florística e fitogeografia das samambaias e licófitas de um fragmento de Mata Atlântica na Serra da Jibóia, Santa Teresinha, Bahia, Brasil. *Rodriguésia*, 64(3), 561-572. DOI: 10.1590/S2175-78602013000300008.

Machado W. J., Prata A. P. N., & Melo A. A. 2012. Floristic composition in areas of Caatinga and Brejo de Altitude in Sergipe state, Brazil. *CheckList*, 8, 1089–1101.

Marques, A. D. L., Silva, J. B. D., & Silva, D. G. D. 2014. Refúgios úmidos do semiárido: um estudo sobre o brejo de altitude de Areia-PB. *Revista Geotemas*, 4(2), 17-31.

Medeiros, S. J. G. R., & Medeiros, J. F. D. 2012. Descrição da geodiversidade como subsídio ao zoneamento ambiental: estudo de caso em Portalegre-RN. *Revista Geotemas*, 2(2), 17-33.

Moran R. C. 1995 The Importance of Mountains to Pteridophytes, with Emphasis on Neotropical Montane Forests. In: S. P. Churchill (Eds.) *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. pp. 359-363. New York: The New York Botanical Garden.

Moran R. C. 2009. *A Natural History of Ferns*. Portland: Timber Press: p. 302.

Mori A. S., Silva L. A. M., Lisboa G., & Coradin L. 1989. *Manual de manejo do herbário fanerogâmico*. Ilhéus: Centro de Pesquisas do Cacau: p.144.

Moura, F. D. B. P., & Sampaio, E. V. 2001. Flora lenhosa de uma mata serrana semidecídua em Jataúba, Pernambuco. *Revista Nordestina de Biologia*, 15(1), 77-89.

Oliveira-Filho, A. T., & Fontes, M. A. L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica*, 32(4), 793-810. DOI: 10.1646/0006-3606(2000)032[0793:POFDAA]2.0.CO;2

Oliveira-Filho, A. T., Jarenkow, J. A., & Rodal, M. J. N. 2006. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In R. T. Pennington, G. P. Lewis, & J. Ratter (eds.) *Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation* pp. 59-192. Oxford: Taylor & Francis CRC Press.

Paula-Zárate E. L., Figueiredo M. A., Barros I. C. L., & Andrade L. H. C. 2007 Diversidade de pteridófitas da serra do Baturité, Ceará. In: T. S. O. Oliveira & F.S. Araújo (Eds.) *Diversidade e conservação da biota na serra do Baturité*. pp. 163-183. Fortaleza: Edições UFC.

Pausas, J. G., & Sáez, L. 2000. Pteridophyte richness in the NE Iberian Peninsula: biogeographic patterns. *Plant ecology*, 148(2), 195-205. DOI: 10.1023/A:100989961

Pereira A. F. N., Barros I. C. L., Santiago A. C. P., & Silva I. A. A. 2011. Florística e distribuição geográfica das samambaias e licófitas da Reserva Ecológica de Gurjau. *Rodriguésia*, 62(1),1-10. DOI: 10.1590/2175-7860201162101

Petrobom, M. R., & Barros, I. C. L. 2006. Associações entre as espécies de pteridófitas em dois fragmentos de Floresta Atlântica do Nordeste Brasileiro. *Biotemas*, 19(3), 15-26.

Petrobom M. R., & Barros I. C. L. 2007. Pteridoflora do Engenho Água Azul, município de Timbaúba, Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia* 58(1),85-94.

- PPG I - The Pteridophyte Phylogeny Group. 2016. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution*. 54(6): 563-603. DOI: 10.1111/jse.12229
- Prado, J., Sylvestre, L. da S., Labiak, P. H., Windisch, P. G., Salino, A., Barros, I. C., ... & Pereira, A. F. D. N. 2015. Diversity of ferns and lycophytes in Brazil. *Rodriguésia*, 66(4), 1073-1083. DOI: 10.1590/2175-7860201566410
- Santiago A. C. P. 2006. Pteridófitas da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco: Florística, Biogeografia e Conservação. Programa de pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, Recife. p.128.
- Santiago, A.C.S., Barros, I.C.L., & Sylvestre, L. da S. 2004. Pteridófitas ocorrentes em três fragmentos florestais de um brejo de altitude (Bonito, Pernambuco, Brasil). *Acta Botanica Brasilica*, 18(4),781-792. DOI: 10.1590/S0102-33062004000400008.
- Santiago, A. C. P., & Barros, I. C. L. 2003. Pteridoflora of the " Refúgio Ecológico Charles Darwin"(Igarassu, Pernambuco, Brazil). *Acta Botanica Brasilica*, 17(4), 597-604.
- Santiago, A., Sousa, M., Santana, E., & Barros, I. 2014. Samambaias e licófitas da Mata do Buraquinho, Paraíba, Brasil. *Biotemas*, 27(2), 9-18. doi:<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2014v27n2p9>
- Silva, I. A. A. D. 2014. Composição e riqueza de samambaias e licófitas em florestas serranas do Nordeste do Brasil: influência de fatores físicos e conservação. Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco. p. 125.
- Silveira I. M. M., & Carvalho R. G. 2016. Microclima e conforto térmico na Área da Mata da Bica no Município de Portalegre/RN. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9(1), 62-78.
- Silvestre L. C., & Xavier S. R. S. 2013. Samambaias em fragmento de Mata Atlântica, Sapé, Paraíba, Brasil. *Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 8(3),431-447.
- Souza K. R. M. S., Silva I. A. A., Farias R. P., & Barros I. C. L. 2013. Fenologia de três espécies de *Adiantum* L. (Pteridaceae) em fragmento de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, 8(2), 96-102. DOI: 10.4013/nbc.2013.82.05
- Stehmann, J. R., Forzza, R. C., Salino, A., Sobral, M., Costa, D. D., & Kamino, L. H. Y. 2009. Plantas da Floresta Atlântica (Vol. 1). Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro: p. 516.

Tabarelii M., & Santos M. M. A. 2004. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. In: K. C. Porto, J. J. P. Cabral, M. Tabarelii (Eds.) Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação. pp.111-122. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

Teixeira, G., & Pietrobon, M. R. 2015. Hymenophyllaceae (Polypodiopsida) na Mesorregião Metropolitana de Belém, Estado do Pará, Brasil. *Rodriguésia*, 66(3), 807-827. DOI: 10.1590/2175-7860201566310

Thiers, B. 2017. [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.

Udvardy M. 1975. A classification of the biogeographical provinces of the world. Prepared as a contribution to UNESCO's Man and the Biosphere Programme Project No. 18. IUCN; Morges, Switzerland: p. 49.

Vasconcelos Sobrinho, J. 1971. As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização. Recife: Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco: p.441.

Windisch, P. G. 1992. Pteridófitas da região norte-ocidental do estado de São Paulo-Guia para excursões. Campus de São José do Rio Preto: UNESP: p. 110.

Winter S. L. S., Mynssen C. M., & Prado J. 2007. *Adiantum* (Pteridaceae) no Arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, 58(4), 847-858.

Winter S. L. S., Sylvestre L., & Prado J. 2011. O gênero *Adiantum* (Pteridaceae) no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, 62, 663-681. DOI: 10.1590/2175-7860201162312

Xavier S. R. S., & Barros I. C. L. 2003. Pteridófitas ocorrentes em fragmentos de Floresta Serrana no estado de Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia* 54,13-21.

Xavier S. R. S., & Barros, I. C. L. 2005. Pteridoflora e seus aspectos ecológicos ocorrentes no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19,777- 781. DOI: 10.1590/S0102-33062005000400013

Xavier, S. R. D. S., Barros, I. C. L., & Santiago, A. C. P. 2012. Ferns and lycophytes in Brazil's semi-arid region. *Rodriguésia*, 63(2), 483-488. DOI: 10.1590/S2175-78602012000200021

Xavier, S. R. S. da, Mendonça, J. D. L. de, Farias, R. P., & Silvestre, L. C. 2015. Lista de Samambaias e licófitas em trechos de semiárido na APA das Onças (Paraíba, Brasil). *Pesquisas, Botânica*, 68, 375-380.

Zuquim G., Tuomisto H., Costa F. R. C., Prado, J., Magnusson, W. E., Pimentel, T., Braga-Neto, R., & Figueiredo, F. O. G. 2012. Broad Scale Distribution of Ferns and Lycophytes along Environmental Gradients in Central and Northern Amazonia, Brazil. *Biotropica* 44,752-762. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2012.00880.x

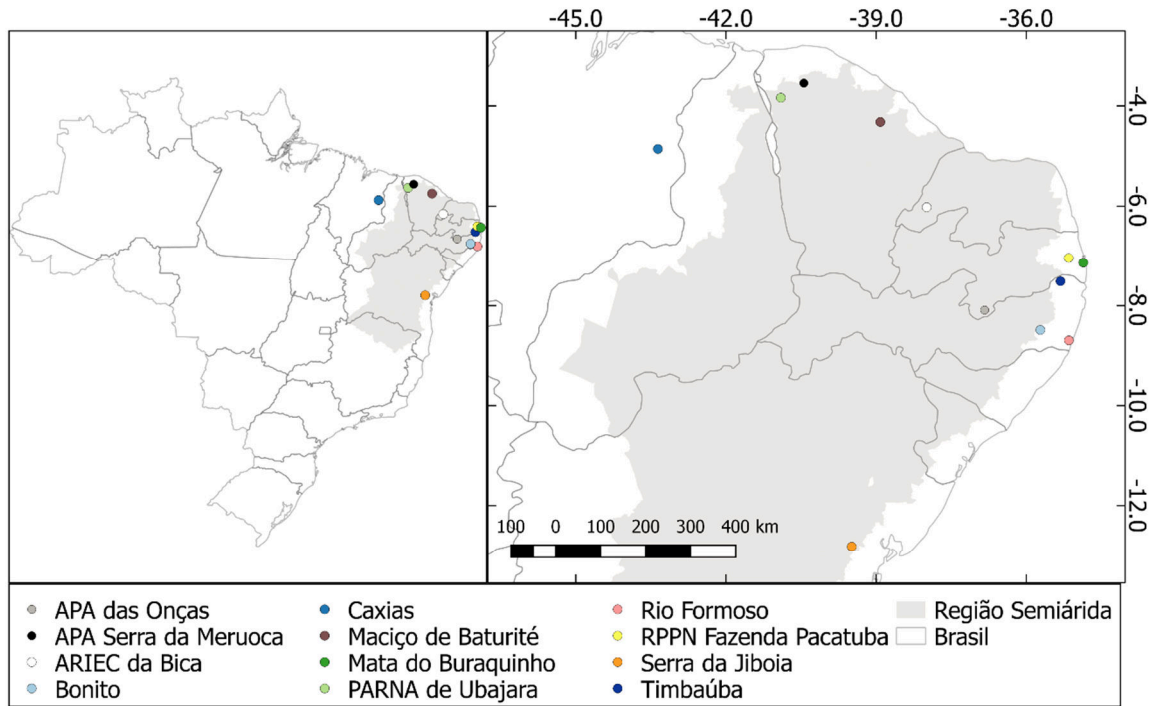


Figura 1 – Localização da APA Serra da Meruoca, ARIE Mata da Bica e áreas utilizadas na análise de agrupamento pelo método de associação média.

Tabela 1 –Localidades utilizadas na análise de agrupamento pelo método de associação média (UPGMA).

Localidade	Domínio Fitogeográfico	Tipo de Vegetação (IBGE 2012)	Área	Pluviosidade anual(mm)	Referência	Código
Região Nordeste do Brasil	Caatinga	Savana-Estépica	844.453	300-800	Flora do Brasil (2016)	FB
Região Nordeste do Brasil	Caatinga	Savana-estépica	844.453	300-800	Xavier <i>et al.</i> (2012)	CAA
Mata do buraquinho - Paraíba	Floresta Atlântica	Floresta Estacional Semidecidual	471	1888	Santiago <i>et al.</i> (2014)	MB
Caxias - Maranhão	Cerrado/Floresta Amazônica	Ecótono	531	1450	Fernandes <i>et al.</i> (2010)	CAX
Pacatuba – Paraíba	Floresta Atlântica	Floresta Estacional Semidecidual	266	1600	Silvestre & Xavier (2013)	PA
APA Serra da Meruoca	Floresta Atlântica	Floresta Estacional Semidecidual	29.361	1600	Neste trabalho	ME
Ibiapaba (Ubajara) – Ceará*	Floresta Atlântica	Floresta Ombrófila Aberta	6.288	1383	Dados Herbário EAC	IB
APA das onças – Paraíba	Caatinga	Savana-Estépica	36.000	550	Xavier <i>et al.</i> (2015)	SJT
AREI Mata da Bica	Floresta Atlântica	Floresta Estacional Semidecidual	50,66	1200	Neste trabalho	PO
Serra da Jiboia (Santa Teresinha) – Bahia	Floresta Atlântica	Floresta Ombrófila Densa Submontana	44.000	1200	Macedo <i>et al.</i> (2013)	SJ
Bonito - Pernambuco	Floresta Atlântica	Floresta Ombrófila Montana	100	1157	Santiago <i>et al.</i> (2004)	BO
Timbaúba - Pernambuco	Floresta Atlântica	Floresta Ombrófila Densa Submontana	600	1073	Pietrobon & Barros (2007)	TIM
Rio Formoso - Pernambuco	Floresta Atlântica	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas	470	1972	Costa <i>et al.</i> (2013)	RF
Maciço Baturité-Ceará	Floresta Atlântica	Floresta Ombrófila Densa	32.690	1560	Paula-Zárate <i>et al.</i> (2007)	BA

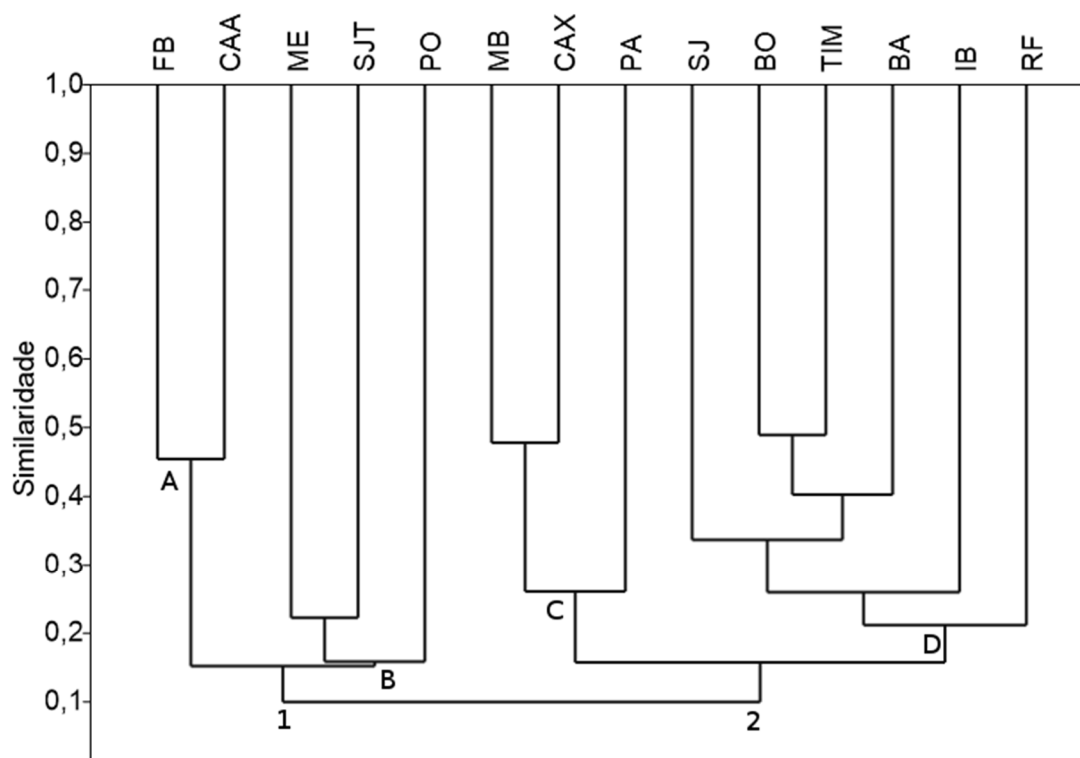


Figura 2 - Dendrograma de similaridade florística para samambaias e licófitas, entre as APA Serra da Meruoca, ARIE Mata da Bica e outras nove áreas no Nordeste do Brasil, obtido através do índice de similaridade de Jaccard e análise de agrupamento. Os códigos das áreas estão de acordo com a tabela 1.

Tabela 2 - Samambaias e Licófitas com seus respectivos aspectos ecológicos e distribuição geográficas ocorrentes nos remanescentes de Floresta Atlântica nos municípios de Portalegre (RN) e Meruoca (CE).

Taxon	Portalegre	Meruoca	Hábito	Locais de ocorrência	Voucher	Distribuição Geográfica
ANEMIIACEAE						
<i>Anemia dentata</i>	x		Terr	Ens.	RN 935	Neotropical
<i>Anemia villosa</i>		x	Rup.	Me.	RN 950	Neotropical
ASPLENIACEAE						
<i>Asplenium pumilum</i>		x	Rup.	Me.	RN 951	Neotropical e Afro-tropical
BLECHNACEAE						
<i>Blechnum occidentale</i>	x		Rup.	Som./Pal.	UFRN000 18597	Neotropical
DRYOPTERIDACEAE						
<i>Cyclodium meniscioides</i>	x		Rup.	Som.	RN 940	Neotropical
LYGODIACEAE						
<i>Lygodium venustum</i>	x	x	Terr.	Me.	UFRN000 18601/ RN 946	Neotropical
POLYPODIACEAE						
<i>Pleopeltis polypodioides</i>		x	Rup.	Me.	RN 953	Neotropical e Neártica
<i>Phlebodium aureum</i>		x	Cort.	Me.	RN 954	Neotropical, Neártica e Afro-tropical
<i>Serpocaulon triseriale</i>		x	Cort.	Me.	RN 952	Neotropical
PTERIDACEAE						
<i>Adiantum deflectens</i>	x	x	Terr.	Ens.	RN 938; 947	Neotropical
<i>Adiantum raddianum</i>	x		Rup.	Som./Pal.	UFRN000 18600	Pantropical
<i>Doryopteris concolor</i>	x		Terr.	Ens;	RN 934	Pantropical
<i>Pityrogramma calomelanos</i>	x		Terr.	Som.	UFRN000 18598	Pantropical
THELYPTERIDACEAE						
<i>Macrothelypteris torresiana</i>	x		Terr.	Som.	RN 939	Pantropical
<i>Christella dentata</i>		x	Terr.	Som.	RN 948	Pantropical
<i>Christella hispidula</i>	x		Rup.	Som.	RN 944	Pantropical
SALVINIACEAE						
<i>Salvinia auriculata</i>		x	Aqu.	Corp.	RN 949	Neotropical
SELAGINELLACEAE						
<i>Selaginella erythropus</i>	x	x	Terr.	Som.	RN 936	Neotropical

Tipos de habitat encontrados nas espécies ocorrentes nas áreas estudadas (Aqu. = Aquática; Cort. =

Corticícola; Rup. = rupícola; Terr.= Terrícola). Tipos de Ambientes de ocorrência das espécies nas áreas estudadas (Corp. = Corpo hidrico; Esn. = Ensolarado; Som. = Sombreado; Me.= Meia-Sombra; Pal. = Paludoso).

3. SAMAMBAIAS DO PARQUE NACIONAL DE UBAJARA,
ESTADO DO CEARÁ-BRASIL
(Normas conforme o periódico Phytokeys)

Samambaias do Parque Nacional de Ubajara, estado do Ceará-Brasil

Leandro Costa Silvestre

Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução, Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário Lagoa Nova, 59072-970, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil
Autor para correspondência: leandrosilvestre@ymail.com

Resumo

As samambaias são plantas vasculares sem sementes que ocorre com predominância na região tropical. No estado do Ceará, Nordeste do Brasil, são registradas 114 espécies de samambaias e licófitas, com maior ocorrência de registros na Floresta Atlântica Montana, nas Serra de Maranguape, Pacatuba e Baturité. Estas regiões são conhecidas como “brejos de altitudes”, áreas de florestas úmidas dentro da Caatinga. Estas áreas apresentam climas mais amenos (com maior precipitação e menores temperaturas) que possibilitam uma maior ocorrência de espécies. Uma destas áreas é a Unidade de Conservação do Parque Nacional de Ubajara, localizado em Ubajara no interior do Ceará. Este estudo visa apresentar a flora de samambaias do Parque Nacional de Ubajara, fornecendo chave de identificação, breves descrições e ilustrações das espécies encontradas. As coletas foram realizadas durante os meses de abril e maio de 2016, totalizando 48 horas de trabalho de campo. As amostras foram depositadas no Herbário RN, com duplicatas para o UFRN e EAC. Foram registradas 30 espécies de samambaias, representadas por 21 gêneros e 11 famílias. Pteridaceae (10 spp), Polypodiaceae (4 spp.) e Thelypteridaceae (4 spp.) foram as famílias mais representativas. Uma espécie, *Nephrolepis cordifolia*, é registrada como nova ocorrência para o estado do Ceará. O total de espécies encontradas no Parna de Ubajara corresponde a aproximadamente 21% das espécies ocorrentes no estado do Ceará e é abaixo das médias encontradas para outras áreas de Floresta Atlântica Montana no estado do Ceará.

Palavras Chaves: unidade de conservação, Floresta Atlântica, pteridófitas, florística

Abstract

The ferns are seedless vascular plants that occurs predominantly in the tropical region. In the state of Ceará, Northeast of Brazil, 114 fern and lycophytes species are recorded, with the highest occurrence of records in the Montana Atlantic Forest, in the Maranguape, Pacatuba and Baturité mountain range. These regions are known as "brejos de altitudes", Caatinga wet forests areas. These areas have milder climates (with higher precipitation and lower temperatures) that allow a greater occurrence of species. One of these areas is the conservation unit of Ubajara National Park, located in Ubajara in the interior of Ceará. This study aims to present the fern flora of the Ubajara National Park, providing key identification, short descriptions and illustrations of the species found. The collections were carried out during the months of April and May 2016, totaling 48 hours of field work. The samples were deposited in the RN Herbarium, with duplicates for UFRN and EAC. Were recorded 30 species of ferns, represented by 21 genera and 11 families. Pteridaceae (10 spp.), Polypodiaceae (4 spp.) and Thelypteridaceae (4 spp.) were the most representative families. One species, *Nephrolepis cordifolia*, is recorded as a new occurrence for the state of Ceará. The total number of species found in Ubajara Parna corresponds to approximately 21% of the species occurring in the state of Ceará and is below of the averages found for other areas of Atlantic Forest Montana in the state of Ceará.

Keywords: conservation unit, Atlantic forest, pteridophytes, floristic

Introdução

Samambaias são plantas vasculares sem sementes com distribuição cosmopolita (Moran 2008). No Brasil são registradas a ocorrência de 1332 espécies de samambaias (Samambaias e Licófitas 2018), com uma maior riqueza nos estados da região Sudestes (Prado et al. 2015). Na região Nordeste do Brasil a Bahia é o estado com maior número de registros (456 spp.) (Samambaias e Licófitas 2018).

Para o estado do Ceará são registradas 144 espécies de samambaias e licófitas (Samambaias e Licófitas 2018), onde grande parte destes registros são em áreas de encaves de Floresta Atlântica, como a Serra de Maranguape, Pacatuba e Baturité (Paula-Zárate 2004, Paula-Zárate et al. 2007). Estes locais, com remanescentes de Floresta Atlântica Montana e Submontana, apresentam elevada umidade e sombreamento que propiciam ambientes adequados a sobrevivência e reprodução das samambaias, uma vez que dependem de água para reprodução durante a fase gametofítica.

Estas áreas remanescentes de Floresta Atlântica são caracterizadas como brejos de altitude, “ilhas” de floresta úmida estabelecidas na região Semiárida, cercadas por uma vegetação de caatinga (Andrade-Lima 1982, Tabarelli & Santos 2004). Estes encaves apresentam taxas pluviométricas e higrométricas mais elevadas que nas áreas de caatinga (Andrade-Lima 1966, Pinto et al. 2012). Devido aos variados microambientes encontrados nestes remanescentes a riqueza de espécies de samambaias nas regiões tropicais montanhosas é expressiva (Moran 2008). Nas regiões serranas do Nordeste do Brasil essa riqueza de espécies é evidenciada por Barros et al. (2000), Pietrobon & Barros (2003), Xavier & Barros (2003), Santiago et al. (2004), Paula-Zárate et al. (2007).

Este estudo visa apresentar a flora samambaias do Parque Nacional (Parna) de Ubajara, fornecendo chave de identificação, breves descrições e ilustrações das espécies encontradas.

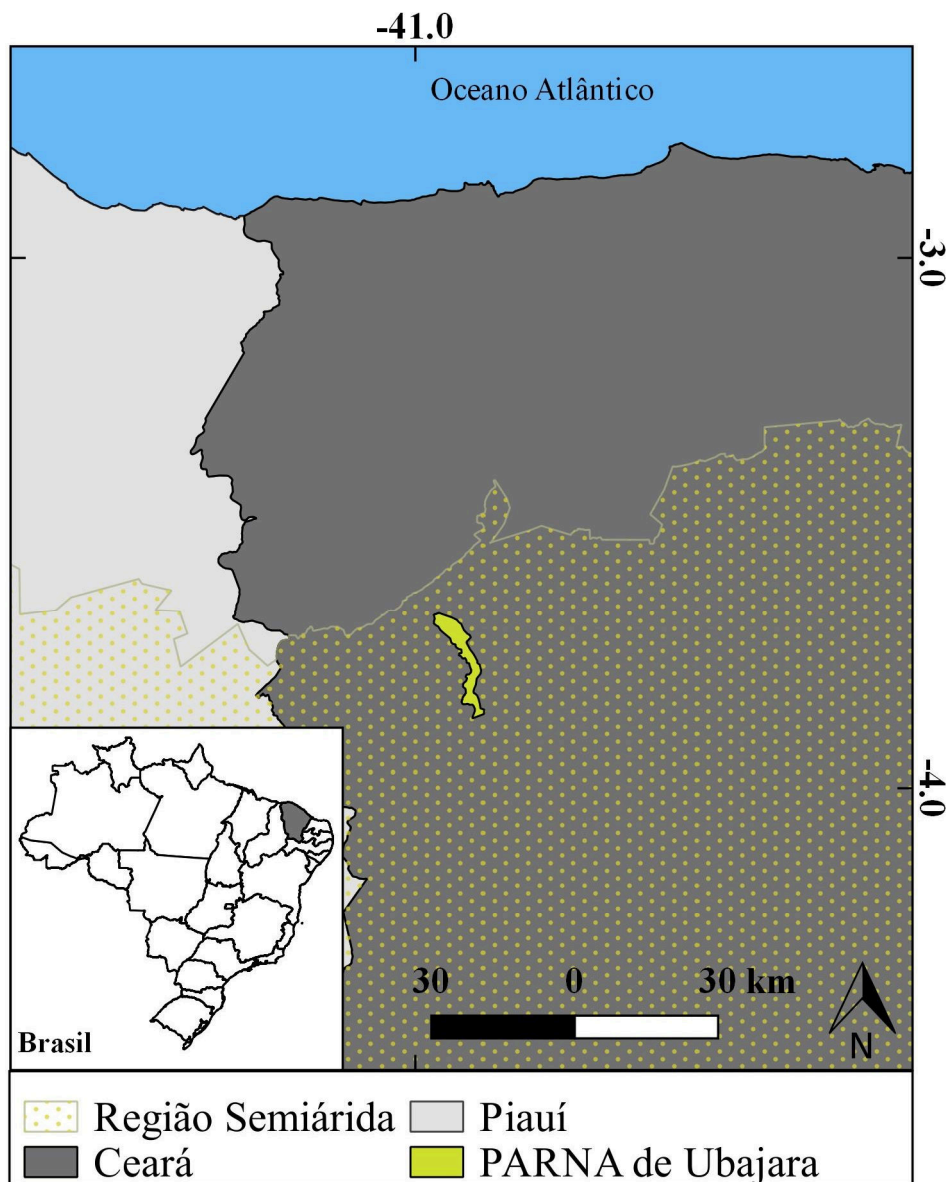
Material e Métodos

Área de estudo

O Parna de Ubajara (Figura 1) foi criado pelo Decreto 45.954, de 30 de abril de 1959, ao longo de sua existência foi modificado quanto a sua área de abrangência que variou de 563 aos 6.288 hectares que possui atualmente (Guedes et al. 2000, Nascimento et al. 2005). Ao longo de sua existência diversos estudos e coletas foram realizados visando ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade na área (IBAMA 2002).

O Parna de Ubajara localiza-se no estado do Ceará (3° 50.536'S; 40° 53.928'O) (Fig. 1). Abrange áreas nos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha. Compreende um remanescente de Floresta Atlântica cercado por uma vegetação de Caatinga nas áreas de menor altitude. Nas cotas altimétricas mais elevadas (700 a 840 metros) o Parque Nacional apresenta formações de Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular (IBAMA 2002). A condição do relevo e altitude na área onde está situado o Parque Nacional de Ubajara são os fatores que proporcionam características climáticas diferentes da Região Semiárida do Brasil. A região no qual o Parna está inserido apresenta períodos climáticos bem distintos, com uma pluviosidade anual de 1436mm e duas estações bem marcadas. A estação chuvosa ocorre nos meses de janeiro a junho e a estação seca, praticamente sem chuvas, se prolonga de julho a dezembro (IBAMA 2002).

Figura 1 – Localização do Parque Nacional de Ubajara no Estado do Ceará



Coleta de dados

As coletas foram realizadas durante os meses de abril e maio de 2016, totalizando 48 horas de trabalho de campo. As amostras foram depositadas no Herbário RN, com duplicatas para o UFRN e EAC (siglas segundo Thiers, 2017). Para compor a lista de espécies também foram consultados os mesmos herbários. Para coleta do material botânico, foram visitados ambientes com maior representatividade das samambaias conforme a metodologia de Windisch (1992). O material coletado foi herborizado de acordo com Rotta et al. (2008). A circunscrição das famílias de samambaias está de acordo com o proposto pelo PPG I (2016).

Resultados & Discussão

Foram registradas 30 espécies de samambaias, representadas por 21 gêneros e 11 famílias (Tabela 1). Pteridaceae (10 spp), Polypodiaceae (4 spp.) e Thelypteridaceae (4 spp.) foram as famílias mais representativas. Esta representatividade é frequente para estudos no Brasil (Prado et al. 2015) e para região Nordeste (e.g., Pietrobon & Barros 2007, Pereira et al. 2008, Lourenço & Xavier 2013, Silvestre & Xavier 2013). Entre as espécies, *Nephrolepis cordifolia* (L.) C. Presl é registrada como nova ocorrência para o estado do Ceará.

O total de espécies encontradas no Parna de Ubajara corresponde a aproximadamente 21% das espécies ocorrentes no estado do Ceará (Samambaias e Licófitas 2018), destacando-se assim como relevante para a conservação. No entanto este número é abaixo das encontradas em outras áreas de Floresta Atlântica no Estado, como a serra de Maranguape com 66 espécies e (Lopes 2000) e Baturité com 94 (Paula-Zárate. et al. 2007).

Em relação aos aspectos ecológicos predominaram as espécies terrícolas (73,3%), com menor incidência de corticícolas (16,7%) e rupícolas (13,3%). Devido as condições propiciadas pela Floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular (Figura 2A), foram registradas um maior número de espécies ciófilas (15 spp.) e mesófilas (16 spp.). A predominância de espécies terrícolas é recorrente entre as samambaias de Floresta Atlântica Setentrional (Santiago et al. 2004, Pietrobon & Barros 2007, Pereira et al. 2008, Barros & Xavier 2013, Lourenço & Xavier 2013, Silvestre & Xavier, 2013). A preferência por ambientes úmidos e sombreados reflete a condição natural predominante da dependência por água pelas samambaias (Tryon & Tryon 1982) e a maior disponibilidade destes ambientes no parque (2E, F).

Entre as espécies, destaca-se *Adiantum patens* Willd., que ocorre em apenas três localidades no Brasil, sendo o Parna de Ubajara a única localidade no Nordeste registrada por Labiak & Prado (2007). Já *Macrotelypteris torresiana* (Gaudich.) Ching é uma espécie introduzida na região neotropical, amplamente distribuída na Floresta Atlântica, pois adapta-se bem em ambientes perturbados ou em regeneração (Figueiredo & Salino 2005). Segundo o IBAMA (2002) antes da constituição do Parque, diversas áreas foram modificadas, visando utilização de árvores, como a retirada de madeira para marcenaria ou carpintaria, substituição para plantio de cafezais sombreados, pomares e a culturas diversas. Cunha & Araújo (2014) e Lourenço & Caracristi (2016) relatam a ocorrência de danos aos recursos biológicos na área, destacando a caça, coleta de plantas, corte ilegal de madeira, queimadas e efeitos de borda. Além destes problemas Sampaio e Schmid (2013) registram a ocorrência de pelo menos 16 espécies exóticas invasoras na delimitação no parque, indicando que apesar de seus status como unidade de conservação, alguns impactos antrópicos podem influenciar na biodiversidade local.

Figura 2. Aspectos fisionômicos da vegetação e detalhes de algumas espécies de samambaias na área do Parna de Ubajara – A. Vista parcial da vegetação; B. Fronde de *Pteris biaurita*; C. Cáudice de *Cyathea phalerata*; D. Fronde de *Lastreopsis amplissima*; E-F Córregos e riachos no interior do Parna de Ubajara; G. Fronde de *Tectaria incisa*. H. Indivíduos ressecados de *Pleopeltis polypodioides*.

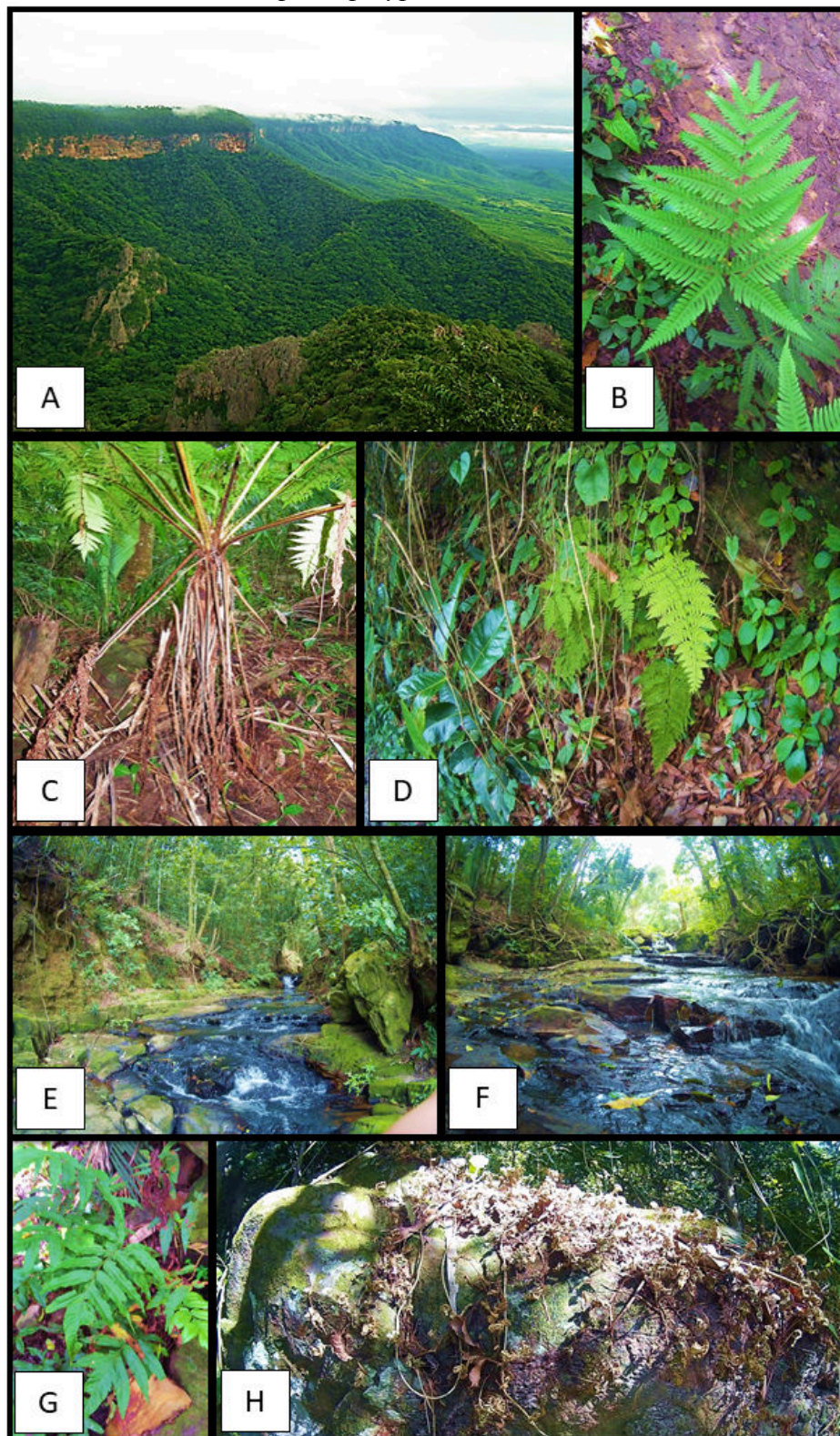


Tabela 1. Lista de espécies e aspectos ecológicos das samambaias encontradas no Parque Nacional de Ubajara.

Família	Espécie	Habitat	Ambiente preferência	Registro
Anemiaceae	<i>Anemia villosa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Terrícola	Mesófila	RN 911
Aspleniaceae	<i>Asplenium formosum</i> Willd.	Terrícola/Rupícola	Ciófila, Mesófila	EAC 29958
	<i>Asplenium pumilum</i> Sw.	Terrícola	Mesófila	EAC 52155
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	Rupícola	Mesófila/Higrófila	EAC 26460
Cyatheaceae	<i>Cyathea microdonta</i> (Desv.) Domin	Terrícola	Ciófila/ Higrófila	EAC 28581
	<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	Terrícola	Ciófila; Higrófila	RN 931
Dryopteridaceae	<i>Lastreopsis amplissima</i> (C.Presl) Tindale	Terrícola	Ciófila/ Higrófila	EAC 52327
Lygodiaceae	<i>Lygodium venustum</i> Sw.	Terrícola	Mesófila	EAC 28579
	<i>Lygodium volubile</i> Sw.	Terrícola	Mesófila	EAC 27971
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Corticícola	Mesófila	EAC 28583
	<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C.Presl	Corticícola	Mesófila	RN 930
Polypodiaceae	<i>Phlebodium aureum</i> (L.) J.Sm.	Corticícola	Mesófila	RN 923
	<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E.Fourn.	Corticícola	Mesófila	EAC 27975
	<i>Pleopeltis polypodioides</i> (L.) Andrews & Windham	Rupícola	Mesófila	EAC 28575
	<i>Serpocaulon triseriale</i> (Sw.) A.R.Sm.	Corticícola	Mesófila	EAC 27978
Pteridaceae	<i>Adiantopsis radiata</i> (L.) Fée	Terrícola	Ciófila	EAC 28573
	<i>Adiantum deflectens</i> Mart.	Terrícola	Mesófila	EAC 55611
	<i>Adiantum lorentzii</i> Hieron.	Terrícola	Ciófila,	RN 917
	<i>Adiantum obliquum</i> Willd.	Terrícola	Ciófila	RN 922
	<i>Adiantum patens</i> Willd.	Terrícola	Ciófila,	EAC 4015
	<i>Adiantum petiolatum</i> Desv.	Terrícola	Ciófila	EAC 27976
	<i>Adiantum pulverulentum</i> L.	Terrícola	Ciófila	EAC 27846
	<i>Hemionitis tomentosa</i> (Lam.) Raddi	Terrícola	Mesófila	RN 916
	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	Rupícola	Mesófila/Higrófila	EAC 27963
	<i>Pteris biaurita</i> L.	Terrícola	Ciófila	EAC 3989
Tectariaceae	<i>Tectaria incisa</i> Cav.	Terrícola	Ciófila; Higrófila	EAC 27974
Thelypteridaceae	<i>Christella hispidula</i> (Decne.) Holttum	Terrícola	Ciófila	EAC 3988
	<i>Cyclosorus interruptus</i> (Willd.) H. Ito	Terrícola	Ciófila/Higrófila	EAC 27970
	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	Terrícola	Mesófila	RN 929
	<i>Meniscium serratum</i> Cav.	Terrícola	Ciófila; Higrófila	EAC 27965

Taxonomia

Chave para as espécies de samambaias ocorrentes no Parque Nacional de Ubajara

1. Plantas terrícolas escandentes.....	2
1'. Plantas terrícolas, rupícolas ou corticícolas.....	3
2. Pínulas estéreis lanceoladas, porção distal da pínula igual ou quase igual à porção proximal.....	<i>Lygodium volubile</i>
2'. Pínulas estéreis lanceoladas, porção proximal com base lobada	<i>Lygodium venustum</i>
3. Frondes férteis dimórficas, par de pinas proximais modificadas (esporangióforos)	<i>Anemia villosa</i>
3'. Frondes monomorfas ou subdimórficas, esporângios agrupados em soros na lâmina foliar.....	4
4. Soros lineares paralelos e adjacentes à nervura principal da pina.....	<i>Blechnum occidentale</i>
4'. Soros arredondados, lineares marginais, oblongos, gimnogramóides ou reniformes.....	5
5. Soros com pseudo-indúcio ou esporângios livres não agrupados em soro.....	6
5'. Soros indusiados ou sem indúcio.....	15
6. Raque prolífera no ápice.....	<i>Adiantum deflectens</i>
6'. Raque não prolífera.....	7
7. Esporângios formando soros lineares, arredondados e reniformes.....	8
7'. Esporângios dispostos ao longo das nervuras.....	14
8. Pseudo-indúcio com nervuras.....	9
8'. Pseudo-indúcio sem nervuras.....	13
9. Pina ou Pínulas de margem lisa; inciso serreadas.....	10
9'. Pínulas de margem crenada, com ou sem incisões.....	12
10. Lâmina 2-pinnada, 1 soro por segmento.....	<i>Adiantum pulverulentum</i>
10'. Lâmina 1-2-pinada, vários soros por segmento.....	11
11'. Pinas com face abaxial esbranquiçada, pecíolo e raque parcialmente recobertos por pequenas escamas castanho-claras, pinas da base semelhantes as medianas.....	<i>Adiantum petiolatum</i>
11'. Pinas com face abaxial verde-clara lustrosa, pecíolo, raque e raquíola recobertos por escamas castanhas, pinas basais menores que as medianas.....	<i>Adiantum obliquum</i>
12. Margem crenada, com incisões até 2/3 da pina, soros próximos ao ápice dos lobos.....	<i>Adiantum lorentzii</i>
12'. Margem crenada, sem incisões, soros próximos a margem entre os lobos.....	<i>Adiantum patens</i>
13. Soros com paráfises.....	<i>Pteris biaurita</i>
13'. Soros sem paráfises.....	<i>Adiantopsis radiata</i>
14. Lâmina foliar sem tricomas, face abaxial das pinas com de indumento farináceo branco ou amarelado.....	<i>Pytiogramma calomelanos</i>
14'. Lamina foliar com tricomas, face abaxial das pinas com ausência de indumento farináceo	<i>Hemionitis tomentosa</i>
15. Plantas corticícola com soros oblongos ou lunulados; rupícolas com soros arredondados.....	16
15'. Plantas terrícolas com soros oblongos, lineares, elípticos, arredondados; rupícolas com soros lineares.....	21
16. Lamina inteira a pinatissecta.....	17
16'. Lâmina pinatipartida a 1-pinada.....	18
17. Lamina pinatissecta, soros arredondados.....	<i>Pleopeltis polypodioides</i>
17'. Lamina inteira, soros oblongos.....	<i>Pleopeltis astrolepis</i>
18. Soros submarginais a marginais arredondados com indúcio reniforme a lunular.....	19
18'. Soros medianos arredondados em séries, indúcio ausentes.....	20

19. Base da pina fértil assimétrica, lado basioscópico arredondando a cordado e lado acrosópico auriculado	<i>Nephrolepis cordifolia</i>
19'. Base da pina fértil equilateral ou pouco desiguais, lado basioscópico e acrosópico cuneados	<i>Nephrolepis biserrata</i>
20. Lâmina 1-pinada com duas séries de soros entre a costa e a margem.....	<i>Serpocaulon triseriale</i>
20'. Lâmina pinatipartida e uma série de soros entre a costa e a margem.....	<i>Phlebodium aureum</i>
21. Plantas arborescentes a sub-arborescentes.....	22
21'. Plantas herbáceas.....	23
22. Raque e costa com espinhos quase tão longos quanto aos do pecíolo.....	<i>Cyathea microdonta</i>
22'. Raque e costa inerme, muricada ou com espinhos menores que os do pecíolo.....	<i>Cyathea phalerata</i>
23. Lâmina 1-pinada ou 2-pinada na porção basal, soros lineares a estreito-elíptico.....	24
23'. Lâmina 1-3(5)-pinada, soros arredondado.....	25
24. Pinas basais com lado basioscópico muito mais desenvolvido que o acrosópico.....	<i>Asplenium pumilum</i>
24'. Pinas basais com base subequilateral ou mais desenvolvida no lado acrosópico, profundamente incisadas no lado acrosópico.....	<i>Asplenium formosum</i>
25. Costa não sulcada adaxialmente.....	26
25'. Costa sulcada adaxialmente.....	28
26. Venação anastomosada.....	<i>Tectaria incisa</i>
26'. Venação não anastomosada.....	27
27. Lâmina 3-5-pinada, indúcio sem tricomas.....	<i>Lastreopsis amplissima</i>
27'. Lâmina 1-3-pinada, indúcio com tricomas setiforme.....	<i>Macrothelypteris torresiana</i>
28. Lâmina 1-pinada, padrão de venação meniscióide.....	<i>Meniscium serratum</i>
28'. Lâmina 1-pinada-pinatífida, nervuras basais de segmentos adjacentes unindo-se antes do enseio ou diretamente ao enseio.....	30
29. Caule reptante, negrescente, tricomas glandulares presentes na face abaxial da cóstula, nervuras e entre as nervuras.....	<i>Cyclosorus interruptus</i>
29'. Caule decumbente ou ereto, castanho, tricomas glandulares ausentes.....	<i>Christella hispidula</i>

Anemiaceae Link

Anemia villosa Humb. & Bonpl. ex Willd. Sp. Pl. 5: 92.1810

Figura 3 A-B.

Planta terrícola. Caule ereto a horizontal, densamente recoberto por tricomas castanho-claros a avermelhados. Pecíolo e raque amarelo a castanho, recobertos de tricomas semelhantes ao do rizoma. Lâmina 1-pinada-pinatífida a 1-pinada-pinatisecta, com 7-18 pares de pinas, pina apical não conforme. Pinas com venação dicotômica e aberta. Lâmina fértil mais longa que as estéreis, apresentando um par de segmentos férteis pedunculados, mais longos que a fronde a que está inserido. Esporangióforos com 8-29 mm de comprimento.

Aspleniaceae Newman

Asplenium formosum Willd. Sp. Pl. 5(1): 329.1810

Figura 3 C.

Planta terrícola ou rupícola. Caule ereto, com escamas lanceoladas, bicolores, com centro negro e margem castanho-clara. Pecíolo castanho escuro a negro, lustroso, alado. Lâminas 1-pinada, linear-lanceolada, ápice pinatífido, pinas 14-33 pares, margem acrosópica das pinas profundamente incisada, pina apical pinatífida e alongada, pinas

medianas retas a levemente ascendentes. Soros alongados 1-2 por pina na porção basioscópica. Indúcio castanho claro e linear

Asplenium pumilum Sw., Prodr. 129.1788

Figura 3 D.

Planta terrícola. Caule ereto, com escamas linear-lanceoladas, castanho escuras. Pecíolo negro na base, alado e esverdeado próximo as pinas; com tricomas e escamas lineares, sulcado adaxialmente. Raque esverdeada lustrosa, negrescente na região central, alas verdes. Lâmina pinada a bipinada na porção basal, lado basioscópico mais desenvolvido. Pinas 1-4 pares, margem crenada, nervuras livres. Soros numerosos, medianos. Indúcio castanho e linear

Diferencia-se de *A. formosum* por apresentar soros medianos e menor número de pinas.

Blechnaceae Newman

Blechnum occidentale L., Sp. Pl. 2: 1077. 1753

Planta rupícola. Caule ereto com escamas linear-lanceoladas, bicolores e de margem inteira. Pecíolo castanho-claro, com escamas castanhas na base. Lâminas 1-pinada. Pinas falcadas, reduzindo gradualmente em direção ao ápice, ápice pinatífido, pinas basais levemente reduzidas, margens denticuladas, nervuras livres. Soros alongados paralelos a nervura principal da pina.

Cyatheaceae Kaulf.

Cyathea microdonta (Desv.) Domin, Pteridophyta 263. 1929.

Figura 3 E-F.

Planta terrícola, arborescente. Caule ereto com escamas lanceoladas castanho-escuras. Pecíolo recoberto por escamas semelhante ao do caule na base, escamas espaçadas próximas as pinas; espinhos (também encontrados na raque e ráquila). Indumento da face abaxial da costa e cóstula formado por tricomas (vilosos rudimentares e hirsutos espaçados) e escamas. Lâmina 2-pinado-pinatífida a 3-pinada, podendo chegar a 2,5 metros de comprimento, pinas reduzindo em direção ao ápice. Soros medianos, globosos na bifurcação das nervuras, sem indúcio.

Cyathea phalerata Mart., Denkschr. Königl.-Baier. Bot. Ges. Regensburg 2: 146, t. 2, f. 3. 1822.

Figura 2. C, 3 G-H.

Planta terrícola, arborescente. Caule ereto. Pecíolo castanho, inerme, muricados ou com espinhos rígidos; com escamas oval-lanceoladas castanho-claras a ferrugíneas com centro negrescente na porção inferior. Raque e ráquila glabros a hirsurtos em ambas as faces. Espinhos da raque menores que os do pecíolo. Lâmina 2-pinado-pinatífida com margem crenada ou ondulada, podendo chegar a 2,5 metros; ápice pinatífido reduzido gradualmente. Soros globosos, na bifurcação das nervuras, próximos à costa, sem indúcio.

Dryopteridaceae Herter

Lastreopsis amplissima (C.Presl) Tindale, Victoria Naturalist 73: 185. 1957.

Figura 2D, 3 I-J.

Planta terrícola. Caule ereto. Pecíolo castanho-claro a esverdeado com escamas lineares a lanceoladas, margens inteiras castanho-escuras. Raque e cóstula com escamas lineares lanceoladas, castanho-claras a castanho-escuras. Lâmina 3-5-pinado-pinatissecta, pina próxima inequilateral, pínulas acrocópicas não reduzidas, anadrômicas; ápice gradualmente reduzido. Soros arredondados, medianos a suprmedianos. Indúcio peltado.

Esta espécie é facilmente reconhecida pela presença de pinas anádromas (a primeira pínula da pina origina-se do lado acrocópico) e ausência de gemas sobre a raque.

A espécie *L. amplissima* um padrão de subdivisões das pinas semelhante a *Macrothelypteris torresiana*, também encontrada no Parque. No entanto *L. amplissima* apresenta 3 ou mais feixes vasculares na base do pecíolo, enquanto *M. torresiana* possui apenas 2 feixes.

Lomariopsidaceae (Sw.) J. Sm.

Nephrolepis biserrata (Sw.) Schott, Gen. Fil., ad pl. 3. 1834.

Planta corticícola. Caule ereto a decumbente. Pecíolo castanho-claro, lustroso, com escamas castanho-claras com ápice livre, distribuídas também pelo caule. Lâmina 1-pinada, com ápice agudo a acuminado. Pinas com margem serreada na lâmina estéril e crenada na lâmina fértil; base predominantemente cuneada nas pinas férteis, ocasionalmente com aurículas na porção basioscópica das pinas estéreis. Soros medianos com indúcio orbicular-reniforme

Assemelha-se no habito a *N. cordifolia*, mas podem ser diferenciadas pelo indúcio lunulado a semilunar e pela base da pina na porção acrocópica com aurículas nas pinas férteis presentes em *N. cordifolia*. Enquanto que *N. biserrata* apresenta indúcio arredondado a reniforme e pinas férteis com base cuneadas.

Nephrolepis cordifolia ((L.) C.Presl, Tentamen Pteridographiae 79. 1836.

Figura 3 K-L

Plantas corticícolas. Caule ereto. Pecíolo castanho-claro lustroso; escamas castanho-claras com centro mais escuro somente no ponto de inserção, margens levemente denticuladas, distribuídas também pelo caule. Lâmina 1-pinada, com ápice abruptamente reduzido, base gradualmente reduzida. Pinas com margem crenada, base inequilateral, lado basioscópico arredondado a cordado, lado acrocópico auriculado sobrepondo-se a raque. Soros submarginais com indúcio semilunar.

Lygodiaceae M. Roem.

Lygodium venustum Sw., J. Bot. (Schrader) 1801(2): 303. 1803

Planta terrícola escandente de crescimento indeterminando. Caule curto-reptante, com tricomas castanhos. Pecíolo amarelado a castanho-escuro. Frondes subdimórficas, pinas estéreis mais largas que as férteis. Lâmina 2 pinada-pinatifida, segmentos proximais das pínulas palmatilobados, margem crenada. Cóstula e nervuras pubescentes. Esporangióforos dispostos na margem modificada do segmento das pínulas férteis

O gênero *Lygodium* distingue-se das demais espécies da área por ser o único com habitat terrícola escandente e de crescimento indeterminado. *L. volubile* é uma espécie

semelhante, mas que difere pela base das pínulas inteiras e pela forma da pina lanceolada a linear com base truncada.

Lygodium volubile Sw., J. Bot. (Schrader) 1801(2): 304. 1803.

Planta terrícola escandente de crescimento indeterminado. Caule reptante com tricomas enegrecidos. Pecíolo amarelado a castanho claro. Lâmina 2-pinada pínulas geralmente oval-lanceoladas a lanceoladas, de base arredondada ou levemente auriculada; margem serreada. Cóstula e nervuras pubescentes. Esporangióforos dispostos na margem modificada do segmento das pínulas férteis.

Polypodiaceae J. Presl & C. Presl

Phlebodium aureum (L.) J.Sm., J. Bot. (Hooker) 4: 59. 1841

Planta corticícola. Caule reptante, densamente escamoso, escamas castanho-avermelhadas não clatradas. Lâmina pinatipartida, de contorno ovado, venação reticulada. Segmentos lanceolados a elípticos, ou linear-lanceolados a lineares. Os soros orbiculares, uma série entre a costa e a margem localizados na junção de duas vênulas intra-areoladas.

Assemelha-se a *Serpocaulon triseriale*, mas varia quanto ao número de séries de soros, que são em menor número em *P. aureum*.

Pleopeltis astrolepis (Liebm.) E.Fourn., Mexic. Pl. 1: 87. 1872.

Figura 3 M-N.

Planta corticícola. Caule reptante com escamas ovado-lanceoladas marrons a avermelhadas. Lamina inteira, linear a lanceolada com ápice agudo a obtuso, base atenuada e margem inteira; escamas bicolores ovais a circulares em ambas as faces. Soros medianos, oblongos a lineares, dispostos paralelamente à costa com escamas decíduas.

Pleopeltis polypodioides (L.) Andrews & Windham, Contr. Univ. Michigan Herb. 19: 46. 1993

Figura 2 H, 3 O.

Planta rupícola. Caule reptante recoberto por escamas de margem ciliada, bicolores, com centro mais escuro a enegrecido que a margem. Pecíolo enegrecido com escamas semelhantes à do caule. Lâmina linear-oblonga a oblonga-deltada, pinatissectas, com escamas em ambas as superfícies a abaxial em maior quantidade, na adaxial ocorrendo principalmente próximo a margem da lâmina. Soros medianos, arredondados.

Difere das espécies congênicas ocorrente na área por apresentar numerosas escamas na face abaxial com centro castanho escuro e margem alva, enquanto *P. astrolepis* apresenta escamas mais espaçadas e de dois tipos, ovadas de cor castanha e lanceoladas negrecentes.

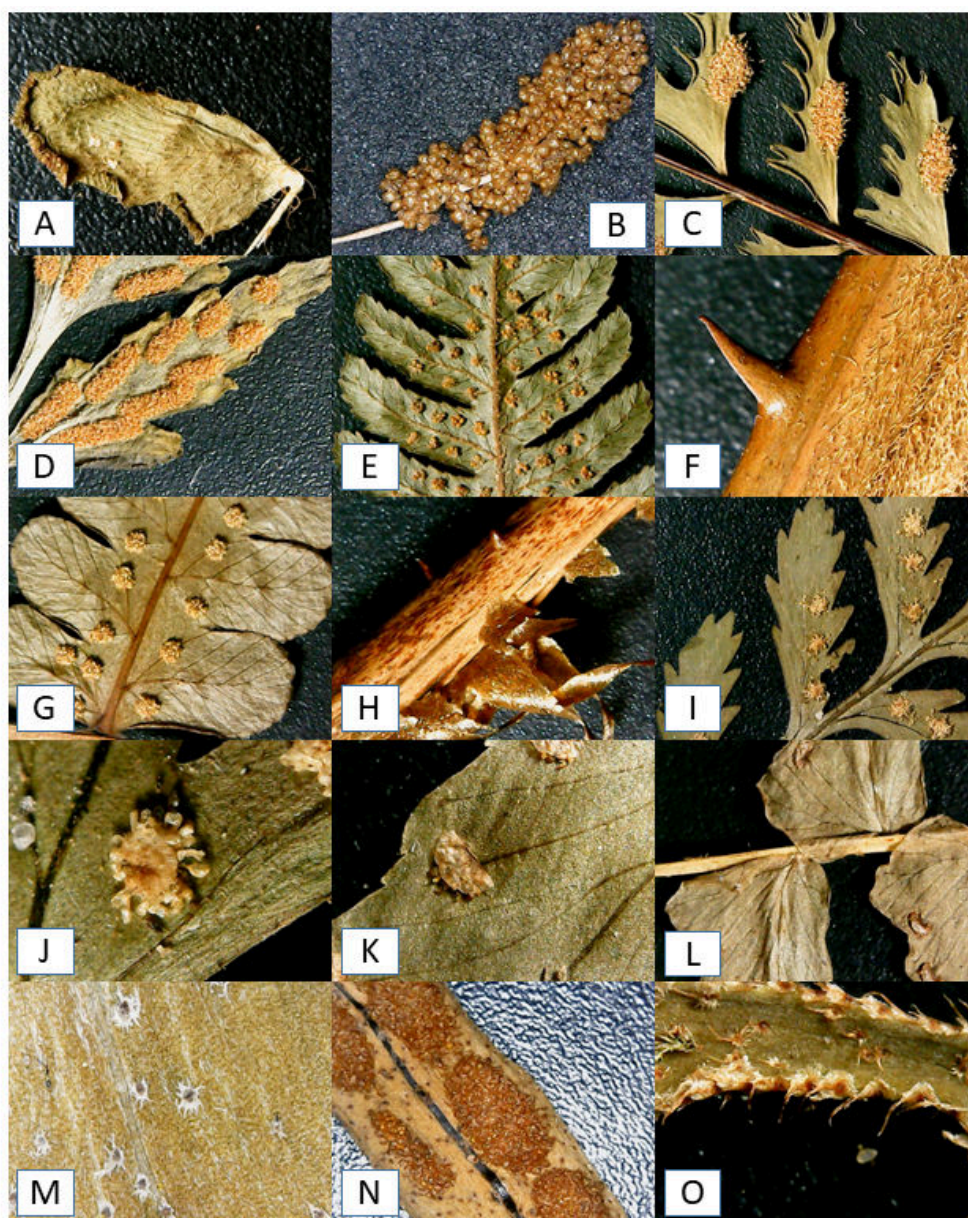
Serpocaulon triseriale (Sw.) A.R.Sm., Taxon 55(4): 929, f. 3F, f. 4L–O. 2006.

Figura 4 A-B

Planta corticícola. Caule reptante com escamas ovadas castanhas, clatradas. Pecíolo castanho escuro, lustroso. Lamina 1-pinada, pina apical pinatissecta, superfície

laminar glabra, esparsas escamas lineares na costa. Soros medianos, arredondados, em duas séries entre a costa e margem da pina, a segunda série ocasionalmente incompleta.

Figura 3. A-B. *Anemia villosa* - A. pinas medianas; B. esporangióforos. C. *Asplenium formosum* – pinas medianas. D. *Asplenium pumilum* – face abaxial mostrando os soros. E-F. *Cyathea microdonta* – E. face abaxial da pina; F-espinho no pecíolo. G-H. *Cyathea phalerata* – G. face abaxial da pina; H. espinho e escama do pecíolo. I-J – *Lastreopsis amplissima* – I. face abaxial da pina; J. indúcio e soro. K-L. *Nephrolepis cordifolia* – K – detalhe de indúcio e venação; L. base das pinas. M-N. *Pleopeltis astrolepis* - M. escamas na face abaxial; N. soros. O. *Pleopeltis polypodioides* – escamas na face adaxial.



Pteridaceae E.D.M. Kirchn.

Adiantopsis radiata (L.) Fée, Mém. Foug. 5: 145. 1852.

Figura 4 C-D

Planta terrícola. Caule ereto, com escamas lanceoladas bicolores, de centro enegrecido e margem castanha. Pecíolo negro, lustroso. Lâmina radiado-pinada, glabra em ambas as faces, pínulas reduzindo em direção ao ápice, margem inteira a levemente crenulada, pina apical alongada. Soros marginais, com esporângios nas extremidades das nervuras com pseudoindúsios.

Adiantum deflectens Mart., Icon. Pl. Crypt. 94. 1834.

Planta terrícola. Caule ereto com escamas linear-lanceoladas bicolores, castanho-escuro a enegrecidas na região central e castanhas na margem. Pecíolo negro a castanho, lustroso. Frondes eretas a decumbentes, com raque prolífera. Lâmina 1-pinada, oblonga, cartácea, raque prolífera. Pinas flabeladas ou dimidiadas, pecioluladas e base cuneada, margem inciso-serreadas. Soros marginais oblongos com pseudoindúsio.

Distingue-se das demais espécies do gênero *Adiantum* L. ocorrentes na área, pela lâmina 1-pinada, pinas flabeladas e articuladas e pela raque prolífera no ápice.

Adiantum lorentzii Bot. Jahrb. Syst. 22: 393. 1896.

Figura 4 E-F

Planta terrícola. Caule ereto, com escamas linear-lanceoladas, castanho-claras. Pecíolo castanho-escuro a enegrecido, lustroso. Frondes eretas a decumbentes. Lâmina 3-4 pinada, glabras, pínulas com incisões chegando a 2/3 do seu comprimento, formando lobos lineares e glabros em ambas as faces. Soros na porção distal das pínulas com pseudoindúsios.

Assemelha-se com *A. deflectens*, mas essa apresenta lâmina 1-pinada, com incisões menos profundas nas pínulas.

Adiantum obliquum Willd, Sp. Pl. 5(1): 429 1810

Figura 4 G-H

Planta terrícola. Caule reptante com escamas linear-lanceoladas castanho-escuras. Pecíolo, raque e peciólulo castanhos recobertos por com escamas lineares castanho-avermelhadas. Lâmina 1(2)-pinada, pinas lanceoladas lustrosas em ambas as faces, não dimidiadas, curtamente pecioluladas, margem inteiras a levemente serreadas; base das pinas inequilaterais. Soros marginais oblongos dispostos em ambos os lados das pínulas, com pseudoindúsio.

Entre as espécies ocorrentes no parque assemelha-se a *A. petiolatum*, mas pode ser diferenciada de *A. obliquum* por apresentar pinas lanceoladas e superfície das pínulas brilhante em ambas as faces, enquanto *A. petiolatum* apresentam pinas ovadas a deltadas, com face abaxial glauca ou opaca.

Adiantum patens Willd., Sp. Pl. 5(1): 439. 1810.

Figura 4 I-J

Planta terrícola. Caule reptante com escama linear lanceoladas castanho-escuras. Pecíolo castanho-escuro a enegrecido. Lâmina pinada, flabelada a pseudopedata, semelhante a uma lâmina 2-pinada, pínulas oblongas, truncadas na base, lóbulos crenados

na porção acroscópica. Soros marginais lunulados a reniformes, sobre a margem distal e acroscópica com pseudoindúcio.

Adiantum petiolatum Desv., Mag. Neuesten Entdeck. Gesamten Naturk. Ges. Naturf. Freunde Berlin 5: 3261811

Figura 4 K-L

Planta terrícola. Caule reptante com escamas linear-lanceoladas, dentadas, castanhas. Pecíolo castanho claro. Lâmina 1-pinada, na face abaxial opaca ou glauco, glabras, pinas ovadas a deltadas, inequiláteras, o lado acroscópico mais desenvolvido. Soros marginais, lineares, vários por segmento, disposto em ambos lados das pinas e pseudoindúcio.

Adiantum pulverulentum L., Sp. Pl. 2: 1096 1753.

Figura 4 M

Plantas terrícolas. Caule reptante com escamas linear-lanceoladas, castanho-claras a castanho-escuras. Pecíolo castanho-escuro, com escamas lanceoladas na base, castanho-escuras. Lâmina oblonga a oblongo-ovado, 2-pinada, pinas linear-lanceoladas, pínulas dimidiado-falcadas, base cuneada, margens inciso-serreada. Soros marginais, lineares com pseudoindúcio.

Pode ser reconhecida pelas pínulas retangulares, com um soro por segmento e pelo pecíolo, raque e raquíola cobertos por escamas douradas, curtas e aglomeradas.

Hemionitis tomentosa (Lam.) Opusc. Sci. 3: 284. 1819.

Planta terrícola. Caule ereto com escamas lanceoladas, concolores, castanho-claras. Pecíolo e raque castanho-escuros, densamente pilosos. Lâmina 1-2-pinada; pinas lobadas, oblonga a deltoide; superfície abaxial e adaxial coberta com pelos aciculares e septados. Esporângios distribuídos pelas nervuras.

Pityrogramma calomelanos (L.) Link, Handbuch 3: 20. 1833

Figura 4 N.

Planta rupícola. Caule ereto com escama linear-lanceoladas, castanhas. Pecíolo castanho escuro a enegrecido. Laminas geralmente lanceoladas a ovado lanceolada, 1-2(3) pinado-pinatífida cartácea, com cera branca ou amarelada na face abaxial glabra. Pinas reduzindo-se em direção ao ápice da lâmina. Esporângios ao longo das nervuras.

Pteris biaurita L., Sp. Pl. 2: 1076. 1753

Figura 2 B, 4 O.

Planta terrícola. Caule ereto. Pecíolo trisulcado na face adaxial, castanho-claro, lustroso, com escamas lanceoladas castanhas com o ápice mais escuro. Lâmina 1-pinada-pinatífida, raro bipinada ou somente na base, par de pinas basais furcadas, com o segmento inferior basal mais longo que o superior, nervuras livres, exceto pelas aréolas entre cóstulas adjacentes. Soros marginais alongado, interrompidos nos lobos das pínulas e ausente no ápice dos segmentos, indúcio pálido.

Tectariaceae Panigrahi

Tectaria incisa Cav., Descr. Pl. 249. 1802

Figura 2 G.

Planta terrícola. Caule ereto com escamas concolores marrons. Pecíolo castanho-claro com tricomas espaçados. Lâmina 1-pinada oblonga a ovado-oblonga, com segmento terminal pinatífida unida por um tecido foliar pelo par de pinas subapicais, pinas basais mais largas. Venação areolada com aréolas pentagonais ou hexagonais, comumente incluídas entre veias livres. Soros arredondados, geralmente restritos a uma série em cada lado das cóstulas, com indúsios circulares.

Diferencia-se das demais espécies ocorrentes no Parna de Ubajara por apresentar venação anastomosada, indúsios reniforme ou arredondado, com aspecto de ferradura e a pinas com a base acrocópica mais desenvolvidas.

Thelypteridaceae Ching ex Pic. Serm.

Christella hispidula (Decne.) Holttum, Kew Bull. 31(2): 312. 1976

Planta terrícola. Caule ereto a decumbente com escamas castanhas linear-lanceoladas, lustrosas, pubescente. Pecíolo castanho escuro na base e mais claro próximo ao primeiro par de pinas, escamas presentes na porção basal. Lâmina 1-pinada-pinatífida, com contorno lanceolado a elíptico, ápice gradualmente reduzido, pinas proximais gradualmente reduzidas; pinas perpendiculares ou ascendentes, linear-lanceoladas a levemente oblongas. Nervuras livres, as basais adjacentes unindo-se a uma nervura excurrente no enseio ou logo abaixo. Soros arredondados, com indúsios reniformes.

Segundo Salino et al. (2015), Moura et al. (2016), as espécies de *Christella* H. Lév. apresentam caule curto-reptante, decumbente ou ereto, marrom claro, conspicuamente escamoso, pelo menos no ápice, enquanto as de *Cyclosorus* Link, caule longo-reptante, marrom escuro a preto, glabro ou com raras escamas esparsas.

Cyclosorus interruptus (Willd.) H. Ito, Bot. Mag. (Tokyo) 51(608): 714. 1937

Figura 4 P.

Planta terrícola. Caule reptante, com escamas lanceoladas, castanhas. Pecíolo negrescente na base e paleáceo distalmente, com escamas escassas. Lâmina 1-pinada-pinatífida, elíptica com ápice abruptamente reduzido; pinas lineares ou oblongo-lanceoladas, base truncada, ápice agudo; nervuras livres, o par basal unindo-se bem abaixo do enseio, formando uma vênula excurrente

Macrothelypteris torresiana (Gaudich.) Ching, Acta Phytotax. Sin. 8(4): 310.1963

Figura 4 Q.

Planta terrícola. Caule reptante, coberto por escamas linear-lanceoladas, pilosas. Lâmina 2-3-pinada-pinatífida, com ápice abruptamente reduzido, confluyente e pinatífido, base não reduzida ou levemente reduzida; pínulas pinatífidas ou crenadas; nervuras livres, comumente furcadas, terminando antes da margem dos segmentos. Tricomas longos espaçadamente sobre costa e cóstula. Soros arredondados, com indúsios pequenos ou aparentemente ausentes.

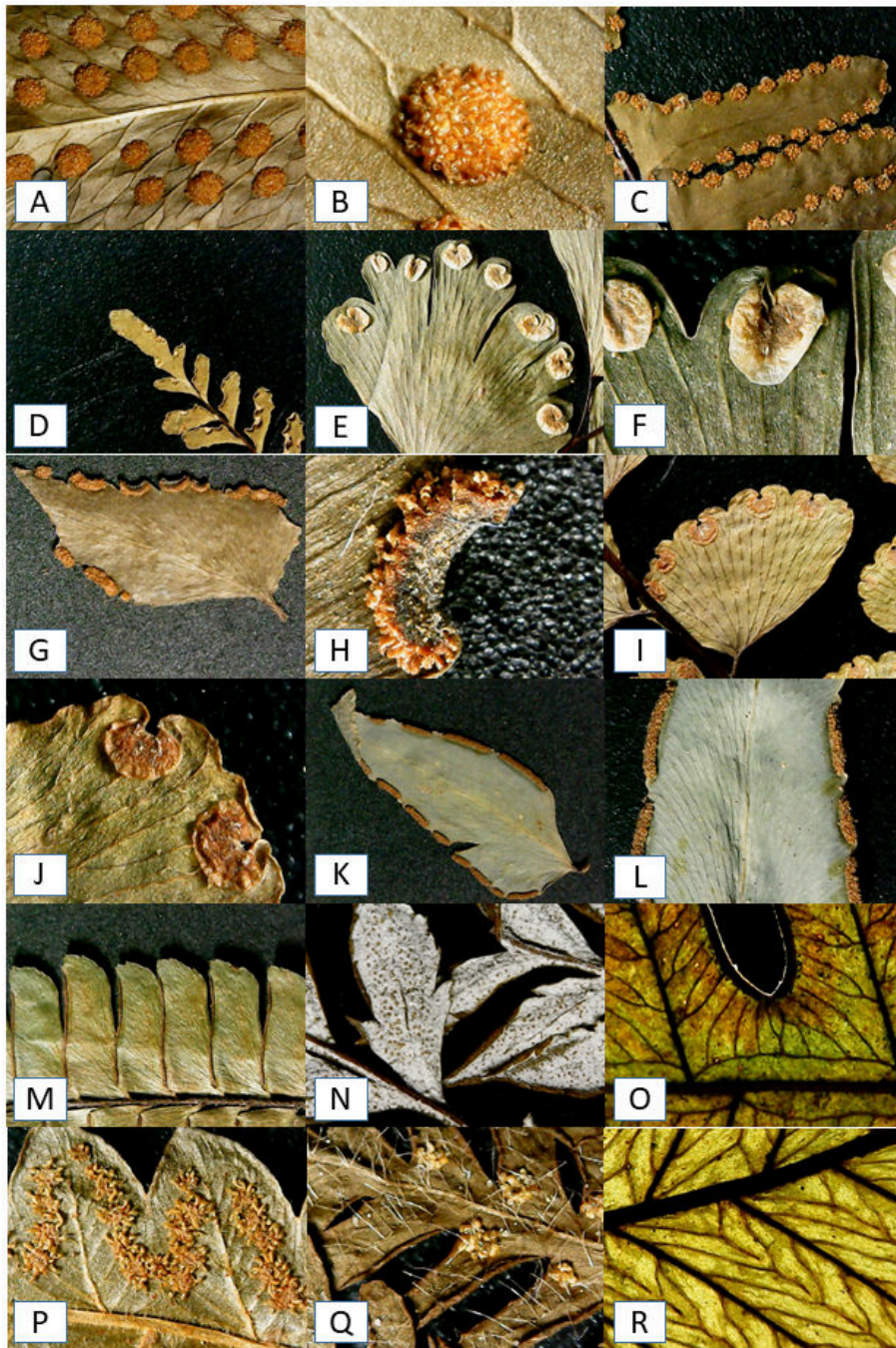
Meniscium serratum Cav., Descr. Pl. 548. 1802.

Figura 4 R.

Planta terrícola. Caule reptante, com escamas lanceoladas, castanho-escuras. Pecíolo castanho escuro na base e paleáceo distalmente. Frondes monomorfas subdimórficas, as férteis com pinas mais estreitas. Lâmina pinada, lanceolada, pinas do ápice gradualmente reduzida; pinas medianas oblongas a lanceoladas com margens

uncinado-serreadas. Venação anastomosada, resultando em linhas paralelas de aréolas que incluem uma única veia livre. Soros oblongos, lineares ou arqueados, confluentes na maturidade.

Figura 4. A-B. *Serpocaulon triseriale* - A. fileira de soros; B. soros. C-D. *Adiantopsis radiata* – C. pínulas medianas; D. pina apical. E-F. *Adiantum lorentzii* – E. soros e incisão das pinas; F-indúsio. G-H. *Adiantum obliquum* – G. face abaxial da pina; H. indúsio. I-J – *Adiantum patens* - I. venação e soros; J. indúsio. K-L. *Adiantum petiolatum* – K – face abaxial da pina; L. venação e soros. M. *Adiantum pulverulentum* - pinas medianas; N. *Pityrogramma calomelanos* – face abaxial recoberta por indumento O. *Pteris biaurita* - aréolas entre cóstulas adjacentes. P. *Cyclosoros interruptos* – padrão dos soros. Q. *Macrotelypteris torresiana* – indumento e soros na face abaxial. R. *Meniscium serratum* – padrão de venação.



Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução (PPGSE-UFRN), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida ao primeiro autor e à administração do Parque Nacional de Ubajara logística disponibilizada.

Referências

- Andrade-Lima D (1982) Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. In: Prance GT (Ed.) *Biological diversification in the tropics*. Columbia University Press, New York. 247-251.
- Andrade-Lima, D. 1966. Esboço fitoecológico de alguns brejos de Pernambuco. *Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco* 8, 1-27.
- Barros ICL, Pietrobon-Silva MR, Baracho GS, de Siqueira JA, dos Santos VG, Moura AM (2000) Contribution to the study of pteridophytes of the Serra do Urubú, Maraial municipality, Pernambuco state, Northeastern Brazil (Marattiaceae-Vittariaceae). *Anales Jardín de Madrid* 58:303–310.
- Barros SCA, de Xavier SR da S (2013) Samambaias em remanescente de Floresta Atlântica Nordestina (Parque Estadual Mata do Xém-Xém, Bayeux, Paraíba). *Pesquisas: Botânica, Porto Alegre*. 64: 207–224.
- Cunha, BB, Araújo RCP (2014). Avaliação das Pressões e Ameaças Ambientais sobre o Parque Nacional de Ubajara-Ceará: Uma perspectiva da Efetividade de Gestão. *REDE-Revista Eletrônica do Prodepa* 8:46-66
- Figueiredo, J.B. & Salino, A. (2005). Pteridófitas de quatro Reservas Particulares do Patrimônio Natural ao Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Lundiana* 6: 83-94.
- Guedes PG, Silva SD, Camardella AR, Abreu MD, Borges-Nojosa DM, Silva JD, Silva AA (2000). Diversidade de mamíferos do Parque Nacional de Ubajara (Ceará, Brasil). *Mastozoologia Neotropical*. 7: 95-100.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (2002). Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara 2a edição. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília, DF
- Labiak PH, Prado J (2007) New Records of Pteridophytes from Bolivia and Brazil. *American Fern Journal* 97: 113–123.
- Lopes, MSL (2000) Aspectos Sistemáticos e ecológicos da pteridoflora Serrana de Maranguape e Aratanha, com ênfase às espécies atlânticas e amazônicas. Final Paper Graduation. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Lourenço BFM, Caracristi I (2016) Uso dos recursos naturais: desafios das populações do entorno do Parque Nacional de Ubajara (CE). *Revista de Geociências do Nordeste* 2:1279–1288.
- Lourenço JDS, Xavier SR da S (2013) Samambaias da Estação Ecológica do Pau-Brasil, Paraíba, Brasil. *Pesquisas, Botânica* 64: 225–242.
- Moran RC (2008) Diversity, biogeography, and floristics. In A Ranker, CH Haufler. *Biology and evolution of ferns and lycophytes*, Cambridge University Press, 201–221.
- Moura LC., Arruda AJ, Salino A. (2016). Flora of the cangas of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Thelypteridaceae. *Rodriguésia* 67:1181-1189.
- Nascimento JLX, Sales-Junior LG, Sousa AEBA, Minns J (2005). Avaliação rápida das potencialidades ecológicas e econômicas do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, usando aves como indicadores. *Ornithologia* 1: 33-42.
- Paula-Zárate EL, Figueiredo MA, Barros ICL, Andrade LHC, Oliveira TS, Araújo FS (2007) Diversidade de pteridófitas da serra de Baturité, Ceará. In: Oliveira, TS,

- Araujo FS de. Diversidade e conservação da Biota na serra de Baturité, Ceará. Fortaleza, Edições UFC, 163–183.
- Paula-Zárate, E. L. de P (2004). Florística e fitogeografia das pteridófitas do estado do Ceará, Brasil. PhD Thesis, São Paulo University, São Paulo.
- Pereira AFN, Barros ICL, Xavier, S.R.S, Santiago ACP (2008) Composição florística e ecologia da pteridoflora de fragmentos de Floresta Atlântica (Reserva Ecológica de Gurjaú, Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brasil). *Revista Brasileira de Biociências* 5(2): 489-491.
- Pietrobon MR, Barros ICL (2003) Pteridófitas de um fragmento florestal na Serra do Mascarenhas, estado de Pernambuco, Brasil. *INSULA Revista de Botânica* 32: 73-118.
- Pietrobon MR, Barros, I.C.L. (2007) Pteridófitas da Mata do Estado, município de São Vicente Férrer, Estado de Pernambuco, Brasil: Cyatheaceae, Dennstaedtiaceae. *Revista de Biologia Neotropical* 3: 109–124.
- Pinto, M., Sampaio, E., & Nascimento, L. (2012). Florística e estrutura da vegetação de um brejo de altitude em Pesqueira, PE, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia* 21: 47-79.
- PPG I (2016) A community-derived classification for extant lycophytes and ferns: PPG I. *Journal of Systematics and Evolution* 54: 563–603.
- Prado J, Sylvestre LS, Labiak PH, Windisch PG, Salino A, Barros ICL, Hirai RY, Almeida TE, Santiago ACP, Kieling-Rubio MA, Pereira AFN, Øllgaard B, Ramos CGV, Mickel JT, Dittrich VAO, Mynssen CM, Schwartsburd PB, Condack JPS, Pereira JBS, Matos FB (2015) Diversity of ferns and lycophytes in Brazil. *Rodriguésia* 66: 1073–1083.
- Rotta E, Beltrami L de C, Zonta M (2008) Manual de prática de coleta e herborização de material botânico. Embrapa Florestas: Colombo, Brasil 1-30.
- Salino A, Almeida TE, Smith AR (2015) New combinations in Neotropical Thelypteridaceae. *PhytoKeys* 57: 11-50.
- Salino A., Semir J. (2002) Thelypteridaceae (Polypodiophyta) do Estado de São Paulo: Macrothelypteris e Thelypteris subgêneros Cyclosorus e Steiropteris. *Lundiana* 3: 9-27
- Samambaias e Licófitas (2018) in *Flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB128483>>. Acesso em: 24 Abr. 2018
- Sampaio, AB, Schmidt IB (2013). Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 2: 32-49.
- Santiago ACP, Barros ICL, Sylvestre L da S (2004) Pteridófitas ocorrentes em três fragmentos florestais de um brejo de altitude (Bonito, Pernambuco, Brasil). *Acta Botanica Brasilica* 18: 781–792.
- Silvestre LC, Xavier SR da S (2013) Samambaias em fragmento de Mata Atlântica, Sapé, Paraíba, Brasil. *Samambaias em fragmento de Mata Atlântica, Sapé, Paraíba, Brasil*. *Boletim do Museu Emilio Goeldi. Ciências Naturais* 8: 431–447.

- Tabarelli M, Santos AMM (2004) Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. *Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba, História Natural, Ecologia e Conservação* 9: 17–24.
- Thiers B. [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>. [accessed 12.12.2017]
- Tryon RM, Tryon AF (1982). *Ferns and allied plants with special reference to tropical America*. New York: Springer. 1-857.
- Windisch PG (1992). Como se coletam e preparam para estudo? In: Windisch, P. G. *Pteridófitas da região Norte-ocidental do Estado de São Paulo. Guia para estudo e excursões*. 2 ed. Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, p. 37-42.
- Xavier SR da S, Barros ICL (2003) Pteridófitas ocorrentes em fragmentos de Floresta Serrana no estado de Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia* 54: 13–21.

4. ANÁLISE DE TRAÇOS DE ESPÉCIES DE PTERIDACEAE
OCORRENTES EM ENCRAVES DE FLORESTA ATLÂNTICA
(Normas conforme o periódico *Australian Systematic Botany*)

Análise de traços de espécies de Pteridaceae ocorrentes em encraves de Floresta Atlântica

Leandro Costa Silvestre

Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução, Departamento de Botânica,

Autor para correspondência. E-mail: leandrocsilvestre@outlook.com

Resumo

As florestas úmidas da América do Sul apresentaram variação em sua distribuição geográfica devido as flutuações climáticas, apresentando expansão durante os eventos interglaciais e retração nos glaciais. Atualmente as Florestas Atlânticas e Amazônica estão separadas pelo corredor de vegetação xérica, que atua como uma barreira geografia para a troca de espécies entre estas florestas. Pesquisas tem apontado a presença de três rotas principais para a troca de espécies entre as florestas úmidas, ocorrendo via Nordeste, Sudestes e Centro-oeste do Brasil. Pteridaceae é uma família de samambaia com ampla distribuição geografia, no Brasil são registradas 196 espécies. Realizamos uma análise de traços, por meio do software Martitracks e Quantum Gis buscando encontrar traços generalizados compatíveis com as rotas para troca de espécies, com base na distribuição de espécies de Pteridaceae. Foram elaborados 43 traços individuais, 11 traços generalizados e 190 nós biogeográficos. Os traços generalizados conectando a Floresta Atlântica com a Amazônia ocorreram principalmente na região Sudeste, Centro-oeste e Nordeste do Brasil, interligados por remanescentes de floresta atlântica como os “brejos de altitude” e florestas de galerias. Estes traços corroboram com fragmentação de uma biota ancestral que foi amplamente distribuída entre a Floresta Atlântica e Amazônica, trazendo mais uma evidência desta conexão pretérita.

Palavras-chave: traços generalizados, conexões históricas, samambaias, biogeografia

Abstract

The rain forests of South America presented variation in their geographic distribution due to the climatic fluctuations, showing expansion during the interglacial events and retraction in the glacial. Currently the Atlantic and Amazonian Forests are separated by the corridor of vegetation xeric, which acts as a geographic barriers for the exchange of species among these forests. Research has pointed out the presence of three main routes for the exchange of species among the humid forests, occurring via Northeast, Southeast and Central-west of Brazil. Pteridaceae is a family of fern with widely distributed geography, in Brazil are registered 196 species. We performed a track analysis using the software Martitracks and Quantum Gis, trying to find generalized tracks compatible with the routes for species exchange, based on the distribution of Pteridaceae species. A total of 43 individual tracks, 11 generalized tracks and 190 biogeographic nodes were developed. The generalized tracks connecting the Atlantic Forest with the Amazon occurred mainly in the Southeast, Central-west and Northeast of Brazil, interconnected by remnants of Atlantic forest such as "brejos de altitude" and gallery forests. These tracks corroborate with the fragmentation of an ancestral biota that was widely distributed between the Atlantic and Amazonian Forest, bringing further evidence of this past connection.

Keywords: generalized tracks, historical connections, ferns, biogeography

Introdução

Vários estudos apontam que as Floresta Tropicais Úmidas (FTU) da América do Sul apresentaram períodos de retração e expansão (Andrade-Lima 1966; Haffer 1969; Prance 1982a, 1982b; Salo 1987; Haffer e Prance 2002), entretanto, a localização e a extensão dessas áreas ainda são controversas (Colinvaux e De Oliveira 2000; Zhang *et al.* 2015; Leite *et al.* 2016). Atualmente as FTU encontram-se disjuntas devido a diagonal de vegetações secas da América do Sul da [Caatinga, Cerrado e Chaco (Prado 2000; Pennington *et al.* 2006)], mas em períodos interglaciais anteriores houve uma maior conexão e troca de espécies entre estas áreas de florestas úmidas (Auler *et al.* 2004; Batalha Filho e Miyaki 2011; Batalha Filho *et al.* 2013; Buso Junior *et al.* 2013).

Trabalhos como os de Andrade-lima (1953), Rizzini (1963), Bigarella *et al.* (1975), Por (1992), Costa (2003), Sobral-Souza *et al.* (2015), Ledo e Coli (2017) utilizaram diferentes métodos, tais como estudos geológicos, geomorfológicos, palinológicos, florísticos, modelagem de nicho e evidências moleculares para compreender as possíveis rotas de conexão entre a Floresta Amazônica e Atlântica.

Um outro método empregado para compreender a distribuição de espécies disjuntas é a panbiogeografia (Morrone e Crisci 1995). A panbiogeografia é um método da biogeografia histórica, desenvolvida por Leon Croizat (Croizat 1958), que evidencia a dimensão espacial de um determinado táxon, permitindo uma melhor compreensão dos padrões de distribuição (Morrone 2000, 2004; Grehan *et al.* 2011). Este método está baseado na análise da representação de linhas geográficas mínimas entre as ocorrências em uma determinada região. Interpreta-se estas representações gráficas como padrões atuais de distribuições passadas (Craw *et al.* 1999; Grehan *et al.* 2011).

Na América do Sul são recorrentes os estudos empregando o método de Panbiogeografia para compreender formação da flora, *e.g.* Franco-Rosselli e Cornelis (1997), Dantas *et al.* (2011), Florentin *et al.* (2016) e Romano *et al.* (2017). Em específico para as samambaias e licófitas tem-se Arana *et al.* (2011, 2013).

Devido a dependência de locais úmidos e sombreados para a reprodução, as samambaias e licófitas apresentam uma maior riqueza em florestas úmidas como a Floresta Atlântica e Amazônica. A Floresta Atlântica é um dos domínios fitogeográficos com maior riqueza de espécies no Brasil (Samambaias e Licófitas 2018). Segundo Prado *et al.* (2015), Pteridaceae (196 spp.), Dryopteridaceae (179), Polypodiaceae (164)

destacam-se como as famílias mais ricas em espécies no Brasil. A ampla variação morfológica encontrada nas espécies da família Pteridaceae, com plantas terrícolas, corticícolas, rupícolas e aquáticas (Moran e Yatskievych 1995) e um elevado número de registros, possibilitam um excelente conjunto de dados para análise de panbiogeografia e de modelos de nicho ecológico. A família Pteridaceae compreende 22 gêneros e 196 espécies no Brasil (Prado *et al.* 2015).

Este estudo visa realizar uma análise de panbiogeografia buscando identificar traços generalizados compatíveis com rotas para a troca de espécies entre as Florestas Atlântica e Amazônica com base na distribuição espécies de Pteridaceae

Material e Métodos

A lista de espécies de Pteridaceae foi compilada através de consultas aos herbários EAC, UFRN, JPB, UFP e PEUFR (siglas segundo Thiers 2017), e a partir de consultas a bibliografias especializadas (*e.g.*, Pietrobon e Barros 2003, 2006, 2007; Santiago e Barros 2003; Xavier e Barros 2003, 2005; Santiago 2006; Paula-Zárate *et al.* 2007; Barros e Xavier 2013; Santiago *et al.* 2014 e Silva 2014).

As informações referentes à ocorrência das espécies, foram obtidas através de consultas a periódicos especializados e a bases de dados do Tropicos (2017), Flora do Brasil 2020(2017), speciesLink (2017), GBIF.org (2017). Foram utilizadas apenas ocorrências com dados georreferenciados, com identificação do determinador, visando um melhor conjunto de dados. Mesmo com este filtro alguns *outliers* foram encontrados, avaliados e em caso de não confirmação da veracidade foram descartados. Após a compilação das espécies, restringiu-se a análise de panbiogeografia e modelagem de nicho apenas as espécies com ocorrência no Novo Mundo, predominantemente na região Neotropical, visando extrair espécies com ampla distribuição geográfica. Foram analisadas a distribuição de 43 espécies com ocorrência nos encaves de Floresta Atlântica na região Nordeste do Brasil

Para a análise do método de panbiogeografia, foi utilizado o software MartiTracks versão Linux (Echeverria-Londono e Miranda-Esquivel 2011) (Parâmetros: Cut: 2.0, Lmax: 3, Lmin: 2.5, Maxline:4.0, Minimal congruence: 0.85).

Os mapas com as áreas de distribuição resultantes das análises de panbiogeografia foram elaborados através do software Quantum Gis 2.14 (QGIS Development Team 2017).

Foi utilizada a classificação de Morrone (2017) para a regionalização do Neotrópico.

Resultados

Foram avaliadas 43 espécies (Tabela 1) quanto a sua distribuição geográfica, totalizando 18.674 registros de ocorrência. Foram elaborados 43 traços individuais (Material Suplementar – Figuras 1-11), 11 traços generalizados (Figs. 1-6A) e 190 nós biogeográficos (Figura 6B).

As espécies *Doryopteris varians* (Raddi) Sm., *Pteris leptophylla* Sw. e *Pteris schwackeana* H. Christ ocorreram apenas na Floresta Atlântica. Apenas duas espécies (*Adiantum cajennense* Willd. ex Klotzsch e *Polytaenium guayanense* (Hieron.) Alston), apresentam ocorrência entre a Floresta Amazônica e com a Floresta Atlântica Setentrional (ao Norte do Rio São Francisco). As espécies *Adiantum deflectens* Mart., *Doryopteris pentagona* Pic. Serm. e *Hemionitis tomentosa* (Lam.) Raddi, apresentaram distribuição tanto em ambientes úmidos quanto em semiáridos.

Observamos uma maior ocorrência de traços generalizados nas FTU, conectados por remanescentes de Floresta Atlântica em áreas do Cerrado, Caatinga e Pantanal, como também por meio das Florestas dos Yungas na Bolívia. Os traços generalizados conectando a Floresta Atlântica com a Floresta Amazônica ocorreram principalmente na região Sudeste, Centro-oeste e Nordeste do Brasil (Figs. 1-6A).

Os traços generalizados e nós biogeográficos, ocorrem principalmente sobre as sub-regiões Brasileira e do Chaco, parte deste nós biogeográficos são compatíveis com a ocorrência de centros de endemismo e áreas com elevada biodiversidade. Os traços generalizados mais amplos chegam até a região de transição mexicana e as Antilhas, gerando também nós biogeográficos para a região.

Discussão

As FTU ocorrentes na América do Sul compartilham uma variedade de táxons, quando consideradas em específico a Floresta Amazônica e a Atlântica. Este compartilhamento é caracterizado por eventos distintos de vicariância e dispersão, sendo as florestas centrais brasileiras e os “brejos de altitude”, elos entre estas floras disjuntas (Costa 2003; Pontes e Alves 2011; Ledo e Colli 2017). A história biogeográfica envolvendo áreas e organismos distribuídos nesta região, é de fato complexa (Santiago

2006; Sigrist e Carvalho 2008; Pires e Marinoni 2010; Martins 2011, Silva *et al.* 2012), de forma que não apresenta um único processo biológico e biogeográfico em relação aos eventos que propiciaram a sua formação (Haberle e Maslin 1999; Leite *et al.* 2016).

Os traços generalizados encontrados com base na distribuição de Pteridaceae também são observados no gênero *Polietina* (Diptera) (Nihei e Carvalho 2005), *Bombus* (Hymenoptera) (Abrahamovich *et al.* 2004), *Trichodactylus* (Morrone e Lopretto 2001) (Decapoda) e entre outras espécies (Morrone 2014a, 2017; Pires e Marinoni 2010). A convergência de traços generalizadas por diferentes táxons foi sugerida por Croizat (1958) como um evento de vicariância compartilhado, gerando padrões de distribuição semelhantes.

As homologias espaciais encontradas através dos traços generalizadas, corroboram com as rotas principais para o intercâmbio de espécies entre as Florestas Atlântica e Amazônica, ocorrendo através da via Sudeste, na sub-bacia do rio Paraná (Costa 2003; Batalha-Filho *et al.* 2013; Ledo e Colli 2017) (Figura 1A, 3A e 5B); no Nordeste, através da Caatinga pelos encaves de Floresta Atlântica (Rizzini 1963; Bigarella *et al.* 1975, Batalha-Filho *et al.* 2013) (Figura 2B, 3A, 4B e 5A) e pelas florestas de galeria do Cerrado central brasileiro (Oliveira-Filho e Ratter 1995; Pires e Marinoni 2010) (Figuras 2AB, 3B, 4B e 5B).

Os nós biogeográficos são caracterizados como áreas de endemismo biológico, alta diversidade, limites de distribuição, populações desajustadas, incongruência taxonômica, paralelismo e anomalias altitudinais (Heads 2004). Os nós biogeográficos gerados distribuíram-se predominantemente sobre as áreas de Florestas Tropicais Úmidas na região Neotropical (Figura 7 A), os encontrados nas áreas de Caatinga e Cerrado estavam associados a áreas de encaves, e a florestas de galerias na região Centro Oeste do Brasil, como também, nas planícies inundáveis entre o Brasil, Bolívia e Paraguai. Grande parte dos nós encontrados deve-se a convergências de ocorrências. Os nós biogeográficos encontrados em Pernambuco, Bahia e na região Sudeste do Brasil são compatíveis com análises de espécies endêmicas, indicando a complexa relação entre estas áreas da Floresta Atlântica (DaSilva *et al.* 2017; Carnaval e Moritz 2008), como o Centro de Endemismo Pernambuco e florestas de terras baixas do sudoeste da Bahia e ao norte do Espírito Santo. O nó biogeográfico na região das planícies inundáveis do Pantanal reflete a ampla diversidade encontrada na região, que apresenta um fauna e flora

complexa com fortes ligações entre a província do Chaco e a de Rondônia de acordo com Daniel e Vaz-de-Mello (2016).

A região do domínio Mesoamericano, Pacífico, Brasil Boreal e Sul do Brasil apresenta uma complexa diversificação decorrentes dos eventos de retração da Floresta Amazônica (Haffer 1969; Colinvaux e De Oliveira 2000) como também eventos geológicos associados a elevada atividade tectônica, mudanças no nível do mar, emersão da ilha, vulcanismo, terremotos, falhas ao longo da borda continental e tsunamis são apontados por Donnelly (1988) e Morrone (2017). Este conjunto de fatores propiciaram a especiação e a origem de áreas com elevadas taxas de endêmicos (Ríos-Muñoz e Navarro-Sigüenza 2012; Bogarin *et al.* 2016), que em conjunto com a formação de ecossistemas de transição entre a América do Norte e do Sul, apresentam características marcantes para a formação de nós panbiogeográficos na região, (Morrone 2000; Arzamendia e Giraud 2009; Romo e Morrone 2011), como os encontrados em nossas análises. Os nós panbiogeográficos apresentados podem ser avaliados também na elaboração de medidas conservacionistas (para mais detalhes sobre as localidades dos nós biogeográficos consultar Material Suplementar - KMZ).

Considerando os ciclos climáticos do Quaternário (Clapperton 1993; Thompson *et al.* 2000), as conexões entre as FTU foram recorrentes, indicando três rotas principais. Neste contexto, os traços generalizados corroboram com os trabalhos de Andrade-lima (1953), Rizzini (1963), Bigarella *et al.* 1975, Por (1992), Costa (2003), Santos *et al.* (2007), Sobral-Souza *et al.* (2015), Ledo e Colli (2017), a respeito da fragmentação de uma biota ancestral que já foi amplamente distribuída e com as rotas para a troca de espécies entre a Floresta Atlântica e Amazônica, trazendo mais uma evidência desta conexão pretérita.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução (PPGSE-UFRN), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida ao primeiro autor.

Referências

1. Abrahamovich AH, Díaz NB, Morrone JJ (2004) Distributional patterns of the Neotropical and Andean species of the genus *Bombus* (Hymenoptera: Apidae). *Acta Zoológica Mexicana* **20**, 99-117.
2. Andrade-Lima, D (1953) Notas sobre a dispersão de algumas espécies vegetais no Brasil. *Anais da Sociedade de Biologia de Pernambuco* **11**, 25-49.
3. Andrade-Lima D (1966) Contribuição ao estudo do paralelismo da flora Amazônico-Nordestina. *Boletim do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco* **19**, 1-30.
4. Arana MD, Morrone JJ, Ponce M, Oggero AJ (2011) Licofitas (Equisetopsida: Lycopodiidae) de las Sierras Centrales de Argentina: un enfoque panbiogeográfico. *Gayana Botánica* **68**, 16-21. doi:10.4067/S0717-66432011000100002
5. Arana MD, Ponce M, Morrone JJ, Oggero AJ (2013) Patrones biogeográficos de los helechos de las Sierras de Córdoba (Argentina) y sus implicancias en la conservación. *Gayana Botánica*, **70**, 358-377. doi:10.4067/S0717-66432013000200013
6. Arzamendia V, Giraud AR (2009) Influence of large South American rivers of the Plata Basin on distributional patterns of tropical snakes: a panbiogeographical analysis. *Journal of Biogeography* **36**, 1739-1749.
7. Auler AS, Wang X, Edwards RL, Cheng H, Cristalli PS, Smart PL, Richards DA (2004) Quaternary ecological and geomorphic changes associated with rainfall events in presently semi-arid northeastern Brazil. *Journal of Quaternary Science* **19**, 693-701. doi:10.1002/jqs.876
8. Barros SCA de, Xavier SR da S (2013) Samambaias em remanescente de Floresta Atlântica Nordeste (Parque Estadual Mata do Xém-Xém, Bayeux, Paraíba). *Pesquisas: Botânica* **64**, 207-224.
9. Batalha Filho H, Fjeldsâ J, Fabre P-H, Miyaki CY (2013) Connections between the Atlantic and the Amazonian forest avifaunas represent distinct historical events. *Journal of Ornithology* **154**, 41-50. doi:10.1007/s10336-012-0866-7
10. Batalha Filho H, Miyaki CY (2011) Filogeografia da Mata Atlântica. *Revista da Biologia Esp*, 31-34.
11. Bigarella, JJ, Andrade-Lima D, Riehs PJ (1975) Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **47**, 411-464.
12. Bogarín D, Pupulin F, Smets E, Gravendeel B (2016) Evolutionary diversification and historical biogeography of the orchidaceae in Central America with Emphasis on Costa Rica and Panama. *Lankesteriana* **16**, 189-200. doi:10.15517/lank.v16i2.26005
13. Buso Junior AA, Pessenda LCR, De Oliveira PE, Giannini PCF, Cohen MCL, Volkmer-Ribeiro C, Oliveira SMB, Favaro DIT, Rossetti DF, Lorente FL, Borotti Filho MA, Schiavo JA, Bendassolli JA, Siqueira JS (2013) Late Pleistocene and Holocene Vegetation, Climate Dynamics, and Amazonian Taxa in the Atlantic Forest, Linhares, SE Brazil. *Radiocarbon* **55**, 1747-1762. doi:10.2458/azu_js_rc.55.16211
14. Carnaval AC, Moritz C (2008) Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. *Journal of Biogeography* **35**, 1187-1201. doi:10.1111/j.1365-2699.2007.01870.x

15. Clapperton CM (1993) Nature of environmental changes in South America at the Last Glacial Maximum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **101**, 189–208. doi:10.1016/0031-0182(93)90012-8
16. Colinvaux PA, De Oliveira PE (2000) Palaeoecology and climate of the Amazon basin during the last glacial cycle. *Journal of Quaternary science* **15**, 347–356. doi:10.1002/1099-1417(200005)15:4<347::AID-JQS537>3.0.CO;2-A
17. Costa LP (2003) The historical bridge between the Amazon and the Atlantic Forest of Brazil: a study of molecular phylogeography with small mammals. *Journal of Biogeography* **30**, 71–86.
18. Craw RC, Grehan, JR, Heads MJ (1999) ‘Panbiogeography: tracking the history of life’. (Oxford University Press: Oxford)
19. Croizat L (1958) ‘Panbiogeography’. (Published by the author: Caracas)
20. Daniel GM, Vaz-de-Mello FZ (2016) Biotic components of dung beetles (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Pantanal–Cerrado Border and its implications for Chaco regionalization. *Journal of Natural History* **50**, 1159–1173.
21. Dantas GPM, Cabanne GS, Santos FR (2011) How past vicariant events can explain the Atlantic Forest Biodiversity? In ‘Ecosystems Biodiversity’. (Eds O Grilo, G Venora) pp. 429–442. (InTech: London)
22. DaSilva MB, Pinto-da-Rocha R, Morrone JJ (2017) Historical relationships of areas of endemism of the Brazilian Atlantic rain forest: a cladistic biogeographic analysis of harvestman taxa (Arachnida: Opiliones). *Current Zoology* **63**, 525–535.
23. Donnelly TW (1988) Geologic constraints on Caribbean biogeography. In ‘Zoogeography of Caribbean insects’ (Ed JK Liebherr) pp. 15–37. (Cornell University Press: Ithaca and London)
24. Echeverria-Londono S, Miranda-Esquivel DR (2011) MartiTracks: A Geometrical Approach for Identifying Geographical Patterns of Distribution. *PLoS ONE* **6**, 1–7. doi:10.1371/journal.pone.0018460
25. Florentin JE, Arana MD, Salas RM (2016) Análisis panbiogeográfico del género *Galianthe* subgénero *Ebelia* (Rubiaceae). *Rodriguésia*, **67**, 437–444.
26. Franco-Rosselli P, Berg C (1997) Distributional patterns of *Cecropia* (Cecropiaceae): a panbiogeographic analysis. *Caldasia* **19**, 285–296.
27. GBIF.org (2017). Available from: <http://gbif.org> (27 February 2017).
28. Grehan J, Carvalho, CJB de, Almeida EAB (2011) Introdução à pan-biogeografia: método e síntese. In ‘Biogeografia da América do Sul: padrões e processo’. (Eds CJB de Carvalho, EAB Almeida) pp. 65–98. (Editora Roco: São Paulo)
29. Haberle S, Maslin M (1999) Late Quaternary vegetation and climate change in the Amazon Basin based on a 50,000 year pollen record from Amazon fan, ODP Site 932. *Quaternary Research* **51**, 27–38. doi:10.1006/qres.1998.2020
30. Haffer J (1969) Speciation in Amazonian forest birds. *Science* **165**, 131–137. doi:10.1126/science.165.3889.131
31. Haffer J, Prance GT (2002) Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozoico: sobre a teoria dos Refúgios da diferenciação biótica. *Estudos Avançados* **16**, 175–206. doi:10.1590/S0103-40142002000300014
32. Heads M (2004) What is a node?. *Journal of Biogeography* **31**, 1883–1891.

33. Ledo RMD, Colli GR (2017) The historical connections between the Amazon and the Atlantic Forest revisited. *Journal of Biogeography* **00**, 1–13. doi: 10.1111/jbi.13049
34. Leite YLR, Costa LP, Loss AC, Rocha RG, Batalha-Filho H, Bastos AC, Quaresma VS, Fagundes V, Paresque R, Passamani M, Pardini R (2016) Neotropical forest expansion during the last glacial period challenges refuge hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **113**, 1008–1013. doi:10.1073/pnas.1513062113
35. Martins F de M (2011) Historical biogeography of the Brazilian Atlantic forest and the Carnaval–Moritz model of Pleistocene refugia: what do phylogeographical studies tell us?. *Biological Journal of the Linnean Society* **104**, 499–509. doi: 10.1111/j.1095-8312.2011.01745.x
36. Moran RC, Yatskievych (1995). Polypodiaceae. In Psilotaceae a Salviniaceae (R.C. Moran & R. Ribas, eds.). In ‘Flora Mesoamericana’. (eds. G Davidse, M Souza & S Knapp). pp.104-145. (Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México).
37. Morrone JJ (2000) Entre el escarnio y el encomio: León Croizat y la panbiogeografía. *Interciencia* **25**, 41–47.
38. Morrone JJ (2004) Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileira de Entomologia* **48**, 149–162. doi:10.1590/S0085-56262004000200001
39. Morrone JJ (2014a) Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa* **3782**, 1-110. doi:10.11646/zootaxa.3782.1.1
40. Morrone JJ (2017) ‘Neotropical Biogeography: Regionalization and Evolution’. (CRC Press: Boca Raton)
41. Morrone JJ, & Lopretto EC (2001) Trichodactylid biogeographic patterns (Crustacea, Decapoda) and the Neotropical region. *Neotropica* **47**, 49-55.
42. Morrone JJ, Coscarón MDC (1996) Distributional patterns of the American Peiratinae (Heteroptera: Reduviidae). *Zoologische Mededeelingen* **70**, 1-15.
43. Morrone JJ, Crisci JV. (1995). Historical biogeography: Introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematics* **26**, 373-401.
44. Nihei SS, Carvalho CJB de (2005) Distributional patterns of the neotropical fly genus *Polietina* Schnabl & Dzierdzicki (Diptera, Muscidae): a phylogeny-supported analysis using panbiogeographic tools. *Papéis Avulsos de Zoologia* **45**, 313-326. doi:10.1590/S0031-104920050025000014
45. Oliveira-Filho AT, Ratter JA (1995) A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany* **52**, 141–194. doi:10.1017/S0960428600000949
46. Paula-Zárate EL, Figueiredo MA, Barros ICL, Andrade LHC, Oliveira TS, Araújo FS (2007) Diversidade de pteridófitas da serra de Baturité, Ceará. In ‘Diversidade e conservação da Biota na serra de Baturité’. (Eds TS Oliveira, FS Araújo) pp. 163–183. (Edições UFC: Fortaleza)
47. Pennington RT, Lewis GP, Ratter JA (2006) ‘Neotropical Savannas and Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography and Conservation’. (Taylor & Francis CRC Press: Oxfords).
48. Pietrobom MR, Barros ICL (2003) Pteridófitas de um fragmento florestal na Serra do Mascarenhas, estado de Pernambuco, Brasil. *Insula Revista de Botânica* **32**, 73-118.

49. Pietroboom MR, Barros ICL (2006) Associações entre as espécies de pteridófitas em dois fragmentos de Floresta Atlântica do Nordeste Brasileiro. *Biotemas* **19**, 15–26. doi:10.5007/1984-46702010000500003
50. Pietroboom MR, Barros ICL (2007) Pteridófitas da Mata do Estado, município de São Vicente Férrer, Estado de Pernambuco, Brasil: Cyatheaceae, Dennstaedtiaceae. *Revista de Biologia Neotropical* **3**, 109–124. doi:10.5216/rbn.v3i2.2617
51. Pires AC, Marinoni L (2010) Historical relationships among Neotropical endemic areas based on *Sepedonea* (Diptera: Sciomyzidae) phylogenetic and distribution data. *Zoologia* **27**, 681–690. doi:10.1590/S1984-46702010000500003
52. Pontes TA, Alves M (2011) Padrões de distribuição geográfica das espécies de Araceae ocorrentes em fragmentos de floresta atlântica em Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* **9**, 444–454.
53. Por FD (1992) 'Sooretama: the Atlantic rain forest of Brazil' (SPB Academic Publishing, The Hague).
54. Prado DE (2000) Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany* **57**, 437–461.
55. Prado J, Sylvestre LS, Labiak PH, Windisch PG, Salino A, Barros ICL, Hirai RY, Almeida TE, Santiago ACP, Kieling-Rubio MA, Pereira AFN, Øllgaard B, Ramos CGV, Mickel JT, Dittrich VAO, Mynssen CM, Schwartsburd PB, Condack JPS, Pereira JBS, Matos FB (2015) Diversity of ferns and lycophytes in Brazil. *Rodriguésia* **66**, 1073–1083. doi: 10.1590/2175-7860201566410
56. Prance GT (1982a) Forest refuges: evidence from woody angiosperms. In: 'Biological diversification in the tropics: proceedings of the fifth international symposium of the Association for Tropical Biology'. (Ed G Prance) pp. 137–156. Macuto Beach: Caracas
57. Prance, GT (1982b) A Review of the Phytogeographic Evidences for Pleistocene Climate Changes in the Neotropics. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **69**, 594–624.
58. QGIS. Quantum GIS Development Team (2017). Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Available from: <http://qgis.osgeo.org> (27 February 2017).
59. Ríos-Muñoz CA, Navarro-Sigüenza AG (2012) Patterns of species richness and biogeographic regionalization of the avifaunas of the seasonally dry tropical forest in Mesoamerica. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* **47**, 171–182.
60. Rizzini CT (1963) Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florístico-sociológica) do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia* **25**, 1–64.
61. Romano GM, Ruiz EV, Lechner BE, Greslebin AG, Morrone JJ (2017) Track analysis of agaricoid fungi of the Patagonian forests. *Australian Systematic Botany* **29**, 440–446.
62. Romo A, Morrone JJ (2011) Track analysis of the Neotropical *Entimini* (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae). *Revista Brasileira de Entomologia* **55**, 313–316.
63. Salo J (1987) Pleistocene forest refuges in the Amazon: evaluation of the biostratigraphical, lithostratigraphical and geomorphological data. *Annales Zoologici Fennici* **24**, 203–211.

64. Samambaias e Licófitas (2018) in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available from: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB128483> (accessed 24 April 2018).
65. Santiago ACP (2006) Pteridófitas da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco: florística, biogeografia e conservação. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 128 pp.
66. Santiago ACP, Barros ICL (2003) Pteridoflora of the "Refúgio Ecológico Charles Darwin"(Igarassu, Pernambuco, Brazil). *Acta Botanica Brasilica* **17**, 597–604. doi:10.1590/S0102-33062003000400011
67. Santiago ACP, Sousa MA de, Santana EDS, Barros ICL (2014) Samambaias e licófitas da Mata do Buraquinho, Paraíba, Brasil. *Biotemas* **27**, 9-18. doi:10.5007/2175-7925.2014v27n2p9
68. Santos AMM, Cavalcanti DR, Silva JMC da, Tabarelli M (2007) Biogeographical relationships among tropical forests in north-eastern Brazil. *Journal of Biogeography* **34**, 437–446. doi:10.1111/j.1365-2699.2006.01604.x
69. Sigrist MS, Carvalho CJB (2008) Relacionamentos históricos entre áreas endêmicas na região tropical da América do Sul utilizando a Análise de Parcimônia de Brooks (BPA). *Biota Neotropica* **9**, 79-90.
70. Silva IAA da (2014) Composição e riqueza de samambaias e licófitas em florestas serranas do Nordeste do Brasil: influência de fatores físicos e conservação. Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, 125 pp.
71. Silva SM, Moraes-Barros N, Ribas CC, Ferrand N, Morgante JS (2012) Divide to conquer: a complex pattern of biodiversity depicted by vertebrate components in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Journal of the Linnean Society* **107**, 39–55.
72. Sobral-Souza T, Lima-Ribeiro MS, Solferini VN (2015) Biogeography of Neotropical Rainforests: past connections between Amazon and Atlantic Forest detected by ecological niche modeling. *Evolutionary Ecology* **29**, 643–655. doi:10.1007/s10682-015-9780-9
73. speciesLink (2017) Available from: <http://splink.cria.org.br> (accessed 27 February 2017).
74. Thiers B (2017) [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Available from: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>(accessed 27 February 2017).
75. Thompson LG, Mosley-Thompson E, Henderson KA (2000) Ice-core palaeoclimate records in tropical South America since the Last Glacial Maximum. *Journal of Quaternary Science* **15**, 377–394. doi:10.1002/1099-1417(200005)15:4<377::AID-JQS542>3.0.CO;2-L
76. Tropicos. Missouri Botanical Garden. (2017). Available from: <http://www.tropicos.org> accessed (27 February 2017).
77. Xavier SR da S, Barros ICL (2003) Pteridófitas ocorrentes em fragmentos de Floresta Serrana no estado de Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia* **54**, 13–21.
78. Xavier SR da S, Barros ICL (2005) Pteridoflora e seus aspectos ecológicos ocorrentes no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **19**, 775–781. doi:10.1590/S0102-33062005000400013

79. Zhang Y, Chiessi CM, Mulitza S, Zabel M, Trindade RI, Hollanda MHB, Dantas EL, Govin A, Tiedemann R, Wefer G (2015) Origin of increased terrigenous supply to the NE South American continental margin during Heinrich Stadial 1 and the Younger Dryas. *Earth and Planetary Science Letters* **432**, 493–500. doi:10.1016/j.epsl.2015.09.054

Tabela 1 – Espécies de Pteridaceae ocorrentes em encraves de Floresta Atlântica na região do Semiárido utilizadas na análise de Panbiogeografia.

Táxon	Número de ocorrências utilizadas nas análises	Código da análise de Panbiogeografia
<i>Acrostichum danaeifolium</i> Langsd. & Fisch.	498	1
<i>Adiantopsis radiata</i> (L.) Fée	1161	2
<i>Adiantum abscissum</i> Schrad.	300	3
<i>Adiantum argutum</i> Splitg.	244	4
<i>Adiantum cajennense</i> Willd. ex Klotzsch	85	5
<i>Adiantum deflectens</i> Mart.	720	6
<i>Adiantum diogoanum</i> Glaz. ex Baker	143	7
<i>Adiantum dolosum</i> Kunze	193	8
<i>Adiantum giganteum</i> J. Prado	3	9
<i>Adiantum glaucescens</i> Klotzsch	239	10
<i>Adiantum humile</i> Kunze	80	11
<i>Adiantum intermedium</i> Sw.	150	12
<i>Adiantum lorentzii</i> Hieron.	238	47
<i>Adiantum lucidum</i> (Cav.) Sw.	353	14
<i>Adiantum macrophyllum</i> Sw.	464	15
<i>Adiantum obliquum</i> Willd.	558	48
<i>Adiantum pectinatum</i> Kunze ex Baker	65	49
<i>Adiantum petiolatum</i> Desv.	626	18
<i>Adiantum pulverulentum</i> L.	952	19
<i>Adiantum serratodentatum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	493	21
<i>Adiantum terminatum</i> Kunze ex Miq.	557	23
<i>Adiantum tetraphyllum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	1128	24
<i>Adiantum villosum</i> L.	499	25
<i>Ananthacorus angustifolius</i> (Sw.) Underw. & Maxon	854	45
<i>Anetium citrifolium</i> (L.) Splitg.	335	51
<i>Ceratopteris pteridoides</i> (Hook.) Hieron.	283	52
<i>Doryopteris collina</i> (Raddi) J. Sm.	627	28
<i>Doryopteris pentagona</i> Pic. Serm.	450	30
<i>Doryopteris sagittifolia</i> J. Sm.	124	53

<i>Doryopteris varians</i> (Raddi) Sm.	189	32
<i>Hecistopteris pumila</i> (Spreng.) J. Sm.	196	33
<i>Hemionitis palmata</i> L.	265	34
<i>Hemionitis tomentosa</i> (Lam.) Raddi	600	35
<i>Polytaenium cajenense</i> (Desv.) Benedict	459	37
<i>Polytaenium guayanense</i> (Hieron.) Alston	322	38
<i>Pteris altissima</i> Poir.	913	54
<i>Pteris brasiliensis</i> Raddi	342	39
<i>Pteris denticulata</i> Sw.	884	41
<i>Pteris leptophylla</i> Sw.	74	42
<i>Pteris propinqua</i> J. Agardh	514	55
<i>Pteris schwackeana</i> H. Christ	56	43
<i>Pteris splendens</i> Kaulf.	489	44
<i>Vittaria graminifolia</i> Kaulf.	1002	46

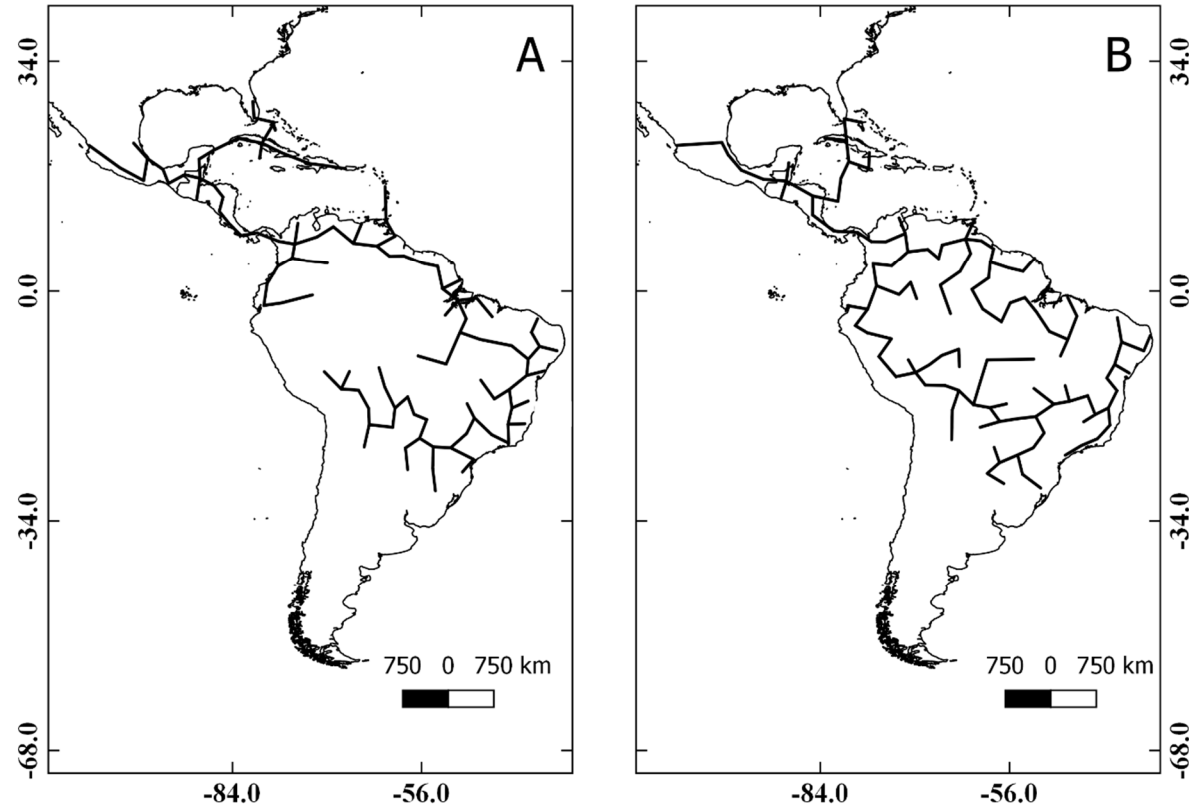


Figura 1 – Espécies dos Traços generalizados - 1A: *Acrostichum danaeifolium*, *Doryopteris pentagona*, *Pteris leptophylla*, *Adiantum pectinatum*. 2B - *Adiantopsis radiata*, *Adiantum abscissum*, *Adiantum giganteum*

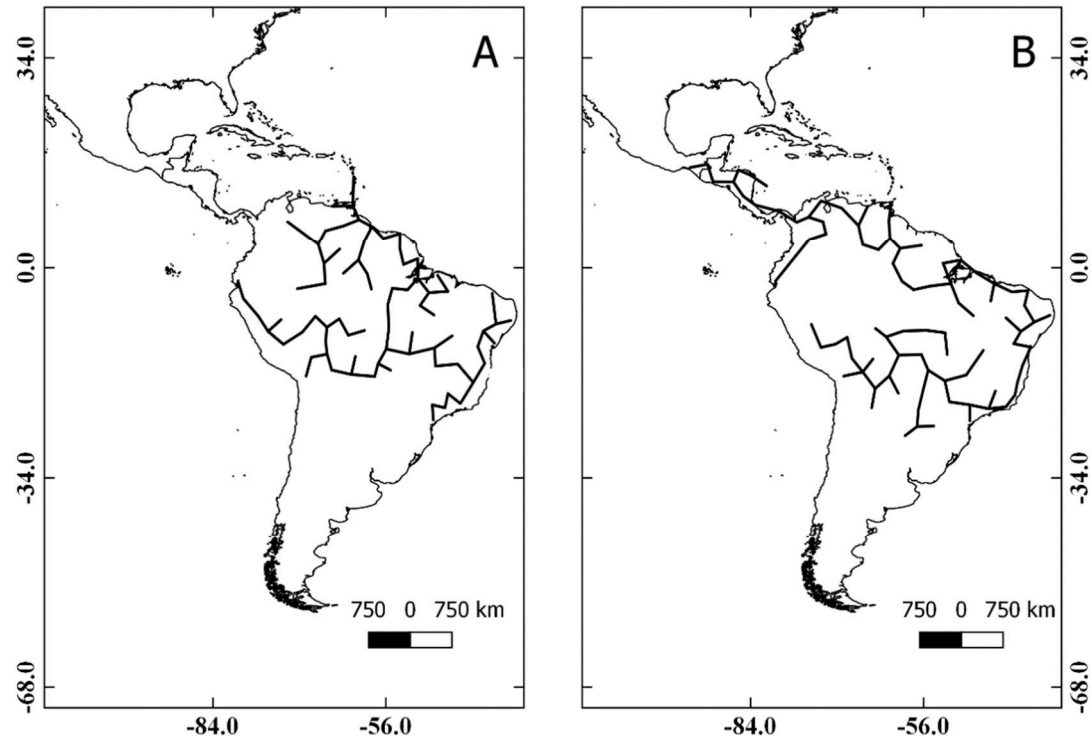


Figura 2 – Espécies dos Traços generalizados - 2A: *Adiantum argutum*, *Adiantum terminatum*, *Pteris schawackeana*. 2B: *Adiantum deflectens*, *Adiantum dolosum*.

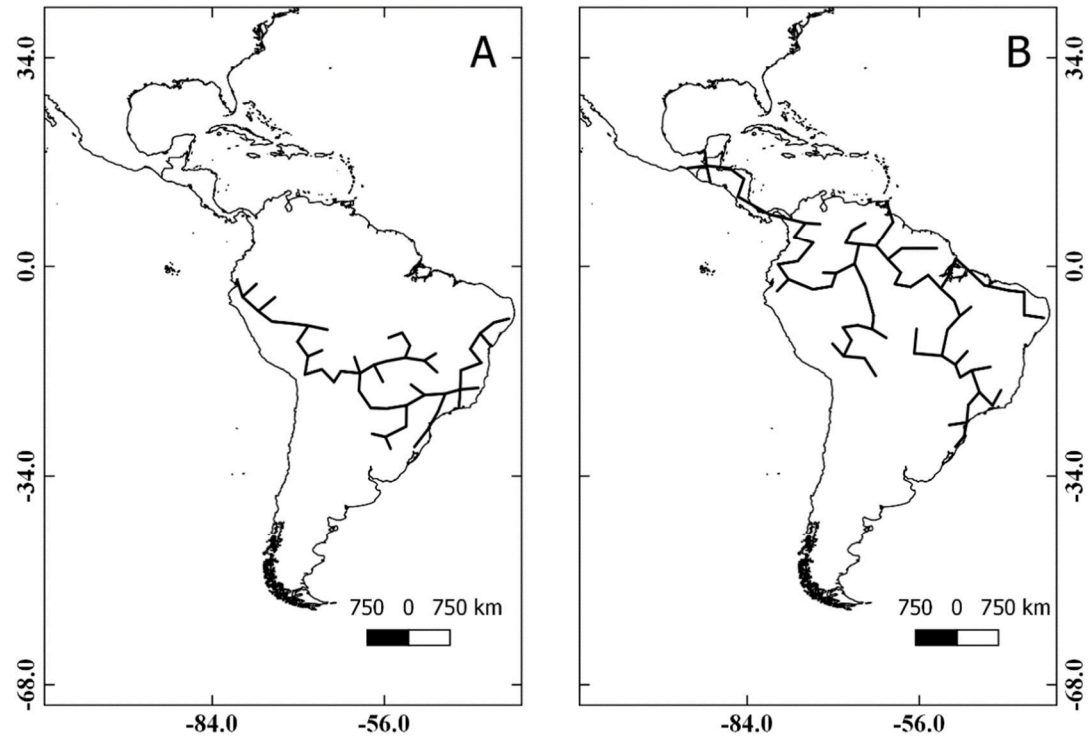


Figura 3 – Espécies dos Traços generalizados - 3A: *Adiantum diogoanum*, *Adiantum serratodentatum*, *Adiantum tetraphyllum*, *Hemionitis tomentosa*. 3B: *Adiantum glaucescens*, *Adiantum obliquum*

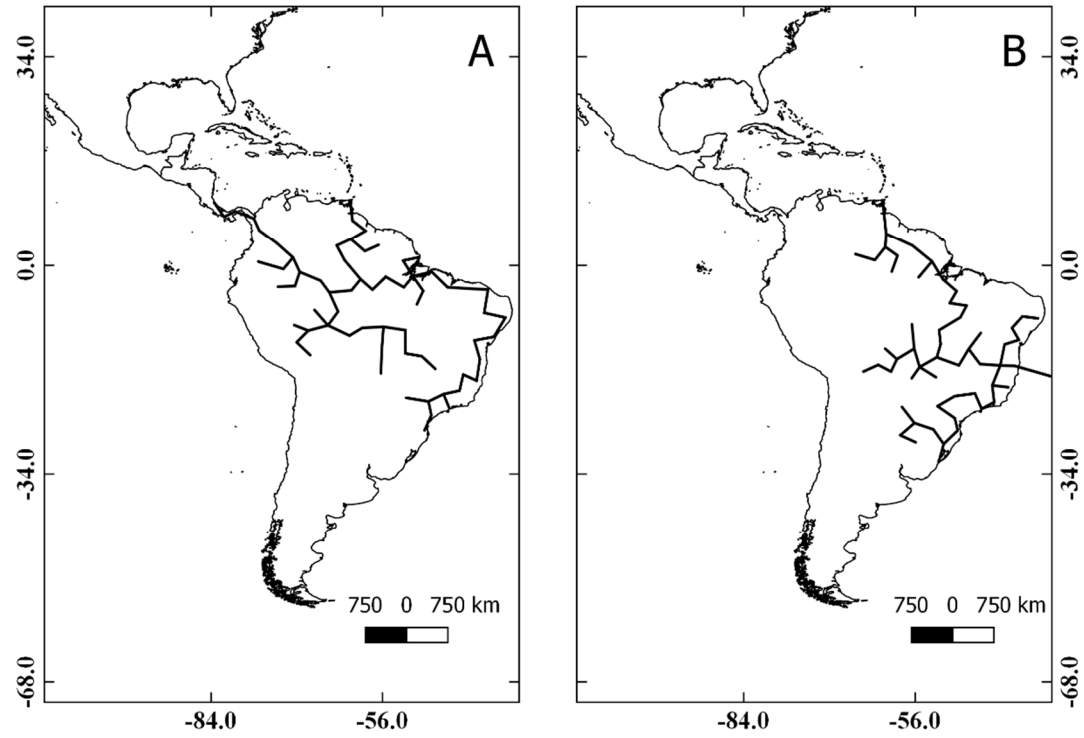


Figura 4 – Espécies dos Traços generalizados - 4A: *Adiantum humile*, *Adiantum pulverulentum*, *Hecistopteris pumila*. 4B: *Doryopteris collina*, *Doryopteris varians*.

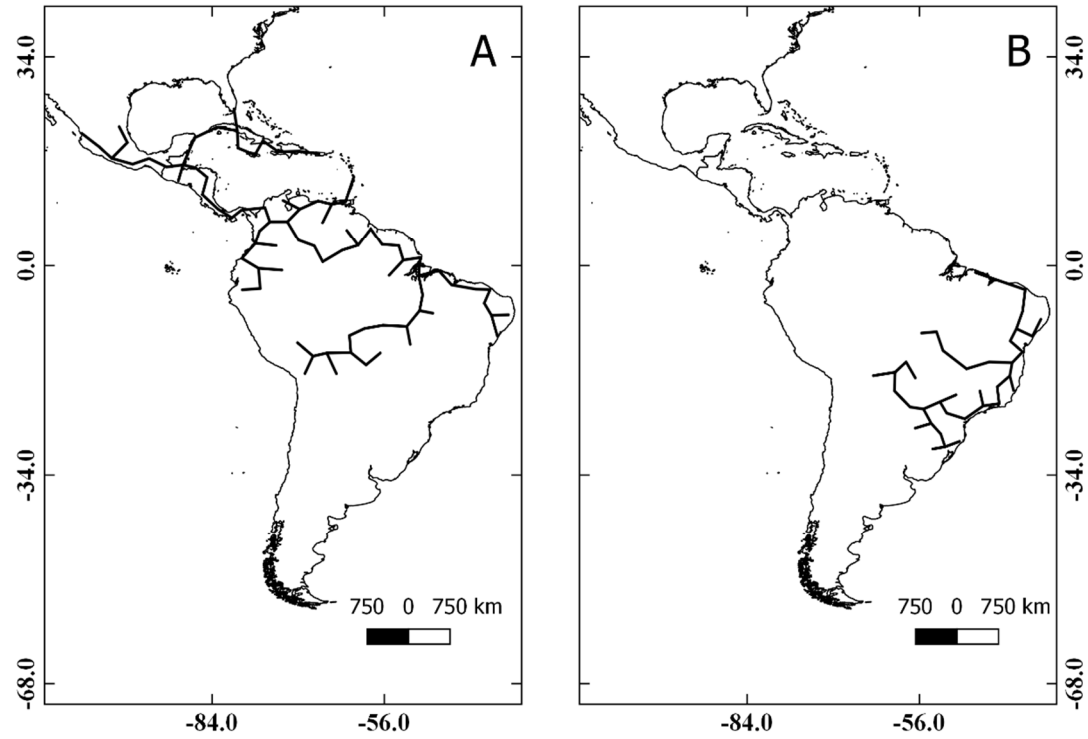


Figura 5 – Espécies dos Traços generalizados - A: *Ananthacorus angustifolius*, *Hemionitis palmata*. B: *Pteris brasiliensis*, *Pteris denticulata*.

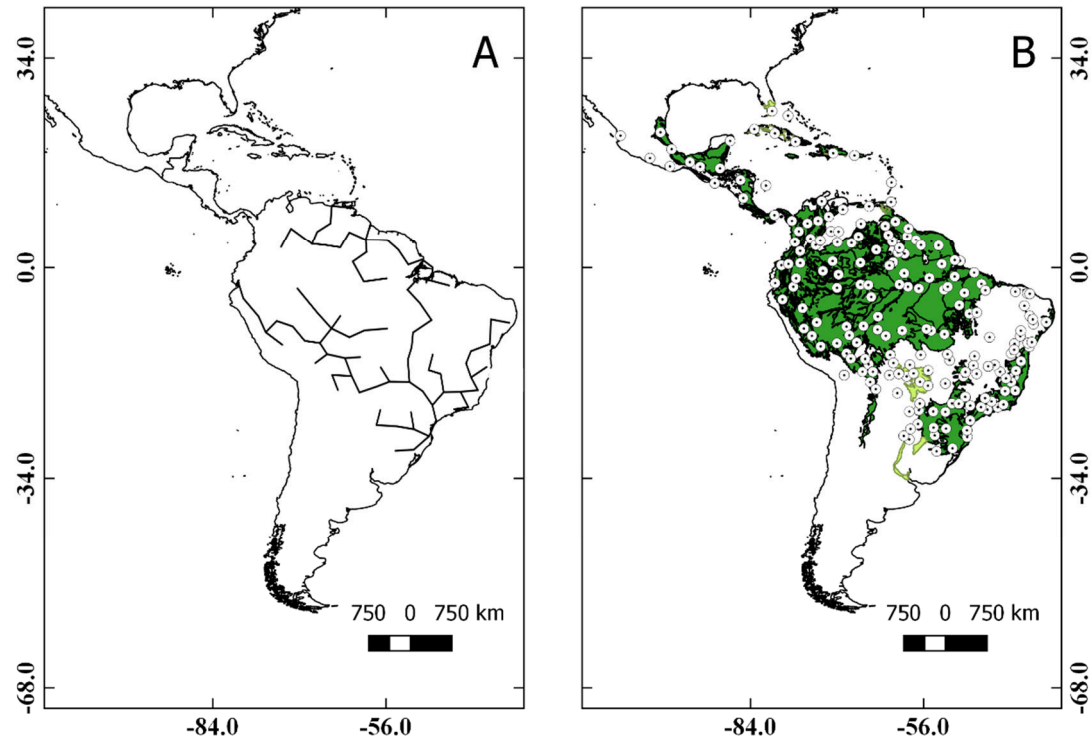


Figura 6 – Espécies do Traço generalizado - 6A: *Doryopteris sagittifolia*, *Pteris propinqua*. B: Nós biogeográficos

Material Suplementar



Figura 1- Traços individuais das espécies avaliadas conforma a tabela 2.



Figura 2 - Traços individuais das espécies avaliadas conforma a tabela 2.



Figura 3- Traços individuais das espécies avaliadas conforma a tabela 2.

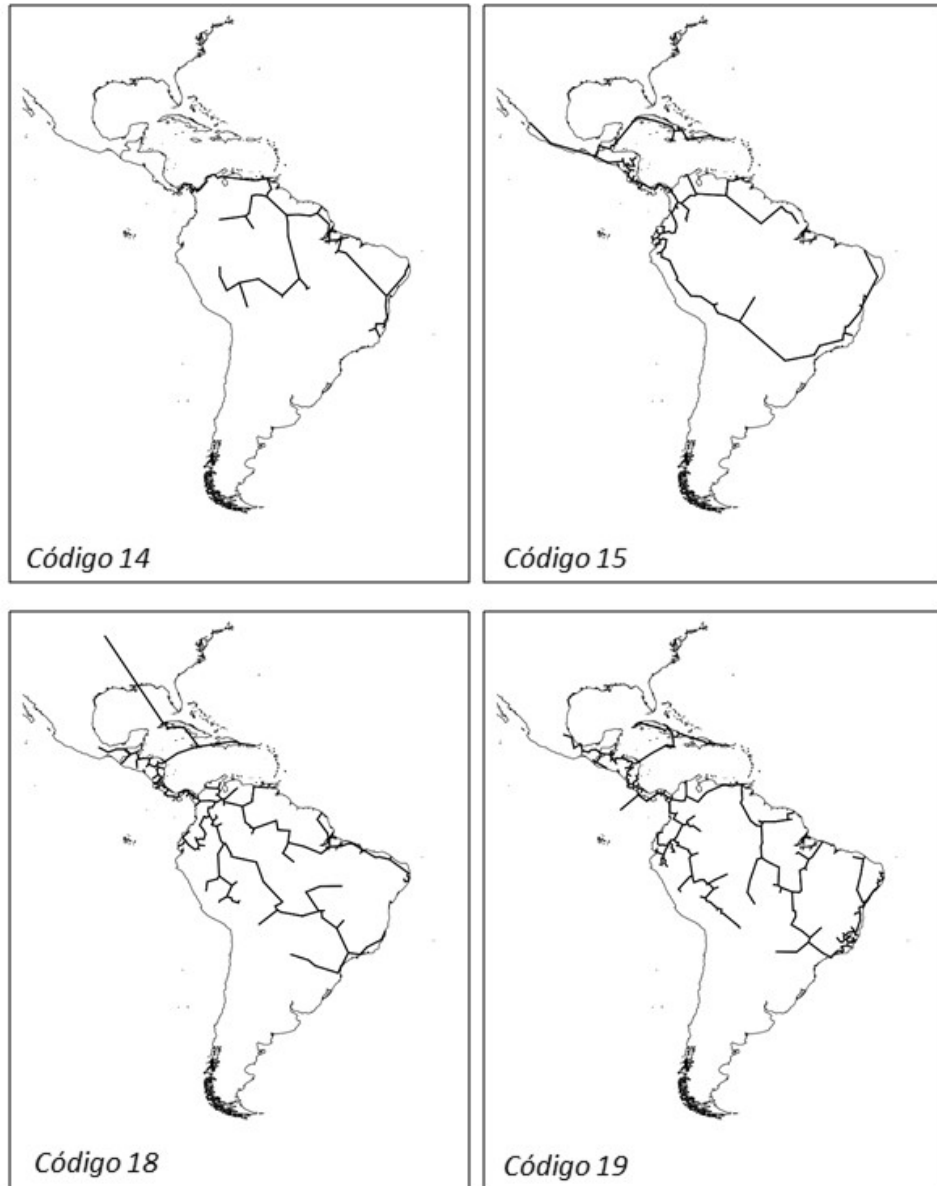


Figura 4 Traços individuais das espécies avaliadas conforma a tabela 2.

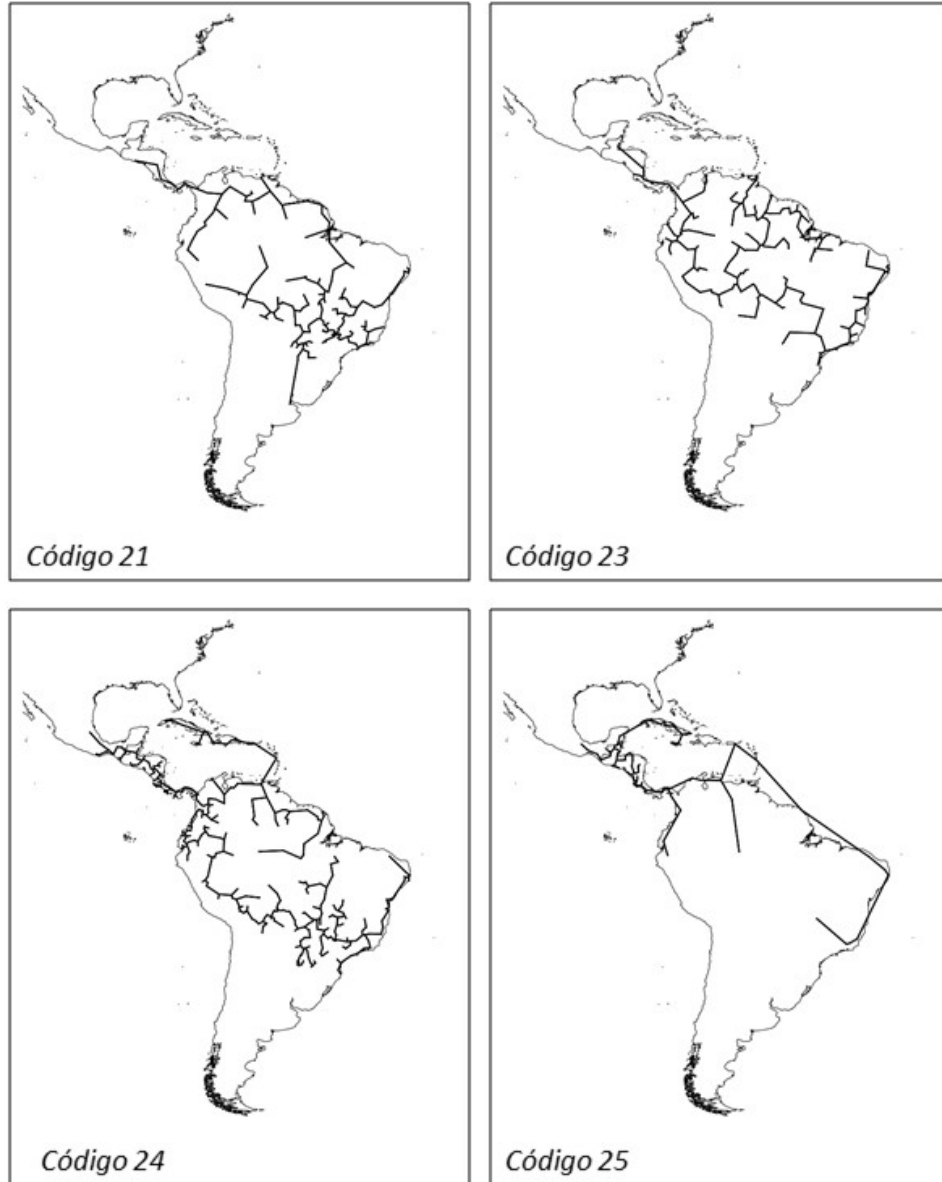


Figura 5 - Traços individuais das espécies avaliadas conforma a tabela 2.



Figura 6 - Traços individuais das espécies avaliadas conforma a tabela 2.

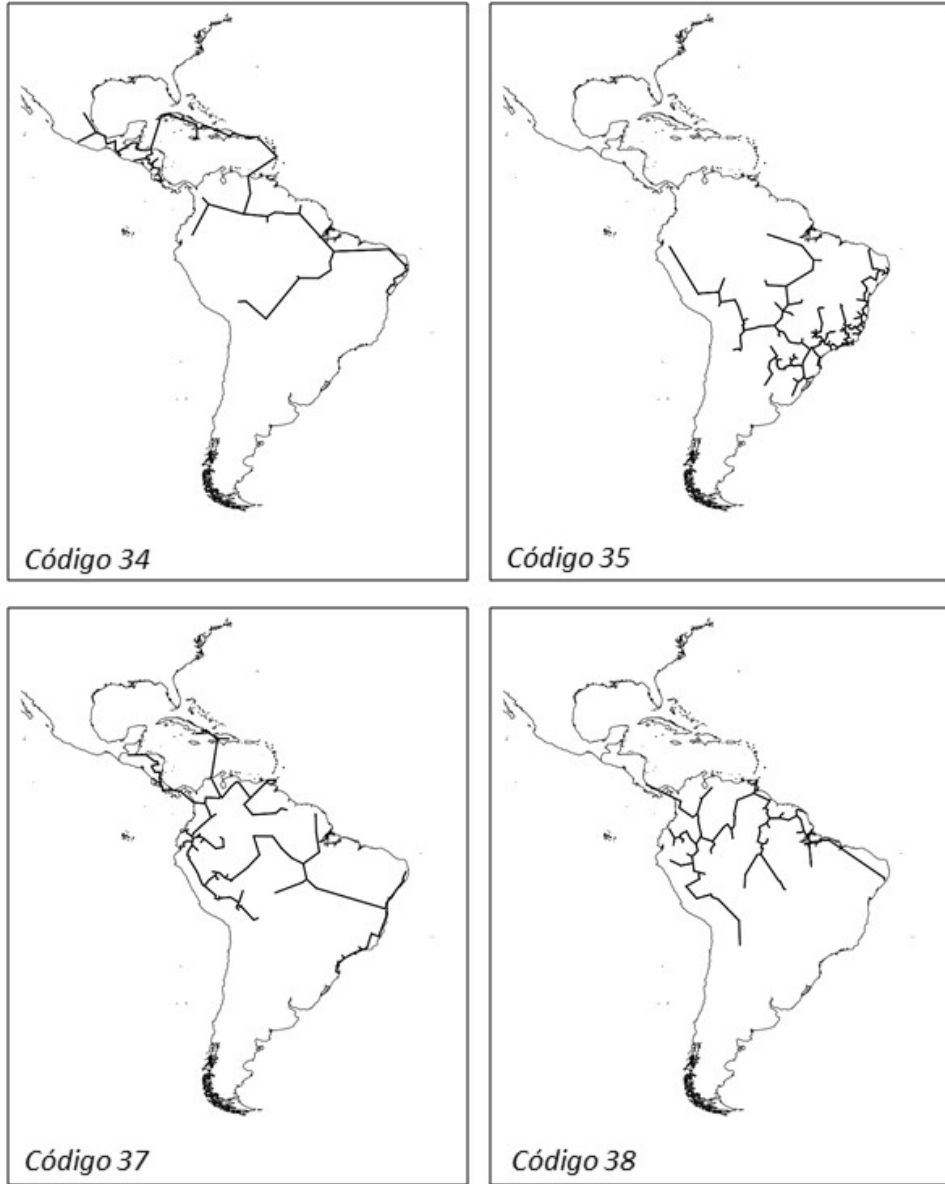


Figura 7 - Traços individuais das espécies avaliadas conforma a tabela 2.



Figura 8 - Traços individuais das espécies avaliadas conforma a tabela 2.



Figura 9 - Traços individuais das espécies avaliadas conforma a tabela 2.



Figura 10 - Traços individuais das espécies avaliadas conforma a tabela 2.



Figura 11 - Traços individuais das espécies avaliadas conforma a tabela 2.

5. PALEODISTRIBUIÇÃO DE BIOMAS NA AMÉRICA DO SUL DURANTE
PLEISTOCENO E HOLOCENO
(Normas conforme o período Journal of Biogeography)

Paleodistribuição de biomas na América do Sul durante Pleistoceno e Holoceno**Título curto: Paleodistribuição de biomas na América do Sul**

Leandro Costa Silvestre

Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução, Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, campus Universitário Lagoa Nova, 59072-970 Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

Autor para correspondência. E-mail: leandrocsilvestre@outlook.com

Agradecimentos: Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução (PPGSE-UFRN) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida ao primeiro autor.

Resumo

Objetivo: Este trabalho visa reconstruir a distribuição dos principais biomas da América do Sul durante o Último Máximo Glacial (UMG) e do Holoceno Médio (HM) com base em modelos ecológicos de nicho, buscando compreender como a variação dos biomas interferiu nas conexões históricas entre as Florestas Úmidas da América do Sul.

Localização: Região Neotropical

Período: Último Máximo Glacial e Holoceno Médio

Objeto de estudo: Biomas

Método: Nos modelamos o espaço ambiental dos sete biomas mais representativos da Região Neotropical, usando preditores climáticos e de rugosidade do solo de três modelos de circulação atmosfera e oceânica (CCSM4, MPI-ESM-P e MIROC-ESM). Os modelos foram gerados para os períodos do UMG e do HM utilizando o Algoritmo do Maxent. Baseado no consenso entre os modelos, nos reconstruímos os paleobiomas e obtivemos as áreas de estabilidade.

Resultado: A maioria das áreas dos biomas analisados apresentaram expansão durante o Holoceno Médio em comparação com o Último Máximo Glacial. As maiores expansões foram das Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas (19,52%), Pradarias, Savanas e Arbustos Temperados (12,12%). Ocorreu retração nos Pradarias e Savanas Alagadas (1,25%) e Pradarias, Savanas e Matagais Tropicais e Subtropicais (6,38%). Nos dois períodos analisados o arco pleistoceno (Cerrado, Caatinga e Chaco) esteve presente atuando com uma barreira geográfica. No entanto foram registrados fragmentos isolados de florestas úmidas que atuariam com pontes para a troca de espécies entre as florestas Atlântica, Amazônica e de Yungas.

Principais conclusões: Nossos resultados mostram um efeito importante das alterações climáticas na dinâmica dos biomas durante o UMG e HM, indicando a presença do corredor xérico isolando as Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas da América do Sul e que mesmo com os eventos de retração e expansão dos diversos biomas, sempre ocorreram áreas com remanescentes florestais que poderiam atuar como pontes entre as Florestas Amazônica e Atlântica. Destacamos também que mesmo sofrendo retração durante o Último Máximo glacial, as áreas de florestas úmidas foram expressivas, principalmente a Floresta Amazônica, que não retraiu á fragmentos isolados como a Floresta Atlântica. A proximidade de áreas de estabilidade na Floresta Atlântica próxima a costa é compatível com os estudos florísticos que indicam uma maior similaridade florística entre a Floresta Atlântica ao norte com a ao sul, uma vez que áreas semelhantes e próximas podem apresentar uma biota semelhante.

Palavras-chave: Floresta Atlântica, mudanças climáticas, modelos ecológicos de nicho, hipótese de Refúgios, região Neotropical

Abstract

Objective: This work aims to reconstruct the distribution of the main biomes of South America during the Last Glacial Maximum (LGM) and Mid Holocene (MH) based on niche ecological models, trying to understand how the variation of the biomes interfered in the historical connections between the Rainforests of South America.

Location: Neotropical Region

Period: Last Maximum Glacial and Holocene Maximum

Object of study: Biomes

Methods: We modeled the environmental space of the seven most representative biomes of the Neotropical Region, using climate and soil roughness predictors of three atmospheric and oceanic circulation models (CCSM4, MPI-ESM-P and MIROC-ESM). The models were generated for the periods of LGM and MH using the Maxent Algorithm. Based on the consensus among the models, we reconstructed the paleobiomes and obtained the areas of stability.

Results: Most areas of the biomes analyzed expanded during the Mid Holocene in comparison to the Late Glacial Maximum. The largest expansions were from the Tropical and Subtropical Moist Broadleaf Forests (19.52%), Temperate Grasslands, Savannas & Shrublands (12.12%). Retreats occurred in the Flooded Grasslands and Savannas (1.25%) and Tropical & Subtropical Grasslands, Savannas & Shrublands (6.38%). In the two analyzed periods the Pleistocene Arc (Cerrado, Caatinga and Chaco) was present acting with a geographical barrier. However, isolated fragments of humid forests were recorded that would act with bridges for the exchange of species between the Atlantic, Amazonian and Yungas forests.

Main conclusions: Our results show an important effect of climatic change on the dynamics of the biomes during the LGM and MH, indicating the presence of the xeric corridor isolating the Tropical and Subtropical Moist Broadleaf Forests of South America and that even with the retraction and expansion events of the several biomes, there were always areas with forest remnants that could act as bridges between the Amazonian and Atlantic Forests. We also emphasize that, even during the Last Glacial Maximum, the areas of wet forest were expressive, especially the Amazonian Forest, which did not retract isolated fragments such as the Atlantic Forest. The proximity of stability areas in the Atlantic Forest near the coast is compatible with the floristic studies that indicate a greater floristic similarity between the Atlantic Forest to the north with the south, since similar and nearby areas may present a similar biota.

Keywords: Atlantic Forest, climatic changes, niche ecological models, Refuge Hypothesis, Neotropical region

Introdução

As alterações climáticas durante os eventos glaciais e interglaciais do período Quaternário influenciaram a distribuição da vegetação da América do Sul, ocasionando mudanças profundas na distribuição geográfica de plantas e animais (Van der Hammen, 1974; Prado & Gibbs, 1993; Ab'saber, 2000; Colinvaux & Oliveira, 2000; Pennington, Prado, & Pendry, 2000; Auler et al., 2004; Werneck, Nogueira, Colli, Sites, & Costa, 2012; Bueno *et al.*, 2016; Häggi et al., 2017). Mecanismos como a modelagem de nicho ambiental tem sido amplamente utilizada nas últimas décadas (Giannini et al., 2012), permitindo testar hipóteses em diversas áreas como na mudança de distribuição de espécies em decorrência de alterações climáticas (Peterson et al., 2002; Pearson & Dawson, 2003; Khanum, Mumtaz, & Kumar, 2013) e na distribuição pretérita de espécies ou fitofisionomias durante o Quaternário (Carnaval & Moritz, 2008; Thomé et al., 2010; Arruda, Fernandes-Filho, Solar, & Schaefer, 2017a).

Esses trabalhos têm buscado compreender como estas mudanças influenciaram na dinâmica das vegetações na região Neotropical. Um particular interesse é voltado para as florestas úmidas (Costa, 2003; Carnaval & Moritz, 2008; Batalha-Filho, Fjeldså, Fabre, & Miyaki, 2013; Sobral-Souza, Lima-Ribeiro, & Solferini, 2015; Leite et al., 2016; Sobral-Souza & Lima-Ribeiro, 2017; Ledo & Colli, 2017) e nas formações vegetacionais abertas (Salgado-Labouriau, 1997; Morrone, 2000; Auler & Smart, 2001; Vivo & Carmignotto, 2004; Pennington, Lewis, & Ratter, 2006). Entretanto poucas são as abordagens que investigaram interações entre diferentes formações vegetais durante o Quaternário, como Arruda, Schaefer, Fonseca, Solar, & Fernandes-Filho (2017b).

De acordo com Haffer (1969) e Haffer & Prance (2002), períodos frios e secos afetariam as florestas úmidas, provocando a retração em sua distribuição, mas favoreceriam as formações de florestas sazonalmente secas e savânicas (Prado & Gibbs, 1993). Desta forma, este trabalho visa reconstruir a distribuição dos principais biomas da América do Sul durante o Último Máximo Glacial e do Holoceno Médio com base em modelos ecológicos de nicho, buscando compreender como a variação dos biomas interferiu nas conexões históricas entre as Florestas Úmidas da América do Sul.

Material e Métodos

As delimitações dos biomas da América do Sul para o período atual foram obtidas de acordo o *shapefile* disponibilizado por Dinerstein et al., (2017) (Consultar Apêndice – Figura 1 e 2) que apresenta a delimitação de 846 ecorregiões e 14 biomas terrestres. Foram analisados os biomas das Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas; Campos, Savanas e Matagais

Tropicais e Subtropicais; Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Secas; Campos, Savanas e Matagais Temperados; Campos e Matagais de Altitude; Campos e Savanas Alagados; Desertos e Matagais Secos. Para cada um destes biomas foram selecionados 1000 pontos de ocorrências aleatórios ponderados por área, que foram utilizados na elaboração dos modelos de previsão de nicho. Todos os pontos foram obtidos por meio do software Quantum GIS 2.14 (QGIS Development Team 2017).

A seleção das camadas bioclimáticas e de rugosidade do solo (Tabela 1) disponibilizadas no Environmental Rasters For Ecological Modeling - ENVIREM (Title & Bemmels, 2017) ocorreu por meio de uma análise de correlação de Pearson, realizada no software ENMTOOLS 1.1.4 (Warren, Glor, & Turelli 2010) e do teste Jackknife, implementado no software Maxent 3.3.3k (Phillips, Anderson, & Schapire 2006). Os modelos de nicho ambiental foram elaborados a partir de camadas bioclimáticas e índice de rugosidade do solo (Tabela 1), com resolução de 2.5 minuto de arco (ca. 4,5km no equador) em dois períodos, Holoceno Médio (~ 6000 anos atrás) e o Último Máximo Glacial (~ 22000 anos atrás). Para os dois períodos foram utilizados os modelos de circulação atmosférica-oceânica global do CCSM4, MIROC, MPI-ESM-P.

O algoritmo utilizado foi o da Máxima Entropia e as modelagens foram desenvolvidas no mesmo software. Os modelos de nicho ambiental gerados foram convertidos em vetores, demonstrando áreas com concordância >80% para a ocorrência do bioma. Posteriormente, foi obtida a intersecção entre os vetores decorrentes dos modelos de nicho resultante dos dados dos modelos de circulação atmosférica-oceânica global para cada bioma (Figura 1). O novo shapefile criado corresponde a uma delimitação dos biomas para o período avaliado, o Último Máximo Glacial ou o Holoceno Médio

Tabela 1– Camadas bioclimáticas e índice de rugosidade do terreno utilizadas para a modelagem dos biomas nos períodos do Holoceno Médio e Último Máximo Glacial.

Código das camadas bioclimáticas e variável do solo	Detalhamento
Tri	Índice de rugosidade do terreno
PETColdestQuarter	Precipitação média mensal no trimestre mais frio
PETseasonality	Variabilidade na evapotranspiração potencial mensal
ClimaticMoistureIndex	Índice de umidade climática
Continentality	Temperatura média do mês mais quente - à média do mês mais frio
EmbergerQ	Quociente pluviométrico de Emberger
MonthCountByTemp10	Contagem do número de meses com temperatura média superior a 10°C

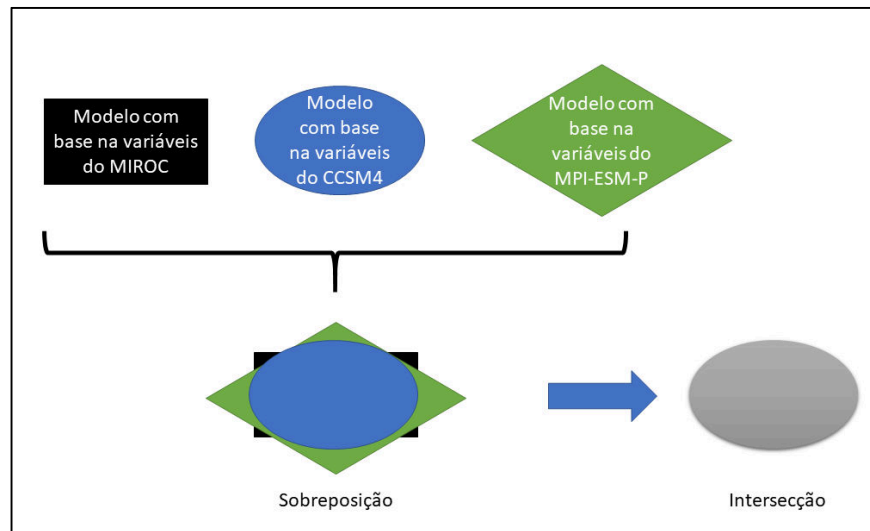


Figura 1 – Representação gráfica da intersecção entre os vetores decorrentes dos modelos de nicho obtidos por meio dos modelos de circulação atmosférica-oceânica global para cada bioma. A intersecção representa a área geográfica que foi prevista utilizando as variáveis dos três modelos de circulação atmosférica e oceânica.

As áreas de estabilidade histórica, correspondem as intersecções entre delimitações que estavam presentes nos modelos gerados para os períodos do Último Máximo Glacial, Holoceno Médio e período atual (Figura 2).

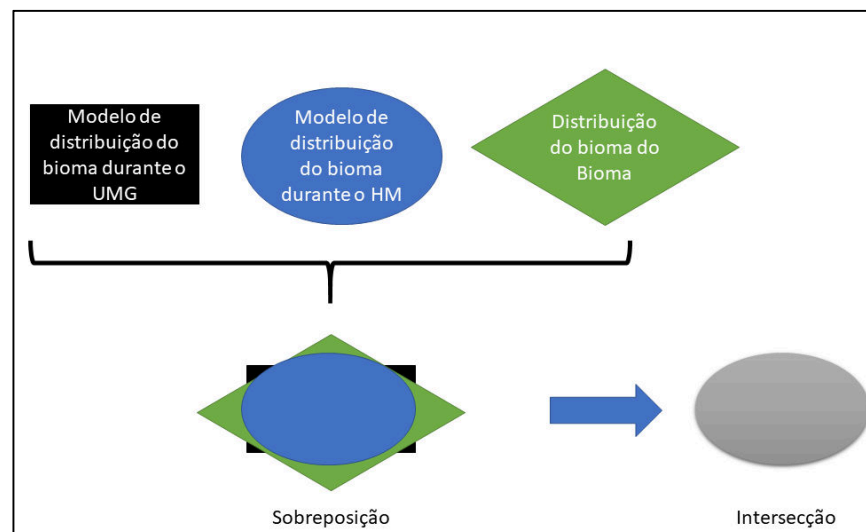


Figura 2 – Representação gráfica da intersecção entre os vetores visando a obtenção das áreas de estabilidade. A intersecção representa a área geográfica que foi obtida utilizando os modelos com a distribuição para o bioma durante o UGM (Último Máximo Glacial), Holoceno Médio (HM) e do período atual.

Os nossos resultados serão apresentados levando em consideração a classificação de Morrone (2017) (Consultar Apêndice – Figura 3-5) para a região Neotropical e a delimitação das ecorregiões de Dinerstein et al., (2017).

Resultados

A maioria das áreas dos biomas analisados apresentaram expansão durante o Holoceno Médio em comparação com o Último Máximo Glacial. As maiores expansões foram das Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas (19,52%), Pradarias, Savanas e Arbustos Temperados (12,12%) e Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Secas (8,76%). Ocorreu retração nas Pradarias e Savanas Alagadas (1,25%) e Pradarias, Savanas e Matagais Tropicais e Subtropicais (6,38%) (Tabela 2, Figura 3a, b).

A delimitação de áreas sem a previsão de um bioma é decorrente da ausência de concordância entre os modelos de nicho ecológicos gerados a partir dos modelos de circulação atmosférica e oceânica.

Tabela 2– Variação na área de cobertura dos principais biomas ocorrentes na América do Sul durante o Holoceno Médio e Último Máximo Glacial.

Biomias	Área de cobertura durante o Holoceno Médio (km ²)	Área de cobertura durante o Último Máximo Glacial (km ²)
Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas	6.571.929	5.498.397
Pradarias, Savanas e Matagais Tropicais e Subtropicais	2.753.025	2.940.882
Pradarias, Savanas e Matagais Temperados	2.021.726	1.803.402
Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Secas	1.272.216	1.169.650
Pradarias e Matagais de Altitude	1.019.310	1.004.144
Pradarias e Savanas Alagadas	571.142	578.409
Desertos e Matagais secos	519.254	546.145

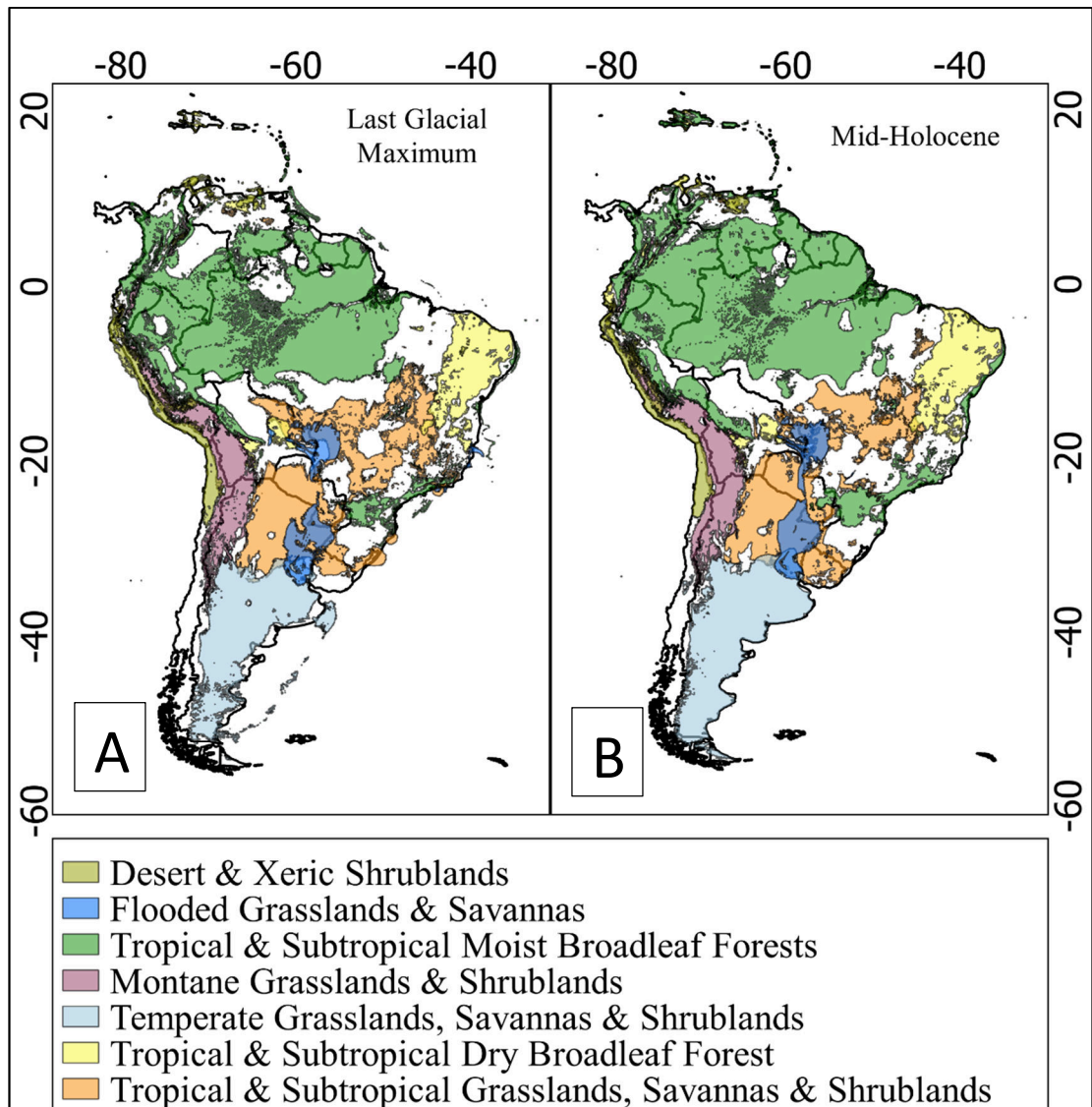


Figura 3 – Distribuição espacial de biomas em diferentes momentos do passado. A - Distribuição durante o Último Máximo Glacial. B - Distribuição durante o Holoceno Médio.

Durante o Último Máximo Glacial as formações que compõem o Arco Pleistocênico [Cerrado, Chaco e Caatinga (Prado & Gibbs, 1993)] inseridos nos biomas de Pradarias, Savanas e Matagais Tropicais e Subtropicais; e Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Secas, atuaram como barreira isolando as Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas. Desta forma, serão apresentados os resultados das variações das Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas e dos biomas que participaram do Arco Pleistocênico.

Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Secas

Observamos uma maior distribuição das Florestas Tropicais e Subtropicais Latifolioladas Secas durante o Holoceno Médio (Figuras 3b), com uma porção maior referente a Caatinga e outras porções menores de florestas secas distribuídas pela Bolívia, Equador, Peru e Venezuela. A Caatinga apresentou uma pequena sobreposição com uma área do bioma de Pradarias, Savanas e Matagais Tropicais e Subtropicais, correspondente ao o Cerrado, durante o Holoceno Médio e no Último Máximo Glacial. As demais áreas na Bolívia, Equador, Peru e Venezuela apresentam sobreposição com outros biomas principalmente durante do Pleistoceno, havendo posteriormente uma maior distinção durante o Holoceno Médio.

As Florestas Secas Montanas da Bolívia apresentam uma distribuição semelhante durante o Último Máximo glacial e o Holoceno médio (Figura 3a, b). As Florestas Secas Equatorianas apresentam uma distribuição parcialmente sem sobreposição durante o Holoceno Médio enquanto que as Florestas de Tumbes-Piura no Peru apresentam sobreposição com áreas inseridas dentro do bioma de Desertos e Campos Xéricos. As Florestas secas de Chiquitano, na Bolívia e parte do Brasil apresentaram sobreposição maior com outros biomas durante o Último Máximo Glacial

Foram recorrentes áreas dentro da Caatinga que não apresentam congruência quanto a cobertura vegetal (Figura 3a, b), parte destas áreas, principalmente nos estados do Ceará, Pernambuco e Paraíba, são atualmente fragmentos de Floresta Atlântica, os “Brejos de Altitude”.

Pradarias, Savanas e Matagais Tropicais e Subtropicais

O bioma de Pradarias, Savanas e Matagais Tropicais e Subtropicais apresentou expansão durante o Último Máximo Glacial (Figura 3a), principalmente no Cerrado brasileiro. Nos Llanos da Bolívia e Venezuela houve uma mudança no tipo de bioma, com uma sobreposição com os biomas de Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Secas; Pradarias, Savanas, Matagais Tropicais e Subtropical; e Desertos e Arbustos secos. As áreas que atualmente compreendem os Llanos e as savanas nos Escudos das Guianas e norte do Brasil não foram previstos nos modelos, indicando uma inconsistência quanto ao bioma predominante na área (Figura 3a). A região prevista para o Chaco foi menor do que o período atual.

No Holoceno Médio, o bioma predominante nos atuais Llanos venezuelanos ainda permaneceu incerto com uma sobreposição dos três biomas anteriormente citados no Último Máximo Glacial (Figura 3b). Na região central da América do Sul houve retração dos campos da região Sudeste do Brasil, nordeste da Bolívia (que apresentou sobreposição com Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Secas). Porém, houve uma expansão do bioma de Campos,

Savanas e Arbustos Trópicas sobre o Uruguai. O Chaco seco e úmido apresentou um pequeno aumento em sua extensão durante o Holoceno, chegando a uma delimitação semelhante a atual.

Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas

A distribuição das florestas que compõem o bioma da Floresta Tropical e Subtropical Latifoliada Úmida, a Floresta Amazônica, Atlântica e de Yungas, foram bastante afetadas pela dinâmica climática do Holoceno médio e do Último Máximo Glacial. A Floresta Amazônica apresentou uma redução de sua área durante o período do Último Máximo Glacial comparado com a distribuição atual. As Yungas ficaram limitadas a uma faixa estreita da cordilheira dos Andes entre o Peru e a Bolívia (Figura 3a). A Floresta Atlântica por sua vez, apresentou uma drástica retração na região Nordeste limitando-se a uma estreita faixa. Além destas áreas, manteve também uma distribuição limitada a áreas no sul do estado da Bahia, no sul e sudeste do Brasil, no leste do Paraguai e na província de Misiones, na Argentina. Mesmo durante este período foi possível identificar fragmentos isolados na região Centro-Oeste dentro do Cerrado Brasileiro e resquícios de Floresta Atlântica nos encaves na região Semiárida no Nordeste brasileiro. Apesar da retração acentuada de suas áreas dentro do continente, os modelos gerados para o período do Último Máximo Glacial apontam uma expansão da Floresta Atlântica e Amazônica sobre a plataforma continental.

No Holoceno Médio ocorreu um aumento nas áreas de cobertura da Floresta Atlântica, os fragmentos florestais na região Centro-Oeste do Brasil, no leste do Paraguai e na província de Misiones, na Argentina, tornaram-se mais amplas, como também toda a floresta da zona costeira (Figura 3b). Os fragmentos disjuntos da Floresta Atlântica, no estado do Ceará ainda permaneceram. A Floresta Amazônica ampliou sua área de distribuição em direção aos Andes, como também para norte e nordeste. A Floresta de Yungas tornou-se mais ampla do que durante o Último Máximo Glacial, se distribuindo ao longo da encosta oriental da Cordilheira dos Andes, do Peru, Bolívia.

Áreas de estabilidade histórica

As áreas de estabilidade histórica das Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas destacam que a distribuição da Floresta Amazônica foi semelhante a distribuição para o período do Último Máximo Glacial (Figura 4), com a porção meridional mais contínua em sua extensão, enquanto que a porção setentrional se mostrou mais suscetível a variações. Outras áreas encontradas foram as Yungas no Peru e Bolívia, e as Florestas dos Montes Andinos do Noroeste. Na região central da Floresta Amazônica são encontradas pequenas áreas isoladas, inseridas na

Grande Savana, estas localidades são montanhas com altitude acima de 500 metros de altitude. Os Tepuis, áreas de planalto com 1.000 a 3.000 metros de altitude, também foram incorporadas as áreas de estabilidade.

A Floresta Atlântica apresentou quatro núcleos de estabilidade histórica ao longo da costa brasileira (Figura 4). Na região Nordeste três áreas são encontradas, entre os estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas, os encaves no Ceará e na região sudoeste da Bahia. Uma terceira área se estende pela região Sudeste e Sul do Brasil. Parte destas áreas de estabilidade histórica, principalmente as ocorrentes na região Nordeste e Sudeste, são compatíveis com áreas prioritárias para a conservação da Floresta Atlântica.

As Áreas de estabilidade dos Campos, Savanas e Arbustos Tropicais e Subtropicais compreendem Chaco úmido e o seco no Paraguai, Argentina e sul da Bolívia; os Campos sulinos entre o Uruguai e o sul do Brasil; e o cerrado na região central do Brasil. Entre estas áreas, as ocorrentes no Paraguai, Argentina e Uruguai, foram as mais continuas, em comparação com a do Cerrado no Brasil (Figura 4).

Nas Florestas Tropicais e Subtropiais Latifolioladas Secas foram consideradas áreas de estabilidade: grande parte da Caatinga na região Semiárida do Nordeste do Brasil; a Florestas Secas de Chiquitano, Florestas Montanas na Bolívia; e as Florestas Secas Equatorianas e de Tumbes-Piura.

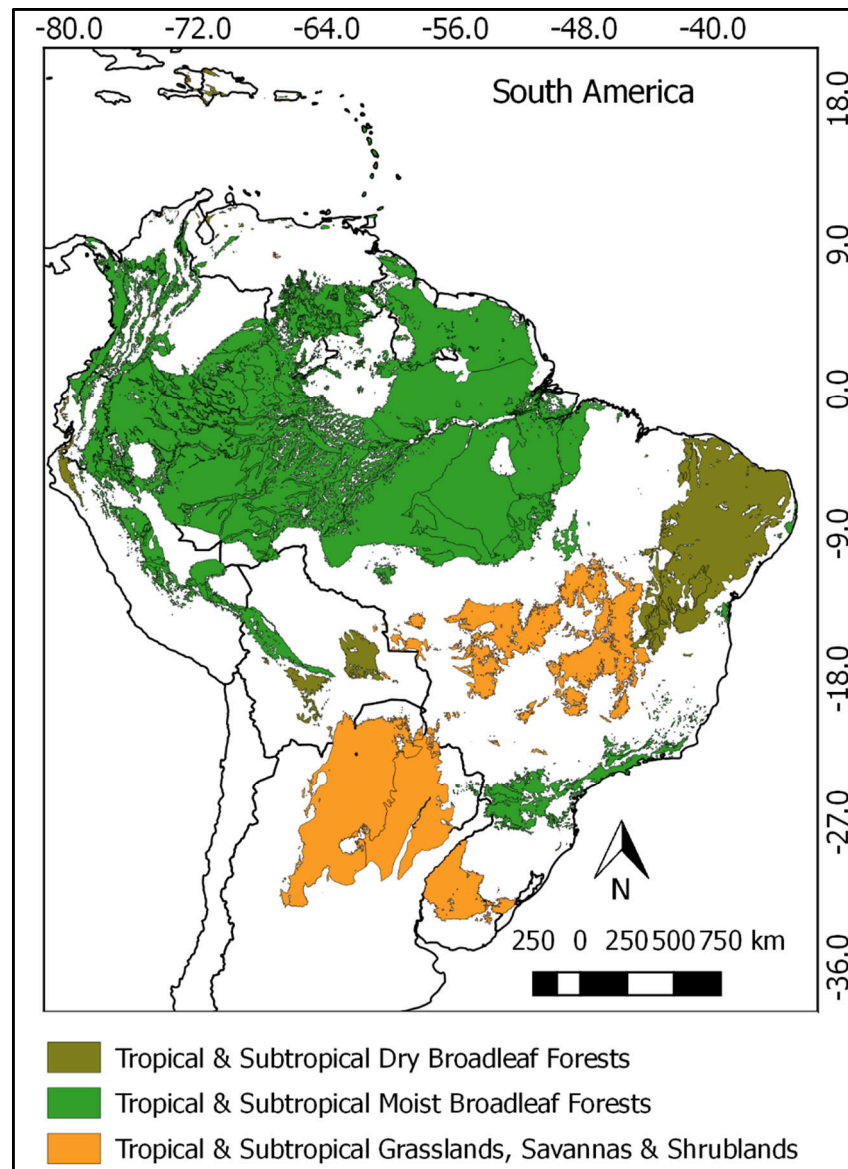


Figura 4 – Áreas historicamente estáveis para Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas e Campos, Savanas e Arbustos Tropicais e Subtropicais. Dados obtidos por meio da intersecção de modelos de nicho para os períodos do Holoceno Médio, Último Máximo Glacial e distribuição atual.

Discussão

Muitos estudos têm fornecido dados sobre fatores climáticos, geológicos e palinológicos para o Quaternário (*e.g.*, Salgado-Labouriau, 1997; Salgado-Labouriau, Barberi, Ferraz-Vicentini, & Parizzi, 1998; Colinvaux & Oliveira, 2000; Auler & Smart, 2001; Auler et al., 2004; Wanner et al., 2008; Buso Junior et al., 2013), indicando que as flutuações climáticas interferiram diretamente sobre a distribuição das formações vegetacionais. A variação observada na distribuição dos biomas de Floresta Tropical e Subtropical Latifoliadas Úmidas e Campos, Savanas e Arbustos Tropicais e Subtropicais, corrobora com o proposto por Vuilleumier (1971)

e Ab'saber (2000), onde áreas abertas apresentaram uma maior expansão durante períodos secos e frios e as florestas durante os úmidos e quentes (Prado & Gibbs, 1993; Haffer & Prance, 2002).

Uma das barreiras limitantes para a troca de espécies entre Floresta Amazônica e Atlântica é a origem da Diagonal de Formações Abertas ou o Arco Pleistocênico (Prado & Gibbs, 1993; Prado, 2000), representado pela Caatinga, Cerrado e Chaco. Este contínuo de formações abertas apresentou sua maior área de distribuição durante os eventos mais frios e secos do Pleistoceno (Pennington et al., 2000). Entre as áreas do arco pleistocênico o Cerrado foi o que apresentou maior variação entre o Último Máximo Glacial e o Holoceno Médio, havendo um aumento na área de abrangência neste último período (Werneck et al., 2012; Bueno et al., 2016), contrariando o observado por Arruda et al., (2017b).

Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas

A retração observada nas Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas durante o Último Máximo Glacial foram mais expressivas na Floresta Amazônica. Estudos apontam que esta região norte da América do Sul apresentou uma drástica redução de temperatura (3,5-5°C) e variações na precipitação anual (150-750mm), (Arruda et al., 2017b). A retração que nós registramos não reduziu completamente a Amazônia a pequenas ilhas como proposto inicialmente pela teoria dos refúgios (Salo, 1987; Colinvaux, Oliveira, & Bush, 2000; Colinvaux & Oliveira, 2000). Estas retrações mais brandas na Floresta Amazônica ocorreram possivelmente devido a mudança das vegetações em zonas ecotonais, o que permitiu à expansão de savanas ou outros tipos de vegetação abertas no norte da Amazônia. Esta variação na vegetação da Amazônia também foi observada por Häggi et al., (2017) e Arruda et al., (2017b). O clima mais frio na planície da Amazônia ocidental, tal como apontado por Arruda et al., (2017b) também é corroborado pelo registro de ocorrência de plantas mais adaptadas ao frio dos Andes e que passaram a ocorrer na planície amazônica (Bush, Colinvaux, Wiemann, Piperno, & Liu, 1990; Cohen, Rossetti, Pessenda, Friaes & de Oliveira 2014)

O clima mais seco e frio durante o Último Máximo Glacial também influenciou as Florestas de Yungas, que apresentou retração. Esta retração acentuada teria favorecido ao isolamento de espécies, causando aumento de espécies endêmicas tal como observado por Quiroga & Premoli (2007) e Inza, Zelener, Fornes, & Gallo (2012).

A Floresta Atlântica Setentrional sofreu uma redução na sua distribuição durante o Último Máximo Glacial, mais expressiva do que a observada por Martins (2011), Ledo & Colli (2017) Arruda et al. (2017b). Porém apresentou semelhança com a delimitação das áreas de estabilidade

histórica proposta por Carnaval & Moritz (2008). Esta redução na Floresta Atlântica Setentrional pode estar relacionada a redução da temperatura na região Nordeste, principalmente na região mais central (até 5°C) (Stute et al., 1995), além da redução na precipitação anual que foi menor em 50mm na região semiárida (Arruda et al., 2017b) afetando principalmente os enclaves de Floresta Atlântica. No entanto, a Floresta Atlântica mais próxima a costa apresentou retração em sua distribuição e um deslocamento em direção a plataforma continental (Figura 3a). Esta ocupação da plataforma continental, devido ao rebaixamento do nível do mar também foi observada por Leite et al., (2016), também na região Sudeste do Brasil. No Sul e Sudeste do Brasil, entre as latitudes 20° e 30°S, a Floresta Atlântica também apresentou menor distribuição do que durante o Holoceno Médio, mas não tão acentuadas como na região Nordeste. De forma semelhante também ocupou a plataforma continental. A sobreposição entre a Floresta Atlântica no Sul e Sudeste do Brasil com o Cerrado indica uma zona com incerteza quanto a vegetação predominante. Segundo Arruda et al., (2017b) esta área poderia apresentar florestas semidecíduas, decíduas, florestas mistas e áreas de savana.

As Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas ampliaram sua distribuição durante o Holoceno Médio (Figura 3b). Esta expansão pode estar relacionada a um aumento na temperatura de 2°C em relação ao Último Máximo Glacial, que possuía temperaturas 2.5 a 4.4 °C que o período atual (Arruda et al., 2017b). A maior variação na precipitação ocorreu na região Nordeste (50-150mm/ ano), devido a variações da zona de convergência intertropical e do Atlântico Sul (Vivo & Carmignotto, 2004; Dias, Turcq, Dias, Braconnot, & Jorgetti, 2009), e no Norte do Brasil (chegando a 750mm/ ano). Devido à está maior precipitação e temperaturas mais quentes as Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas possivelmente ampliaram sua distribuição ocupando o Norte da América do Sul e o declive da parte oriental da Cordilheira dos Andes, como também a costa do Nordeste, Sul e Sudeste do Brasil. Esses aumentos em comparação com as predições para o Último Máximo Glacial também foram encontrados por Carnaval & Moritz (2008); Sobral-Souza et al. (2015).

Os fragmentos disjuntos encontrados na região Nordeste e no Centro-Oeste do Brasil (Figura 3b) permaneceram inseridos dentro da vegetação de Caatinga e Cerrado, respectivamente. Estes fragmentos foram importantes para a troca de espécies com a Floresta Amazônica (Oliveira-Filho & Ratter, 1995; Santos, Cavalcanti, Silva, & Tabarelli, 2007) coincidindo com as rotas propostas por Rizzini (1963); Costa (2003). Uma terceira rota conectaria a Floresta Atlântica do Sudeste com as florestas úmidas da região noroeste (Bigarella, Andrade-Lima & Riehs, 1975). Essa rota poderia sofrer influência da variabilidade de ambientes existente nas planícies alagáveis

e lagos aluviais do Pantanal. Estas paisagens vegetacionais diversificadas e heterogêneas apresentam uma fauna e flora complexa com fortes ligações entre a província do Chaco e a Província de Rondônia (na Floresta Amazônica) (Moura, 2012; Daniel & Vaz-de-Mello, 2016; Morrone, 2017).

Florestas Tropicais e Subtropicais Latifolioladas Secas

A maior área de distribuição do bioma de Florestas Tropicais e Subtropicais Latifolioladas Secas foi durante o Holoceno Médio (Tabela 2). Na Caatinga esta expansão é corroborada por Oliveira, Barreto & Suguiu (1999), que por meio de análises palinológicas evidencia que a Caatinga teve uma expansão durante o Holoceno, apresentando sua maior expansão após 4000 anos do presente. Segundo Pessenda, Gouveia, Ribeiro, Oliveira & Aravena (2010) foi durante o Holoceno que ocorreu uma expansão de plantas de florestas secas e savanas (plantas C4). De acordo com Arruda *et al.* (2017b) houve uma mudança na precipitação anual entre o Último Máximo Glacial e o Holoceno Médio, com um aumento de 50-150 mm por ano (em comparação com o período atual) no centro da região Semiárida do Brasil e no norte do Ceará durante este último período. Estes dados divergem de Oliveira *et al.* (1999), que afirmam que de ~8910 a 6790 anos antes do presente houve um declínio progressivo nos táxons da floresta e um aumento de taxons de Caatinga e Cerrado na paisagem. Este declínio está associado, de acordo com Vivo & Carmignotto (2004), com diminuição na precipitação.

Outras áreas disjuntas na América do Sul, as Florestas Secas de Chiquitano e as Montanhas da Bolívia e as Florestas Secas Equatorianas e de Tumbes-Piura, no Equador e Peru respectivamente. Apesar de estarem incluídas no mesmo bioma, a biota destas florestas é distinta, sendo incluídas em províncias biogeográficas diferentes de acordo com (Morrone 2017). Observa-se que as Florestas secas de Chiquitano apresentaram sobreposição maior com outros biomas durante o Último Máximo Glacial (Figura 3a), este resultado é compatível com o registrado por Burbridge *et al.* (2004) que mostram que entre 50.000 e 11 500 anos antes do presente a vegetação local circundante a lagoas próximas consistia em um mosaico de florestas secas, semidecíduais e savanas sazonalmente inundadas. A maior sobreposição de biomas durante o Último Máximo Glacial ocorreu nas Florestas Secas Equatoriais e De Tumbes-Piura, esta sobreposição é um indício de uma flora mista, tal como observado por Oswald e Steadman (2015). Eles registraram espécies de aves típicas de áreas de Pradarias e Savanas, mas também de florestas secas e de matas de galerias, indicando uma cobertura vegetal associada a locais mais úmidos, diferentes das florestas secas atuais. A causa da maior umidade nesta região é tratada em Oswald & Steadman (2015) que menciona a influência das alterações nas correntes marítimas de Humbolt

como um possível causador da maior precipitação na região. Destaca-se também as Florestas Secas Equatorianas e de Tumbes-Piura, devido a sua proximidade, apresentam alta afinidade florística (Dinerstein et al., 1995; Linares-Palomino et al., 2003).

Pradarias, Savanas e Matagais Tropicais e Subtropicais

Os campos ao sul do Brasil, leste da Argentina e em grande parte do Uruguai apresentaram expansão durante o Holoceno Médio (Figura 3a, b; Tabela 2). Estas mudanças ocorreram devido ao clima mais seco, com uma redução na precipitação anual entre 50-150mm anuais (Melo e Marengo, 2008; Arruda et al., 2017b) e menor em 5-7°C em comparação com período atual durante o Último Máximo Glacial (Pillar, Müller, Castilhos, & Jacques, 2009). Estudos palinológicos têm comprovado a existência de extensas áreas de vegetação campestre sobre os campos entre o Sul do Brasil e do Uruguai durante as épocas glaciais e do Holoceno Inferior e Médio (Behling 1995; Behling, Pillar, Orlóci, & Bauermann, 2004).

De acordo com nossos modelos de distribuição para os biomas da América do Sul, a região que correspondem atualmente aos Chacos úmidos e secos apresentaram pouca variação entre os períodos do Último Máximo Glacial e do Holoceno Médio. Estudos para o período do Pleistoceno indicam condições ambientais frias e áridas ou semiáridas com breves períodos mais úmidos (Diaz et al. 2014), com temperaturas de 2 C° a 6 C° mais baixas que a atualidade (Zurita, Miño-Boilini, Carlini, Iriondo, & Alcaraz, 2009). Durante o Holoceno Médio e Tardio também foram registrados períodos áridos, entretanto, com uma maior incidência de fases úmidas que o Pleistoceno como observado por Kruck et al. (2011). Os nossos modelos gerados apontaram uma sobreposição entre o Chaco e os campos e savanas alagadas no nordeste da Argentina. Esta sobreposição está relacionada com os eventos de inundação ocorrentes nesta região (Kruck et al. 2011) durante o mesmo período.

De acordo com os modelos gerados (Figura 3a, b) a região ao norte da Venezuela e nordeste da Colômbia não apresentou nenhum tipo de bioma como consenso quanto ao bioma predominante. Apesar de atualmente abrigar os Llanos, estudos de palinológicos apontam que no passado houve uma ampla variação na cobertura vegetal destas áreas, com ocorrência de pastagens, savanas e espécies relacionadas a florestas de galeria (Behling & Hooghiemstra 1998; Ledru, Salgado-Labourian, & Lorscheitter, 1998).

Observamos que nos modelos gerados para o bioma de Campos, Savanas e Arbustos Tropicais e Subtropicais, correspondendo o Cerrado brasileiro, houve uma distribuição semelhante durante o Último Máximo Glacial e Holoceno Médio na sua porção mais ao sul.

Porém a porção mais ao norte mostrou-se distinta entre os períodos analisados (Figura 3a, b). A distinção observada no Cerrado brasileiro entre o Pleistoceno e o Holoceno foi decorrente de padrões de umidade distintos que a partir de 8.000 anos Antes do Presente (AP) apresentou na região noroeste do cerrado um aumento de umidade até atingir os padrões atuais, enquanto que, a leste do cerrado esta variação só foi ocorrer por volta dos 5.000 anos AP (Meyer, Cassino, Lorente, Raczka, & Parizzi, 2014). Antes deste período, por volta cerca de 10.000 AP e até 7.000 AP a paisagem era mais aberta, devido um clima seco sem sazonalidade (Ledru 2002). Durante o Último Máximo Glacial, uma fase climática particularmente seca e fria é registrada e é caracterizada por uma diminuição nos táxons de florestas inundadas, baixas frequências de pólen de plantas de porte arbóreo e a dominância de espécies de Poaceae, Asteraceae e Cyperaceae (Ledru 2002; Meyer et al. 2014).

Áreas de estabilidade histórica

Florestas Tropicais e Subtropicais Latifoliadas Úmidas – Floresta Atlântica e Amazônica

As áreas de estabilidade histórica de Floresta Atlântica localizadas no Nordeste, entre os estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba (Figura 4), coincidem com o Centro de Endemismo de Pernambuco (Pôrto, Almeida-Cortez, & Tabarelli, 2005), regiões que apresentam uma ampla riqueza de espécies e endemismo (Santiago, 2006; Pereira, Araújo, & Azevedo-Júnior, 2016). Em relação aos fragmentos florestais interioranos, apenas os ocorrentes no estado do Ceará (o Maciço de Baturité, serra da Meruoca e as serras entre Itapagé e Itapipoca) (Figura 4) foram considerados áreas de estabilidade. Como os modelos gerados apresentam limite de presença >80%, os demais brejos de altitude, como o Planto da Ibiapaba, serra de Maranguape, Pacatuba no Ceará e, os brejos interioranos no estado de Pernambuco, possivelmente foram subestimados.

A Floresta Atlântica de terras baixas do sul da Bahia e norte do Espírito Santo são apontadas como um dos centros de endemismo para o domínio Atlântico. A área delimitada no sudoeste da Bahia corresponde a uma das áreas de maior riqueza de espécies da Floresta Atlântica e do mundo como apontado por Thomas, Carvalho, Amorim, Garrison, & Arbela'ez (1998); Martini, Fiaschi, Amorim, & Paixão (2007); Lopes et al. (2016). Embora o norte do Espírito Santo seja apontado como um centro de endemismo por Murray-Smith et al., (2009), esta área não foi registrada como refúgio (Figura 4) assim como apontado por Lopes et al. (2016). O núcleo de estabilidade mais amplo, corresponde à Floresta Atlântica a Sudeste e ao Sul do Brasil (Figura 4), e apresenta compatibilidade de distribuição com as delimitações propostas por Carnaval & Moritz (2008); Silva, Pinto-da-Rocha, & Souza (2015); Silva, Pinto-da-Rocha, & Morrone (2016).

Devido à maior área observa-se além de uma riqueza elevada um conjunto maior de espécies compartilhadas entre a região Sul e Sudeste do Brasil (Lima, Souza, Dittrich, & Salino, 2012). Murray-Smith et al. (2009); Silva et al. (2016) sugerem centros de endemismo mais próximos a costa, entretanto os modelos gerados neste trabalho indicam outras áreas de estabilidade além da zona costeira e maiores na região Sul.

As flutuações climáticas na Amazônia foram amplamente discutidas visando entender em como a dinâmica entre retração e expansão afetaria na distribuição e especiação. Conforme nossos modelos para as áreas de estabilidade da Floresta Amazônica (Figura 4) observamos que o processo de retração das florestas úmidas não reduziu a Floresta Amazônica em pequenos núcleos, contrariando Ab'Saber (2000) e Haffer & Prance (2002) quanto ao tamanho dos fragmentos. A retração menos acentuada na sua distribuição ocorreu principalmente nas áreas em contato com formações abertas, onde houve a substituição ou formação de zonas ecotonais, tal como observado por Bush & Oliveira (2006); Maldonado-Coelho et al. (2013) e Ledo & Colli (2017). Desta forma, a explicação no aumento a diversidade e número de espécies endêmicas não está unicamente relacionados a Hipótese de Refúgios. De acordo com Salerno et al. (2012), Maldonado-Coelho et al. (2013), Coelho et al. (2015), Oliveira, Vasconcelo & Santos (2017), os fatores ligados a especiação, a composição e espécies endêmicas estão relacionados a barreiras de dispersão ligadas a eventos tectônicos, divisão de bacias hidrográficas, fatos este anteriores aos eventos das glaciações do Pleistoceno.

Florestas Tropicais e Subtropicais Latifolioladas Secas – Caatinga, Florestas Secas de Chiquitano, Florestas Secas Montanas da Bolívia e as Florestas Secas Equatorianas e de Tumbes-Piura

Os modelos gerados para as áreas de estabilidade das Florestas Tropicais e Subtropicais Latifolioladas Secas (Figura 4) apresentou três áreas principais: na Região Semiárida do Nordeste do Brasil, no que atualmente é a Caatinga; no Centro e Nordeste da Bolívia, que atualmente corresponde a parte do, Florestas Secas de Chiquitano e Florestas Secas Montanas da Bolívia; e na costa do Equador e Peru, nas Florestas Secas de Tumbes-Piura e Equatorianas

A porção situada no norte dos estados Maranhão e Piauí não foram incorporadas como áreas de estabilidades, apesar de incluídas no Bioma de Florestas Tropicais e Subtropicais Latifolioladas Secas conforme Dinerstein et al. 2017 (Apendice – Figura 1-2). Esta área atualmente corresponde a Mata dos Cocais e apresenta um ecossistema de transição entre a Caatinga e a Floresta Amazônica.

Segundo Thomé & Carstens (2016), as Florestas Tropicais substituíram parcialmente a Caatinga, em pulsos recorrentes de clima mais úmido. Porém nosso modelo de áreas de estabilidade (Figura 4) apresentou uma distribuição semelhante com a atual, com áreas sem a predição de um bioma definitivo (áreas em branco dentro da delimitação da Caatinga) (Figura 4). Estas áreas correspondem atualmente a alguns fragmentos de Floresta Atlântica inseridos na Caatinga. Auler *et al.* (2004) aponta que intervalos mais úmidos possibilitaram que a Caatinga fosse a substituída ou mesclada com florestas semidecíduais, de acordo com os nossos modelos, essa mudança na vegetação poderia ocorrer próximo as zonas com maior altitude, como os “brejos de altitude”, chapadas e zonas limítrofes da delimitação da Caatinga, como as Mata dos Cocais no Maranhão.

As delimitações de áreas de estabilidade ocorrentes na Bolívia são compatíveis com a distribuição atual. As Florestas Secas de Chiquitano e as Florestas Secas Montanas da Bolívia, apesar de incluídas no bioma de Florestas Tropicais e Subtropicais Latifolioladas Secas, estas áreas apresentam mais semelhança com o Domínio Sul Brasileiro e a Zona de transição da América do Sul, respectivamente, do que com o Domínio do Chaquenho (no qual está inserida a Caatinga) (Morrone 2017). Apesar das temperaturas menores, as Florestas de Chiquitano e das montanas da Bolívia apresenta clima seco que possuem espécies formadas principalmente por espécies Solanaceae, Fabaceae e Asteraceae, acompanhadas de espécies de gramíneas. As Florestas secas encontradas na província de Rondônia estão entre as florestas secas mais ricas entre os ecossistemas do mundo (Dinerstein et al., 1995).

As florestas secas de Tumbes-Piura estão incluídas dentro do Domínio do Pacífico, tanto a porção que fica a oeste do Equador quanto ao sul do Equador e norte do Peru apresentam altos níveis de endemismo regional e local (Dinerstein et al., 1995; Morrone 2017).

Considerando as áreas de estabilidade correspondentes aos Campos, Savanas e Arbustos Tropicais e Subtropicais e as Florestas Tropicais e Subtropicais Latifolioladas Secas, observamos que o arco pleistocênico proposto por Prado & Gibbs (1993) esteve presente tanto nos períodos frios do Último Máximo Glacial quanto nos períodos mais quentes do Holoceno Médio (Figura 3a, b), atuando com uma barreira na distribuição de espécies. Devido a presença de florestas úmidas disjuntas (Figura 3a, b) e áreas possivelmente de transição ou de florestas mistas foi possível a troca de espécies entre as Florestas Tropicais e Subtropicais Latifolioladas Úmidas da América do Sul.

Campos, Savanas e Arbustos Tropicais e Subtropicais – Savanas, Chaco, Pampas

Conforme a Figura 4, os campos localizados ao sul do Brasil, leste da Argentina e grande parte Uruguai, foram detectados como áreas estabilidade. Apesar do acentuado estágio de degradação os campos sulinos apresentam uma riqueza ampla, com pelo menos 21 espécies de vertebrados endêmicos (Pillar et al. 2009). Segundo Morrone (2017) os campos sulinos estão relacionados bioticamente a província do Chaco. Devido à proximidade geográfica das áreas de estabilidade (Figura 4) a troca de espécies poderia ocorrer mais facilmente. Além do compartilhamento de espécies com o Chaco há o registro de espécies em comum com o domínio do Paraná (Bencke 2009; Morrone 2017), onde está inserida a Floresta Atlântica. O compartilhamento de espécies com o domínio do Paraná sugeri a extensão de uma biota que gradualmente se compartimentou (Morrone 2017).

O Chaco apresentou uma grande área de estabilidade (Figura 4), a sua delimitação durante o período do Último Máximo Glacial e do Holoceno Médio apresentou proximidade com o Cerrado. A estabilidade mantida na distribuição do Chaco permitiu uma maior conexão com as outras formações abertas da Diagonal seca (Morrone 2017), que segundo Zunino (2003) possibilitou um evento vicariante para a distribuição de espécies. Confirmando este evento, Haffer (1985), aponta o compartilhamento de espécies de aves entre as províncias da Caatinga, Cerrado, Chaco e os Pampeana.

As áreas delimitadas para o bioma Campos, Savanas e Arbustos Tropicais e Subtropicais correspondente ao Cerrado, apresentaram dois grandes núcleos de distribuição na região central do Brasil e pequenas áreas de savana na Bolívia. As áreas de estabilidade foram mais restritas que as elaboradas por Werneck et al. (2012). Além disto os autores detectaram savanas e campos também pelas Guianas, Venezuela e Bolívia. Esta distribuição mais ampla não foi observada em nossos modelos (Figura 4), porém quando Werneck et al. (2012) aplicaram a sobreposição entre os modelos distintos que elaboraram, destaca-se que a região do Cerrado foi a com maior concordância para área de estabilidade. Devido sua posição geográfica, limitando com as Florestas Atlântica e Amazônica, como também com Caatinga e Chaco, estudos tem apontado um compartilhamento de espécies tanto com a Amazônia (Cabrera & Willink (1973), como Chaco e Caatinga (Prado & Gibs, 1993) e também a Floresta Atlântica (Daniel et al. 2016). Devido à complexidade na variação de umidade dentro do Cerrado é possível encontrar uma elevada diversidade de plantas (>7000 spp., conforme Mendonça et al., 1998), com 44% desta flora sendo endêmica. A presenta de espécies típicas de galeria, nas localidades mais úmidas, pode ter favorecido a entrada de espécies de províncias mais úmidas como a da Floresta Atlântica (Daniel et al. 2016; Morone 2017).

Considerações finais

Em conclusão, nossos resultados mostram um efeito importante das alterações climáticas na dinâmica dos biomas durante o Último Máximo Glacial e Holoceno Médio, indicando a presença do corredor xérico isolando as Florestas Tropicais e Sutropicais Latifolioladas Úmidas da América do Sul e que mesmo com os eventos de retração e expansão dos diversos biomas, sempre ocorreram áreas com remanescentes florestais que poderiam atuar como pontes entre as Florestas Amazônica e Atlântica. Destacamos também que mesmo sofrendo retração durante o Último Máximo glacial as áreas de florestas úmidas foram expressivas, principalmente a Floresta Amazônica, que não retraiu a fragmentos isolados como a Floresta Atlântica. A proximidade de áreas de estabilidade na Floresta Atlântica próxima a costa é compatível com os estudos florísticos que indicam uma similaridade florística entre a Floresta Atlântica ao norte com a ao Sul, uma vez que áreas próximas podem apresentar uma biota semelhante.

Referências

- Ab'saber, A. N. (2000) Spaces occupied by the expansion of dry climates in south america during the quaternary ice ages. *Revista do Instituto Geológico*, 21(1/2) 71–78.
- Arruda, D. M., Fernandes-Filho, E. I., Solar, R. R. C., & Schaefer, C. E. G. R. (2017a) Combining climatic and soil properties better predicts covers of Brazilian biomes. *The Science of Nature*, 104, 1-10.
- Arruda, D. M., Schaefer, C. E. G. R., Fonseca, R. S., Solar, R. R. C., & Fernandes-Filho, E. I. (2017b) Vegetation cover of Brazil in the last 21 ka: New insights into the Amazonian refugia and Pleistocenec arc hypotheses. *Global Ecology and Biogeography*, 27, 47–56.
- Auler, A. S. & Smart, P. L. (2001) Late Quaternary paleoclimate in semiarid northeastern Brazil from U-series dating of travertine and water-table speleothems. *Quaternary Research*, 55, 159–167.
- Auler, A. S., Wang, X., Edwards, R. L., Cheng, H., Cristalli, P. S., Smart, P. L., & Richards, D.A. (2004) Quaternary ecological and geomorphic changes associated with rainfall events in presently semi-arid northeastern Brazil. *Journal of Quaternary Science*, 19, 693–701.
- Batalha-Filho, H., Fjeldså, J., Fabre, P.-H., & Miyaki, C. Y. (2013) Connections between the Atlantic and the Amazonian forest avifaunas represent distinct historical events. *Journal of Ornithology*, 154, 41–50.
- Behling H. (1995). Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (Brazil). *Vegetation History and Archaeobotany*, 4, 127-152.
- Behling H., Pillar V.D., Orlóci L. & Bauermann S.G. (2004). Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 203, 277-297.
- Behling, H., & Hooghiemstra, H. (1998). Late Quaternary palaeoecology and palaeoclimatology from pollen records of the savannas of the Llanos Orientales in Colombia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 139, 251-267.
- Bencke, G. A. (2009) Diversidade e conservação da fauna dos campos do sul do Brasil. In: V. P. Pillar, S. C. Müller, Z. M. S. Castilhos & A. V. Á. Jacques, (Eds.), *Campos Sulinos –*

- conservação e uso sustentável da biodiversidade* (pp. 101-121). Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Bigarella, J. J., Andrade-Lima, D., & Riehs, P.J. (1975) Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 47, 411–464.
- Bueno, M. L., Pennington, R. T., Dexter, K. G., Kamino, L. H. Y., Pontara, V., Neves, D. M., Ratter, J. A., & De Oliveira-Filho, A. T. (2016) Effects of Quaternary climatic fluctuations on the distribution of Neotropical savanna tree species. *Ecography*, 40, 403–414.
- Bush, M. B., Colinvaux, P. A., Wiemann, M. C., Piperno, D. R., & Liu, K.-B. (1990) Late Pleistocene temperature depression and vegetation change in Ecuadorian Amazonia. *Quaternary Research*, 34, 330–345.
- Bush, Mark B., & Oliveira, P. E. de. (2006). The rise and fall of the Refugial Hypothesis of Amazonian speciation: a paleoecological perspective. *Biota Neotropica*, 6(1), 1-17.
- Buso Junior, A. A. B., Pessenda, L. C. R., Oliveira, P. E., Giannini, P. C. F., Cohen, M. C. L., Volkmer-Ribeiro, C., ... Siqueira, G.S. (2013) Late Pleistocene and Holocene Vegetation, Climate Dynamics, and Amazonian Taxa in the Atlantic Forest, Linhares, SE Brazil. *Radiocarbon*, 55, 1747–1762.
- Cabrera, A. L., & A. Willink. (1973) Biogeografía de América Latina. Washington, DC, Organización de los Estados Americanos.
- Carnaval, A. C. & Moritz, C. (2008) Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. *Journal of Biogeography*, 35, 1187–1201.
- Cohen, M. C. L., Rossetti, D. F., Pessenda, L. C. R., Friaes, Y. S., & de Oliveira, P. E. (2014) Late Pleistocene glacial forest of Humaitá—Western Amazonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 415, 37–47.
- Colinvaux, P. A. & Oliveira, P. E. (2000) Palaeoecology and climate of the Amazon basin during the last glacial cycle. *Journal of Quaternary science*, 15, 347–356.
- Colinvaux, P. A., Oliveira, P. E., & Bush, M. B. (2000) Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: the failure of the aridity and refuge hypotheses. *Quaternary Science Reviews*, 19, 141–169.
- Costa, L. P. (2003) The historical bridge between the Amazon and the Atlantic Forest of Brazil: a study of molecular phylogeography with small mammals. *Journal of Biogeography*, 30, 71–86.
- Daniel, G. M. & Vaz-de-Mello, F. Z. (2016) Biotic components of dung beetles (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Pantanal – Cerrado Border and its implications for Chaco regionalization. *Journal of Natural History*, 50, 1159–1173.
- Dias, P. L. S., Turcq, B., Dias, M. A. F. S., Braconnot, P., & Jorgetti, T. (2009) Mid-Holocene Climate of Tropical South America: A Model-Data Approach. In: F. Vimeux, F. Sylvestre, M. Khodri (Eds.), *Past Climate Variability in South America and Surrounding Regions* (pp. 259–281). Dordrecht: Springer.
- Dinerstein, E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbinder, and G. Ledec (1995) *A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean*. The World Bank, Washington, D.C.
- Dinerstein, E., Olson, D., Joshi, A., Vynne, C., Burgess, N. D., Wikramanayake, E., ... Muhammad S. (2017). An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. *BioScience*, 67, 534-545.
- Giannini, T. C., Siqueira, M. F., Acosta, A. L., Barreto, F. C. C., Saraiva, A. M., & Santos, I. A. dos (2012) Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. *Rodriguésia*, 63, 733–749.
- Haffer, J. & Prance, G.T. (2002) Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos Refúgios da diferenciação biótica. *Estudos Avançados*, 16, 175–206.

- Haffer, J. (1969) Speciation in Amazonian forest birds. *Science*, 165, 131–137.
- Haffer, J. (1985) Avian zoogeography of the Neotropical lowlands. *Ornithological Monographs*, 36: 13–145.
- Häggi, C., Chiessi, C. M., Merkel, U., Mulitza, S., Prange, M., Schulz, M., & Schefuß, E. (2017) Response of the Amazon rainforest to late Pleistocene climate variability. *Earth and Planetary Science Letters*, 479, 50–59.
- Inza, M.V., Zelener, N., Fornes, L., & Gallo, L.A. (2012) Effect of latitudinal gradient and impact of logging on genetic diversity of *Cedrela lilloi* along the Argentine Yungas Rainforest. *Ecology and Evolution*, 2, 2722–2736.
- Khanum, R., Mumtaz, A.S., & Kumar, S. (2013) Predicting impacts of climate change on medicinal asclepiads of Pakistan using Maxent modeling. *Acta Oecologica*, 49, 23–31.
- Kruck, W., Helms, F., Geyh, M. A., Suriano, J. M., Marengo, H. G., & Pereyra, F. (2011). Late pleistocene-holocene history of chaco-pampa sediments in Argentina and Paraguay. *Quaternary Science Journal*, 60(1), 188-202.
- Ledo, R. M. D. & Colli, G. R. (2017) The historical connections between the Amazon and the Atlantic Forest revisited. *Journal of Biogeography*, 44, 2551–2563
- Ledru, M. (2002). Late quaternary history and evolution of the cerrados as revealed by palynological records. In: Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. (Eds.), *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna* (pp.33-50). New York: Columbia University.
- Ledru, M. P., Salgado-Labouriau, M. L. & Lorscheitter, M. L. (1998). Vegetation dynamics in southern and central Brazil during the last 10,000 yr B.P. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 99:131-142.
- Leite, Y. L., Costa, L. P., Loss, A. C., Rocha, R. G., Batalha-Filho, H., Bastos, A. C., ... Pardini, R. (2016) Neotropical forest expansion during the last glacial period challenges refuge hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113, 1008–1013.
- Lima, R. A. F. de, Souza, V. C. de, Dittrich, V. A. de O., & Salino, A. (2012) Composition, diversity and geographical distribution of vascular plants of an Atlantic Rain Forest, Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 12, 241–249.
- Linares-Palomino, R., Pennington, R. T., & Bridgewater, S (2003) The phytogeography of the seasonally dry tropical forests in Equatorial Pacific South America. *Candollea* 58:473-499.
- Lopes, L. C. M., Giaretta, A., de Araújo, T. F., Souza, D., Rocha, B., & Mariano-Neto, E. (2016) Processos históricos influenciando a elevada riqueza arbórea na floresta atlântica do sul da Bahia. *Agrotrópica*, 28, 169–178.
- Löwenberg-Neto, P. (2014) Neotropical region: a shapefile of Morrone's (2014) biogeographical regionalisation. *Zootaxa*, 3802(2), 300-300.
- Maldonado-Coelho, M., Blake, J. G., Silveira, L. F., Batalha-Filho, H., & Ricklefs, R. E. (2013). Rivers, refuges and population divergence of fire-eye antbirds (*Pyriglena*) in the Amazon Basin. *Journal of Evolutionary Biology*, 26(5), 1090-1107.
- Martini, A. M. Z., Fiaschi, P., Amorim, A. M., & Paixão, J. L. da (2007) A hot-point within a hot-spot: a high diversity site in Brazil's Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation*, 16, 3111–3128.
- Martins, F. R. (2011) Historical biogeography of the Brazilian Atlantic forest and the Carnaval–Moritz model of Pleistocene refugia: what do phylogeographical studies tell us? *Biological Journal of the Linnean Society*, 104, 499–509.
- Melo, M. L. D., & Marengo, J. . (2008). Simulações do clima do holoceno médio na América do Sul com o modelo de circulação geral da atmosfera do CPTEC. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 23(2), 191-205.
- Mendonça, R., J. Felfili, B. Walter, J.C. Silva Jr., A. Rezende, T. Filgueiras, & P. Nogueira (1998) Flora vascular do Cerrado. In: S. Sano & S. Almeida (Eds.). *Cerrado. Ambiente e flora*

- (pp. 288-556). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –Embrapa - Cerrados, Planaltina.
- Meyer, K.E.B., Cassino, R.F., Lorente, F.L., Raczka, M. & Parizzi, M.G. (2014). Paleoclima e paleoambiente do Cerrado durante o Quaternário com base em análises palinológicas. In: I. S. Carvalho, M. J. Garcia, C.C. Lana, O. Strohschoen (Eds.), *Paleontologia: Cenários da Vida* (pp. 403-420). Rio de Janeiro: Interciência
- Morrone, J. J. (2000) What is the Chacoan subregion? *Neotropica*, 46, 51–51.
- Morrone, J. J. (2017) *Neotropical biogeography: regionalization and evolution*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Moura, E. F. da F. de (2012) As evidências paleoclimáticas do sudoeste do município de Corumbá/MS. *Revista Geonorte*, 3, 421–433.
- Murray-Smith, C., Brummitt, N. A., Oliveira-Filho, A.T., Bachman, S., Moat, J., Lughadha, E. M. N., & Lucas, E. J. (2009) Plant Diversity Hotspots in the Atlantic Coastal Forests of Brazil. *Conservation Biology*, 23, 151–163.
- Oliveira, U., Vasconcelos, M. F., & Santos, A. J. (2017). Biogeography of Amazon birds: rivers limit species composition, but not areas of endemism. *Scientific reports*, 7, 1-11.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J. A. (1995) A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany*, 52, 141–194.
- Oswald, J. A., & Steadman, D. W. (2015). The changing diversity and distribution of dry forest passerine birds in northwestern Peru since the last ice age. *The Auk*, 132(4), 836-862.
- Pearson, R. G. & Dawson, T. P. (2003) Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global ecology and biogeography*, 12, 361–371.
- Pennington, R. T., Lewis, G. P. & Ratter, J. A. (2006) *Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation*. New York, CRC Press.
- Pennington, R., Prado, D. E., & Pendry, C. A. (2000) Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, 27, 261–273.
- Pereira, G. A., Araújo, H. F. P., Azevedo-Júnior, S. M. (2016) Distribution and conservation of three important bird groups of the Atlantic Forest in north-east Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 76, 1004–1020.
- Pessenda, L. C. R., Gouveia, S. E. M., Ribeiro, A. S., Oliveira, P. E., & Aravena, R. (2010). Late Pleistocene and Holocene vegetation changes in northeastern Brazil determined from carbon isotopes and charcoal records in soils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 297(3-4), 597-608.
- Peterson, A. T., Ortega-Huerta, M. A., Bartley, J., Sánchez-Cordero, V., Soberón, J., Buddemeier, R. H., & Stockwell, D.R. (2002) Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature*, 416, 626–629.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. & Schapire, R. E. (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190, 231-259. doi:10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026
- Pillar, V.P., Müller, S.C., Castilhos, Z.M.S., Jacques, A.V.A. (2009) *Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Pôrto, K. C., Almeida-Cortez, J. S., & Tabarelli, M. (2005) *Diversidade biológica e conservação da floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília.
- Prado, D. E. & Gibbs, P. E. (1993) Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80,902–927.
- Prado, D. E. (2000) Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany*, 57, 437–461.

- QGIS. Quantum GIS Development Team (2017). Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Available from: <http://qgis.osgeo.org> (27 February 2017).
- Quiroga, M. P. & Premoli, A. C. (2007) Genetic patterns in *Podocarpus parlatorei* reveal the long-term persistence of cold-tolerant elements in the southern Yungas. *Journal of Biogeography*, 34, 447–455.
- Rizzini, C. T. (1963) *Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Conselho Nacional de Geografia,
- Salerno, P. E., Ron, S. R., Señaris, J. C., Rojas-Runjaic, F. J., Noonan, B. P., & Cannatella, D. C. (2012). Ancient tepui summits harbor young rather than old lineages of endemic frogs. *Evolution*, 66(10), 3000–3013.
- Salgado-Labouriau, M. L. (1997) Late Quaternary palaeoclimate in the savannas of South America. *Journal of Quaternary Science*, 12, 371–379.
- Salgado-Labouriau, M. L., Barberi, M., Ferraz-Vicentini, K. R., & Parizzi, M. G. (1998) A dry climatic event during the late Quaternary of tropical Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 99, 115–129.
- Salo, J. (1987) Pleistocene forest refuges in the Amazon: evaluation of the biostratigraphical, lithostratigraphical and geomorphological data. *Annales Zoologici Fennici*, 24, 203–211.
- Santiago, A. C. P. (2006) *Pteridófitas da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco: florística, biogeografia e conservação*. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Santos, A. M. M., Cavalcanti, D. R., Silva, J. M. C. da, & Tabarelli, M. (2007) Biogeographical relationships among tropical forests in north-eastern Brazil. *Journal of Biogeography*, 34, 437–446.
- Silva, M. B., Pinto-da-Rocha, R., & De Souza, A. M. (2015) A protocol for the delimitation of areas of endemism and the historical regionalization of the Brazilian Atlantic Rain Forest using harvestmen distribution data. *Cladistics*, 31, 692–705.
- Silva, M. B., Pinto-da-Rocha, R., & Morrone, J. J. (2016) Historical relationships of areas of endemism of the Brazilian Atlantic rain forest: a cladistic biogeographic analysis of harvestman taxa (Arachnida: Opiliones). *Current Zoology*, 63, 525–535.
- Sobral-Souza, T., Lima-Ribeiro, M. S., & Solferini, V. N. (2015) Biogeography of Neotropical Rainforests: past connections between Amazon and Atlantic Forest detected by ecological niche modeling. *Evolutionary Ecology*, 29, 643–655.
- Stute, M., Forster, M., Frischkorn, H., Serejo, A., Clark, J. F., Schlosser, ... Bonani, G. (1995) Cooling of Tropical Brazil (5°C) During the Last Glacial Maximum. *Science*, 269, 379–383.
- Thomas, W. W., Carvalho, A. M. V. D., Amorim, A. M. A., Garrison, J., & Arbela'ez, A.L. (1998) Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biodiversity & Conservation*, 7, 311–322.
- Thomé, M. T. C., & Carstens, B. C. (2016) Phylogeographic model selection leads to insight into the evolutionary history of four-eyed frogs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113 (29), 8010–8017.
- Thomé, M. T. C., Zamudio, K. R., Giovanelli, J. G., Haddad, C. F., Baldissera, F. A., & Alexandrino, J. (2010) Phylogeography of endemic toads and post-Pliocene persistence of the Brazilian Atlantic Forest. *Molecular phylogenetics and evolution*, 55, 1018–1031.
- Title, P.O., & Bemmels, J. B. (2017) ENVIREM: An expanded set of bioclimatic and topographic variables increases flexibility and improves performance of ecological niche modeling. *Ecography*. doi:10.1111/ecog.02880
- Van der Hammen, T. (1974) The Pleistocene Changes of Vegetation and Climate in Tropical South America. *Journal of Biogeography*, 1, 3–26.
- Vivo, M. & Carmignotto, A. P. (2004) Holocene vegetation change and the mammal faunas of South America and Africa. *Journal of Biogeography*, 31, 943–957.

- Vuilleumier, B. S. (1971) Pleistocene Changes in the Fauna and Flora of South America. *Science*, 173, 771–780.
- Wanner, H., Beer, J., Bütikofer, J., Crowley, T. J., Cubasch, U., Flückiger, J., ... Widmann M. (2008) Mid-to Late Holocene climate change: an overview. *Quaternary Science Reviews*, 27, 1791–1828.
- Warren, D. L., Glor, R. E., & Turelli, M. (2010). ENMTools: a toolbox for comparative studies of environmental niche models. *Ecography*, 33(3), 607-611.
- Werneck, F. P., Nogueira, C., Colli, G. R., Sites, J. W., & Costa, G.C. (2012) Climatic stability in the Brazilian Cerrado: implications for biogeographical connections of South American savannas, species richness and conservation in a biodiversity hotspot: Climatic stability and biodiversity in the Cerrado. *Journal of Biogeography*, 39, 1695–1706.
- Zunino, M. (2003). Nuevos conceptos en la biogeografía histórica: Implicancias teóricas y metodológicas. In: Morrone, J. J. & J. Llorente (Eds.), *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía* (pp. 159–162). Mexico City: Las Prensas de Ciencias,
- Zurita, A. E., Miño-Boilini, Á. R., Carlini, A. A., Iriando, M., & Alcaraz, M. A. (2009). Paleontología del Chaco Oriental: Una nueva localidad con mamíferos fósiles pleistocenos en el río Bermejo (Formosa, Argentina). *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 26(2), 277-288.

Considerações finais

As samambaias e licófitas apresentam uma distribuição mais expressiva pelas florestas úmidas. Nas áreas estudadas e por meio da análise de similaridade foi observada uma maior riqueza em áreas de Floresta Montana a Submontana com cobertura florestal preservada. As áreas da APA Serra da Meruoca e ARIE Mata da Bica apresentam uma baixa riqueza de espécies, com parte delas comuns a áreas com condições semiáridas. No entanto devido a presença de corpos hídricos perenes, como fontes e riachos, foi possível encontrar espécies associada a condições mais úmidas e sombreadas, como *Blechnum occidentale*, *Adiantum raddianum* e *Cyclodium meniscioides*.

O Parna de Ubajara apresentou uma riqueza maior que as demais áreas inventariadas, com uma composição florística típica de ambientes úmidos, como a de áreas de Floresta Atlântica, no entanto, apesar de reconhecido como um “brejo de altitude”, as áreas do Parna de Ubajara apresentaram uma riqueza inferior (30 spp.) a outras Florestas Montanas no estado do Ceara. O levantamento florístico apresentou um novo registro (*Nephrolepis cordifolia*) para o estado do Ceará e recoletou *Adiantum patens*, uma espécie com distribuição limitada a algumas áreas no Brasil.

A análise de pambiogeografia gerou traços generalizados compatíveis com rotas para a distribuição de espécies entre as florestas úmidas da América do Sul. Estes traços apresentaram distribuição por áreas de Cerrado e Caatinga, ocorrendo por florestas de galerias e encraves em serras e montanhas. Também foram registrados traços generalizados por áreas de transição ou de florestas mistas como a mata dos cocais e o pantanal. Estas áreas disjuntas de florestas úmidas são indicadas em estudos avaliando as relações florísticas entre a Floresta Atlântica e Amazônica como pontes que possibilitaram a troca de espécies. Foram registradas espécies com distribuição disjuntas (*Adiantum cajennense* e *Polytaenium guayanense*) ocorrendo entre a Floresta Amazônica e com a Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco).

Os resultados dos modelos de paleodistribuição dos biomas indicam a presença das formações que compõem o arco pleistocênico durante os dois períodos estudados. A Caatinga e o Chaco foram as unidades fitogeográficas que apresentam uma distribuição mais uniformes ao longo dois períodos em comparação com o Cerrado. As Florestas Úmidas sofreram influência das flutuações climáticas que durante o Último Máximo Glacial apresentaram retração em sua distribuição, porém os modelos gerados não demonstraram retrações ao ponto de formar núcleos isolados na Floresta Amazônica, como indicado pelas hipóteses dos refúgios. A Floresta Atlântica

também apresentou retração em sua distribuição, formando três núcleos principais, na região Nordeste, entre Alagoas e Paraíba, no Sudeste da Bahia, e uma grande porção na região Sul e Sudeste do Brasil, no leste do Paraguai e na província de Misiones na Argentina.

Os modelos gerados para a paleodistribuição dos biomas na região Neotropical corroboram o resultado da análise de panbiogeografia, pois indicam que as rotas apresentadas com base na distribuição de espécies de Pteridaceae são viáveis devido a presença de remanescentes de Floresta Atlântica durante o Último Máximo Glacial e Holoceno Médio. Os resultados observados nos modelos de paleodistribuição também corroboram aspectos gerais relacionados com a distribuição das samambaias e licófitas no Brasil:

- A flora de samambaias distinta entre a porção sul e norte da Floresta Atlântica, com um número maior de espécies no Sudeste está relacionada as condições climáticas mais amenas na região, como também a uma maior ocorrência de áreas de estabilidade, como previsto pelos modelos de paleodistribuição.
- As áreas de estabilidade também são compatíveis com regiões que anteriormente foram identificadas como de elevada riqueza de samambaias. Tais quais a Estação Ecológica de Murici, o Maciço de Baturité, a região da Serra do Mar, e parte do Parque Nacional de São Joaquim, o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, a Serra da Mantiqueira. A estabilidade mantida por estes ambientes poderia propiciar um maior estabelecimento de espécies, justificando assim a sua elevada riqueza de samambaias.

Apêndices



Figura 1 – Delimitação das ecorregiões segundo Dinerstein et al., (2017)

Figura 1 - Continuação -Delimitação das ecorregiões segundo Dinerstein et al., (2017).



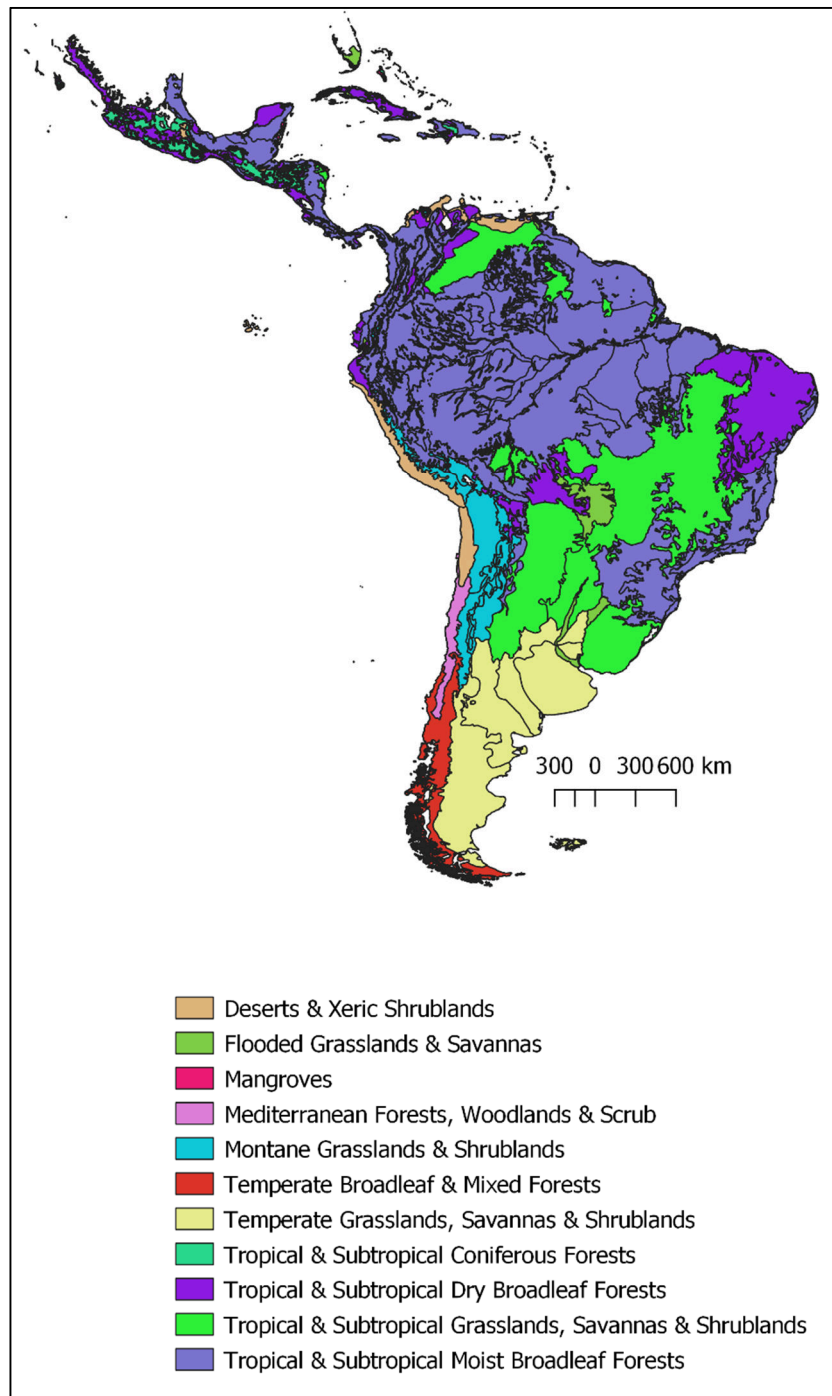


Figura 2 – Delimitação dos biomas ocorrentes na região Neotropical conforme Dinerstein et al., (2017).



Figura 3 – Sub-regiões da Região Neotropical (Morrone 2017). Dados adaptados de Löwenberg-Neto (2014).



Figura 4 - Domínios da Região Neotropical (Morrone 2017). Dados adaptados de Löwenberg-Neto (2014).

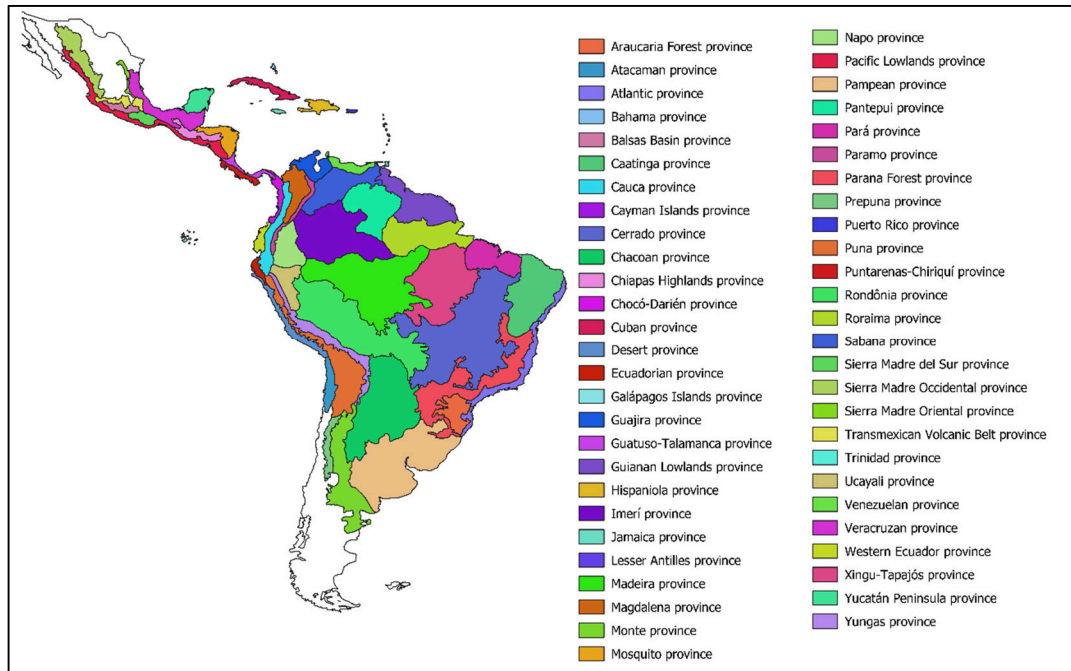


Figura 5 - Províncias da Região Neotropical (Morrone 2017). Dados adaptados de Löwenberg-Neto (2014).

Anexos

Author guidelines – *Oecologia Australis*

Oecologia Australis publishes manuscripts in Ecology and related topics, without any cost to authors, and with complete open access content to all readers. Submission of articles is electronic, running directly from our website (<https://revistas.ufrj.br/index.php/oa>) via submission form. Manuscripts are accepted in three languages: Portuguese, English and Spanish.

The journal welcomes the submission of manuscripts that meet the general criteria of significance and scientific excellence. Topics of interest include:

- 1- Organismal ecology (ecophysiology, animal behavior, natural history, evolutionary biology of organisms)
- 2-Population ecology
- 3-Community and metacommunity ecology
- 4-Macroecology
- 5-Biogeography
- 6-Ecosystem ecology
- 7-Limnology
- 8-Oceanography
- 9-Conservation biology
- 10-Landscape ecology
- 11-Species Management
- 12-Environmental education
- 13-Environmental management
- 14-Species list and geographic distribution expansion records

Submission preparation checklist

As part of the submission process, authors are required to check off their submission's compliance with all of the following items. Submissions that do not adhere to these guidelines will be returned to authors.

1. The contribution must be original and unpublished, and must not be under review in any other journal;

It is mandatory to formally declare that experiments involving humans or laboratory animals were conducted according to institutional and national ethic guidelines that standardize it in scientific studies. Authors should also report in the methods section license numbers and permits from competent institutions;

Manuscripts not written in the native language of authors must be reviewed by a native speaker before submission. In addition, the editor may request manuscripts to be reviewed by a native speaker before publication;

Before submitting, consider the range of interest of your manuscript. Original Articles, Opinions, Reviews and Scientific Notes addressing broad topics in Ecology need maximum permeability in scientific groups to reach their full potential. If this is your case, consider submitting an English version of your manuscript;

Pay attention to submission process deadlines. Before accepted articles are published, authors

receive proof versions that should be reviewed and returned to editors within 48 hours. At this stage, authors should review the manuscript searching for inconsistencies regarding text layout, figure and table positioning, as well as typos. After this period, changes are not allowed. After the corresponding author returns the corrected proof to the editor, new corrections will not be considered;

Name as an author just who has made intellectual contributions to your manuscript. *Oecologia Australis* discourages excessive number of authors. Field assistants, technicians and research group fellows should not be included in the authorship just by being part, e.g., in research projects. This configures scientific production artificial inflation and it is against *Oecologia Australis* ethical principles. These people should be acknowledged for their help in the properly section of the manuscript.

1. The manuscript and figure files must not be larger than 2Mb during submission. If the manuscript is accepted, the editor will contact the authors and request figures to be sent in high resolution by e-mail; in this case, files can be larger than 2Mb, but files larger than 20Mb will not be accepted.

Author guidelines

To start the process, the corresponding author should register and follow guidelines for submission.

The manuscript should be accompanied by a cover letter clearly stating that:

- (1) all authors have seen and approved the submitted manuscript; the correspondent author must signed the cover letter and will be responsible for the other authors;
- (2) the manuscript has not been published;
- (3) the manuscript has not been submitted simultaneously in other journal(s); and
- (4) provide names along with institutional affiliation and contact details of 5 (five) independent referees.

The letter must be sent as digital file to the journal, by using "supplementary files" field in the submission form. The cover letter indicates that authors acknowledge the authorship of the manuscript and agree with the rules presented here. **The submission will not be considered without the inclusion of the cover letter.**

All submitted manuscripts will be evaluated in a double-blind peer-review process. If accepted, the article will be published in the following issues, following a schedule established by the editors considering topic relevance, article type, and submission/acceptance order. The content of Opinions does not reflect the point of view of *Oecologia Australis*; it is civil and intellectual responsibility of authors. Published articles are free of charge for authors and fully available/indexed in Google, Google Scholar, Scopus / Elsevier, SEER /

IBICT, Scientific Commons, Dialnet Latindex, Zoological Record and BIOSIS Previews databases.

Sections

1. Original Articles

Original articles should present novel results of ecological research. Emphasis is placed on concise, clear articles presenting important ecological phenomena, hypothesis testing, development of new techniques, species lists and new approaches. We discourage submission of articles that are purely descriptive. Species list must contain a discussion about the ecological relevance of its records and variation in species richness and composition. The insertion of geographical coordinates is mandatory, such as the number of voucher specimens for records of geographical expansion or first records. How the species were identified must be explicit in the Material and Methods section, and preferably aided by the inclusion of photos. The sample effort carried out for each group or taxon should be according to the size of the sampled area and analysis such rarefaction curves or other estimators must be provided. Manuscripts for this section should be divided into Abstract, Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements and References. We will not accept manuscripts with the results and discussion written together as a single section. Original articles do not have a separated section Conclusion. Maximum length allowed is 6,000 words (Introduction to References, Figures and Tables legends, and Tables). Abstracts should have up to 300 words.

2. Short communications

Scientific Notes report narrow or regional ecological results, with local application or restricted theoretical and/or practical consequences. Except for Abstract, Acknowledgements and References, the text does not have section divisions. Manuscripts should have between 1,500 and 3,000 words and a short Abstract up to 150 words.

3. Reviews

Reviews should be comprehensive, synthetic papers that establish new benchmarks in Ecology. Authors should bring critical and interpretive views of a particular subject, fundamental to the understanding of ecological principles. Reviews should be more than simple 'state of the art' articles. Rather than focusing only on the recent literature and highlighting trendy topics, Reviews should reflect the development of a topic and encompass relevant natural history, observational and experimental data, analyses, models, and theory. Author(s) may also present future directions for the research field; it is expected that authors can bring their own view or novel interpretation to the research field. Reviews should not exceed 8,000 words. The review must have Introduction, Material and Methods and Conclusion. Additional sections are optional (e.g. Results, Discussion). Abstracts should have up to 300 words.

4. Opinions

Opinions must bring to readers novel insights and opinions regarding current and controversial topics in Ecology. Manuscripts in this section have no division. Acknowledgement and Reference sections can be used, if appropriate. Maximum length allowed is 1,500 words. The main objective of this section is to promote a broad discussion among researchers. Abstracts should have up to 150 words.

General rules

Authors must format the manuscript at the time of submission following the general rules below.

First page:

1. Title:

Up to 20 words (capitals, no italics, 13-point font, bold, Times New Roman, centralized).

2. Authors and affiliations

Avoid excessive number of authors. All names of authors should be written in full (name, middle name and surname), in lower case, 12-point font, Times New Roman, italic, centralized. Identify authors with superscript numbers corresponding to institutional affiliation. Separate names with commas, except for the last two, which may be linked with an "&".

Affiliation should be placed immediately below, in lower case, 8-point font, Times New Roman, left aligned, double-spaced. Affiliation information should be filled with institution, research division, department, graduate program, research group or laboratory, street, PO box, city, state (acronym), country, postal code, in this order. Include all authors' names, as well as e-mails, and mark the corresponding author name with an asterisk. Once the corresponding author is indicated, it is not necessary to repeat the mark on the e-mail list.

3. Running title

Please provide a short running title up to 65 characters (with spaces). Use lower case except in the first letter of each noun, 12-point font, Times New Roman, italic, centralized.

Example first page:

**POSTURAL CLIMBING BEHAVIOUR OF
DIDELPHID MARSUPIALS: PARALLELS
WITH PRIMATES**

Vanina Zini Antunes¹, Ana Cláudia Delciellos¹ & Marcus Vinícius Vieira^{1}*

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, Laboratório de Vertebrados, CP 68020, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. CEP: 21941-902

E-mails: vaninaantunes@gmail.com;
anadelciellos@yahoo.com.br; mvvieira@biologia.ufrrj.br

Running title: *Climbing Behaviour of Marsupials*

Second page:

1. Abstract

Please provide the abstract of your manuscript. Manuscripts written in Portuguese or Spanish require a second title and abstract in English. See "Sections" above to word limit. Use 11-point font, Times New Roman, left aligned, double-spaced.

2. Keywords

Up to five keywords in alphabetical order must be provided, separated by semicolon. These must be different from those in the title of the manuscript

Example: landscape ecology; metacommunity; Rodentia; small mammals.

Next pages:

1. Titles, subheadings, sub-items, and text

Set all margins at 2 cm width. The text, including quotations, figure and tables legends, and references, should be in lower case, double-spaced, with 11-point font, Times New Roman, left aligned, and no spaces between paragraphs. Page footnotes are not allowed. Do not hyphenate; names and phrases in Latin or foreign languages should be italicized, not underlined. Manuscripts (text, tables, figure legends, etc) must be submitted as Word file, except figures. Pdf files will not be accepted.

Oecologia Australis accepts up to three (3) levels of organization in the manuscript (title, subheadings and sub-items). Separate the three levels with a line space;

- The **TITLE OF THE ARTICLE** should be in capital letters, Times New Roman, size 13, bold and centered. Separate authors' names and title with a two-line space;
- **SUBHEADINGS** (e.g. **INTRODUCTION**) should be in capital letters, Times New Roman, size 11, bold, left aligned;
- *Sub-Item I* (e.g. *Study area*) must be in lower case, Times New Roman, size 11, italic, left aligned.
- Sub-Items II (e.g. Study area 1) may be present and must be in lower case, Times New Roman, size 11, underlined, and left aligned.

2. Manuscript sections

Introduction: The topic of the study should be succinctly described in appropriate context along with the study questions, well-defined objectives and expectations/hypotheses to be evaluated.

Material and Methods, Results: Please describe the study area, all procedures used, including statistical methods (justifying its use with references) and the software used for statistical analyses. For example, if 2-way Analysis of Variance (ANOVA) was used to assess the effects of sex and season, it should be mentioned in Material and Methods, and only the outcomes of those analyses F (with df as subscripts) and p-values should be stated in the Results. All details of statistical outcomes should be provided, and degrees of freedom must be reported as subscripts of test statistics. When using other statistics, such as model selection, inform and justify the models and their choice as well as the complete report of the statistics AIC, Wald, and others. Authors should state the permit numbers for specimen collection and biological inventories in this section. Research equipment should have the notation® in superscript.

Discussion: A broad discussion of ecological implications of the study results should be included as

well as the limitation of the study. Please reiterate the main objectives and hypotheses and highlight the main conclusion (take-home message). A separated section Conclusions is required only for Reviews.

Acknowledgments: Should be included before reference list section, 8-point font, Times New Roman, justified, single-spaced. Use this section to thank anyone who helped you in any way other than in writing, in the theoretical complexity and conclusions of your study. Please, enumerate sources of funding (names in full), including process numbers.

3. References

Paragraphs should have 0.5 cm hanging indent. We encourage the use of bibliography manager software (for example, *Mendeley desktop*, <http://www.mendeley.com/>). References should include, whenever possible, the DOI numbers at the end of citation. The use of the issue number in parenthesis is mandatory. The – symbol should be used instead of - to separate the number of pages. Remove all hyperlinks.

Articles

Einstein, A. 1905. On the electrodynamics of moving bodies. *Annalen Der Physik*, 17(4), 1–26. DOI: 10.1088/0143-0807/27/4/007

Campbell, J. L., & Pedersen, O. K. 2007. The varieties of capitalism and hybrid success. *Comparative Political Studies*, 40(3), 307–332. DOI: 10.1177/0010414006286542

Watson, J. D., & Crick, F. H. C. 1953. Molecular structure of nucleic acids; a structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, 171(4356), 737–738. DOI: 10.1038/171737a0

Acadia, T., Acernese, F., Alshourbagy, M., Amico, P., Antonucci, F., Aoudia, S., & Zhang, Z. 2012. Virgo: a laser interferometer to detect gravitational waves. *Journal of Instrumentation*, 7(03), P03012–P03012. DOI: 10.1088/1748-0221/7/03/P03012

Books

Borges, J. L. 1999. Selected non-fictions. E. Weinberger (Ed.), New York: Viking: p. 559.

Dunnett, N., & Kingsbury, N. 2008. *Planting green roofs and living walls*. 2nd ed. Portland, OR: Timber Press: p. 328.

Hancké, B., Rhodes, M., & Thatcher, M. 2007. *Beyond varieties of capitalism: conflict, contradiction, and complementarities in the European economy*. B. Hancké, M. Rhodes, & M. Thatcher (Eds.), Oxford and New York: Oxford University Press: p. 438.

Book chapters

Mares, I. 2001. Firms and the welfare state: when, why, and how does social policy matter to employers? In: P. A. Hall & D. Soskice (Eds.), *Varieties of capitalism. The institutional foundations of comparative advantage*. pp. 184–213. New York: Oxford University Press.

PhD. Thesis and Master Dissertations

Master and PhD. Thesis may be cited, preferably those which digital format files are properly available from database at the thesis home University. In this

case, web links must be informed in the References section.

Brennand, P. G. de G. 2010. Variação geográfica do gênero *Hylaeamys* Weksler, Percequillo, Voss (2006) (Cricetidae: Sigmodontinae) na Floresta Atlântica. Master thesis. Departamento de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba. p. 214.

Loretto, D. 2012. Ecologia de pequenos mamíferos arborícolas: estado do conhecimento, métodos de amostragem e estudo populacional, com ênfase no bioma da Mata Atlântica. Doctoral thesis. Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. p. 197.

Technical reports

Ahlquist, J. S., & Breunig, C. 2009. Country clustering in comparative political economy. No. 9–5; p. 32. Cologne: Max-Planck Institute for the Study of Societies. Retrieved from www.mpifg.de/pu/mpifg%7B_%7Ddp/dp09-5.pdf

CSL search by example. (n.d.). Retrieved on December 15, 2012, from <http://editor.citationstyles.org/searchByExample/>

Soares, M.L.G. 2002. Diagnóstico de danos causados aos manguezais da baía de Guanabara pelo derramamento de óleo ocorrido em janeiro de 2000. Relatório Técnico. Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMADS), Rio de Janeiro. p. 270.

Projeto PLANÁGUA SEMADS, & GTZ de Cooperação Técnica Brasil - Alemanha. 2001. Bacias hidrográficas e rios fluminenses - Síntese informativa por macrorregião ambiental. p. 741a. ed. SEMADS, Rio de Janeiro, RJ.

Normative acts, resolutions, regulations, among others

According to NBR 6023 ABNT, 2002 (Brazilian Technical Standards Association): "The essential elements are: jurisdiction (or entity header, if it is standards), title, number, date and publication data. In the case of Constitutions and its amendments, among the name of the jurisdiction and the title, the word Constitution, followed by the year promulgation of the year in parentheses should be added. "If available on the Internet, enter the url address and the date of access (month, day, year).

Brasil. 1943. Decreto-lei no 5.452, de 1 de maio de 1943. Lex: coletânea de legislação: edição federal, São Paulo, Brasil.

Brasil. 2003. Presidência da República. Grupo de Trabalho Interministerial. Bases para o enfrentamento da crise emergencial das universidades federais e roteiro para a Reforma Universitária Brasileira. Brasília, DF. (Retrieved on August 11th, 2017, from <http://www.sintunesp.org.br/refuniv/GT-Interministerial%20-%20Estudo.htm>).

Personal communication and unpublished data

Oecologia Australis discourages authors to use such reference, except in special cases, essential to the understanding of the manuscript results and conclusions. When necessary, personal communications or unpublished data must be

informed in the text only as follows: "[...] J. D. Santos (personal communication)" or "[...] J. D. Santos (unpublished data)."

Software and Models

The valid reference is the published paper that originally explains how to use the software, or describes the model. In the body text, inform the article reference. In the reference list, include the complete reference following the style already described above. Example: "[...] used the software SAM (Rangel *et al.* 2006)."

Abstracts published in congresses and other types of scientific meetings

Unpublished material as reference, such meeting communications and conference proceedings, will not be accepted.

4. In-text citations

In-text citations to the literature should be cited first chronologically and then by author's surname followed by year of publication, lower case, for example: Walstad *et al.* (1970), Odum (1983), Margulis & Sagan (2002). Use a comma to separate different citations, for example: (Tencaten 1989, Silva & Costa 1993, Carmo *et al.* 2009) and different citations of the same author (*e.g.* Wetzel 1990, 1995). When references are made to more than one published study in the same year by the same author, use lower case letters to distinguish them (*e.g.* Wetzel 1983a, 1983b).

Literal Transcriptions

These citations, of any extension, must be delimited by double quotation marks followed by the data and the reference consulted, *i.e.*, name(s) of author(s), year of publication, page. The transgression of this rule implies plagiarism.

Example: "Despite all the controversies, biologists continue to generalize. Not only in textbooks but also in specialized journals, biological generalizations and implications are presented and discussed all the time. It is evident, therefore, that empirical generalizations play important roles in research and scientific understanding of the biological world" (El-Hani 2006, p. 19).

Indirect transcriptions

Avoid it. However, *Oecologia Australis* may accept indirect citation of original material, unavailable to consultation, and essential to manuscript conclusions. In these cases, the Latin word *apud* must be used. Include only the consulted study in literature section, in the example's case, Gall & Crandell (2008).

Example: "The results suggest that the current distribution of honeybees in the New World reflects niche breadth of originally introduced subspecies (Wales 1939 *apud* Gall & Crandell 2008)."

Acronyms and Abbreviations

The meaning of acronyms should be informed the first time it appears in the text. Avoid using abbreviations. Where necessary, make sure to follow typical native speakers use. In Table and Figure legends present it unabbreviated, with acronyms and abbreviations in

parentheses. Use the abbreviation "vs." in italics, both the text and figures and tables, to mean *versus*.

5. Figures and tables

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Reference to original source should be included in the legend and into the reference list.

Tables and Figures should be labelled with lowercase, Arabic numerals at the upper, left side of the figure, bold [example: **a**], and in single-spaced lines. Legends should be presented in the original language of the article (10-point font, Times New Roman, justified). Tables and Figures from articles written in Portuguese or Spanish require a second legend and footnotes in English (italicized). Tables are labelled in the top while Figures are on the bottom. Accompanying notes to tables should come below it, using the same font size as the source table, but in single-spaced lines. Text within figures should be 10-14 point to ensure legibility. Authors must indicate where Tables and Figures are to be placed in the text. Tables should not exceed 16.5 x 24.0 cm; first column must be justified or left aligned. Use 10-point font, Times New Roman, justified or centralized for table contents. Insert tables at the end of the main text with the title, and built it using the "Table" option of MS Word processor or any open-source application (and not typed "manually" or pasted from spreadsheet programs). Tables must contain only horizontal borders at the beginning and end of the table and to separate headings from data. Do not use vertical lines. It is important that the information be presented in an organized fashion, and, in this respect, horizontal lines must be used sparingly.

There is not a limit for the number of Figures, but only strictly necessary material may be accepted. Figures should be submitted as individual files on supplementary files in TIFF or PNG format. Figures in JPEG format in high resolution (*e.g.*, greater than 800 x 800 pixels and 600 dpi) can be accepted. Figures have no outer margins or lines. If the figure has outer margins or lines, authors will be required to correct them. Colored figures are published at no cost. Authors must be aware that figure symbols must be large enough to be readable after reduction in size in the final publication. If the manuscript is accepted, figures in high resolution will be requested and the files must be sent by e-mail if they have more than 2MB. Files with more than 20Mb will not be accepted.

Do not use passive and indicative sentences when refer to Tables and Figures in the text. Instead of "As we can see in Figure 2, the number of [...]" use "The rainfall was higher between September and March (Figure 2)." Figures and Tables should bring information with minimum dependence to the text, legends should be self-explanatory, and that information should not be, under any circumstances, redundantly described in the text.

6. Appendices and supplementary material

The Supplementary material is not essential to understand the manuscript and must be submitted in a separated file that will not be sent to referees and will not be diagrammed. Additional information not essential for understand the study, but that brings important or complementary information (vouchers number, geographical coordinates list, etc) can be submitted as Appendix (*e.g.*, Appendix 1, Appendix 2) at the end of the manuscript file.

7. Scientific names

The scientific names should be highlighted with italics. The first appearance of a species name in the text should be followed by Order and Family names into parenthesis. Other situations should follow the *International Code of Zoological Nomenclature* (<http://iczn.org/code>) or the *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi, and Plants* (<http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>). After the first appearance, the generic epithet can be abbreviated. At the beginning of sentences, tables and figures the species name should be spelled out, especially in subtitles, making them independent of body text. Do not add the name and year of species authorship both in text and tables.

Units

The format of all numbers and units adopted by *Oecologia Australis* follow the International Metric System and the Brazilian National Standards Organization (http://www.bipm.org/utis/common/pdf/si_brochure_8_en.pdf). P-values are shown as "p"; degrees of freedom = df; sample size = N; standard deviation = SD. Geographic coordinates must be in degree, minute and seconds, follow by *datum* (*e.g.*, 22^o11'33.5"S, 44^o11'33.5"W, *datum* SAD69). For hours do not use AM and PM, but provide hour and minutes as follow: 20:40 h; 02:31 h; 12:50 h; 14:40 h.

8. Contact

If you have any question, please send an email to the Editor in chief: oecologiaaustralis@gmail.com

Author guidelines – Phytokeys

Main Text

Title: The title should be in a sentence case (only scientific, geographic or person names should be with a first capital letter, i.e. *Elater ferrugineus* L., Germany, etc.), and should include an accurate, clear and concise description of the reported work, avoiding abbreviations.

Authors and Affiliations: Provide the complete names of all authors, and their addresses for correspondence, including e.g., institutional affiliation (e.g. university, institute), location (street, boulevard), city, state/province (if applicable), and country. One of the authors should be designated as the corresponding author. It is the corresponding author's responsibility to ensure that the author list, and the individual contributions to the study are accurate and complete. If the article has been submitted on behalf of a consortium, all consortium members and their affiliations should be listed after the **Acknowledgements** section.

Abstract and Keywords: Please have your abstract and keywords ready for input into the submission module.

Body Text: All papers should be in grammatically correct English. Non-native English speaking authors are required to have their manuscripts checked by a native English speaker prior to submission. Use either British/Commonwealth or American English provided that the language is consistent within the paper. A manuscript must be written with precision, clarity, and economy, preferably in passive voice. The tense used should be consistent throughout the manuscript, conventionally written in the past tense. Avoid the use of parenthetical comments and italics or bold for emphasis. This journal discourages the use of quotation marks except for direct quotations, words defined by the author, and words used in unusual contexts. Short quotations should be embedded in the text and enclosed in double quotation marks ("). Long quotations should be on a separate line, italicized, but without quotation marks. Single quotation marks are to be used only for a quotation that occurs within another quotation.

Spacing, Fonts, and Page Numbering: Single-space all material (text, quotations, figure legends, tables, references, etc.). Separate paragraphs with a blank line. Use a 12-point font (preferably Times New Roman or Arial).

Capitals: First capital letters should be used only in the beginning of a sentence, in proper names and in headings and subheadings, as well

as to indicate tables, graphs and figure/s within the text. Software programmes should be written with capital letters (e.g., ANOVA, MANOVA, PAUP).

Italicization/Underlining: Scientific names of taxa of species and genera, long direct quotations and symbols for variables and constants (except for Greek letters), such as p, F, U, T, N, r, but not for SD (standard deviation), SE (standard error), DF (degrees of freedom) and NS (non significant) should be italicized. These symbols in illustrations and equations should be in italics to match the text. Italics should **not** be used for emphasis, and not in abbreviations such as e.g., i.e., et al., etc., cf. Underlining of any text is not acceptable.

Abbreviations: Abbreviations should be followed by '.' (full stop or period; for instance: i.e., e.g., cf., etc.). In general a full stop should not be added at the end of abbreviated words if the last letter of the abbreviation is the same as the last letter of the full word. For example, you should abbreviate "Eds", "Dr", "Mr" without full stop at the end. The abbreviation of circa can be either ca. or c. - this is an exception to the rule. All measures, for instance mm, cm, m, s, L, should be written without full stop.

On the use of dashes: (1) Hyphens are used to link words such as personal names, some prefixes and compound adjectives (the last of which vary depending on the style manual in use) (2) En-dash or en-rule (the length of an 'n') is used to link spans. In the context of PhytoKeys numerals, sizes, dates and page numbers (e.g., 1977–1981; figs 5–7; pp. 237–258), in addition to geographic or name associations (Murray–Darling River; a Federal–State agreement), should be separated with an en-dash. (3) Em-dash or em-rule (the length of an 'm') should be used rarely, its most common use is for introducing a subordinate clause in the text, much as parentheses are used. In contrast to parentheses an em-dash can be used singly. En-dashes and em-dashes should not be spaced.

Footnotes: Avoid footnotes in the body text of the manuscript. It is always possible to incorporate the footnote into the main text by rewording the sentences, which greatly facilitates reading. Additionally, footnotes are not always handled well by the journal software, and their usage may cause your submission to fail. Footnotes are acceptable only below tables; instead of numbers, please use (in order): †, ‡, §, ¶, #, ††, ‡‡, §§, ||, ¶¶, ##.

Geographical coordinates: We strongly recommend that authors present geographical coordinates as taken from GPS or online gazetteer, or georeferencer. Geographical

coordinates must be listed in one of the following formats and should be consistent in format through the text:

Definition: The locality consists of a point represented by coordinate information in the form of latitude and longitude. Information may be in the form of

- Degrees, Minutes and Seconds (DMS),
- Degrees and Decimal Minutes (DDM), or
- Decimal Degrees (DD).

Records should also contain a hemisphere (E or W and N or S) or, with Decimal Degrees, minus (–) signs to indicate western and/or southern hemispheres.

Examples:

- Example 1: 36° 31' 21" N; 114° 09' 50" W (DMS)
- Example 2: 36° 31.46'N; 114° 09.84'W (DDM)
- Example 3: 36.5243° S; 114.1641° W (DD)
- Example 4: –36.5243; –114.1641 (DD using minus signs to indicate southern and western hemispheres)

We **strongly recommend** the use of Example 2 (the DDM format). The other three are also possible but will be recalculated to DDM during the process of online mapping from the HTML version of the paper.

The only restriction on format is in creating a KML (Keyhole Markup Language) file. KML latitudes and longitudes must be in the DD format shown above in Example 4.

Units: Use the *International System of Units* (SI) for measurements. Consult *Standard Practice for Use of the International System of Units* (ASTM Standard E–380–93) for guidance on unit conversions, style, and usage. When preparing text and figures, note in particular that (1) SI requires the use of the terms mass or force rather than weight; (2) when one unit appears in a denominator, use the solidus (/); for two or more units in the denominator, use negative exponents; and (3) use capital L as an abbreviation for the volumetric measure of litre.

Statistics: Use leading zeroes with all numbers, including probability values (e.g., $P < 0.001$).

For every significant F–statistic reported, provide two df values (numerator and denominator). Whenever possible, indicate the year and version of the statistical software used.

Web (HTML) links: Authors are encouraged to include links to other Internet resources in their article. This is especially encouraged in the reference section. When inserting a reference to a web-page, please include the **http://** portion of the web address.

Headings and subheadings: Main headings: The body text should be subdivided into

different sections with appropriate headings.

Where possible, the following standard headings should be used: **Introduction, Methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References**. These headings need to be in bold font on a separate line and start with a first capital letter. Please do not number headings or subheadings.

- **Introduction** – The motivation or purpose of your research should appear in the Introduction, where you state the questions you sought to answer, and then provide some of the historical basis for those questions.
- **Methods** – Provide sufficient information to allow someone to repeat your work. A clear description of your experimental design, sampling procedures, and statistical procedures is especially important in papers describing field studies, simulations, or experiments. If you list a product (e.g., animal food, analytical device), supply the name and location of the manufacturer. Give the model number for equipment used. Supply complete citations, including author (or editor), title, year, publisher, and version number, for computer software mentioned in your article.
- **Results** – Results should be stated concisely and without interpretation.
- **Discussion** – Focus on the rigorously supported aspects of your study. Carefully differentiate the results of your study from data obtained from other sources. Interpret your results, relate them to the results of previous research, and discuss the implications of your results or interpretations. Point out results that do not support speculations or the findings of previous research, or that are counter-intuitive. You may choose to include a Speculation subsection in which you pursue new ideas suggested by your research, compare and contrast your research with findings from other systems or other disciplines, pose new questions that are suggested by the results of your study, and suggest ways of answering these new questions.
- **Conclusion** – This should state clearly the main conclusions of the research and give a clear explanation of their importance and relevance. Summary illustrations may be included.
- **References** – The list of References should be included after the final section of the main article body. A

blank line should be inserted between single-spaced entries in the list.

Authors are requested to include links to online sources of articles, whenever possible!

Where possible, the standard headings should be used in the order given above. Additional headings and modifications are permissible.

Subordinate headings: Subordinate headings (e.g. *Field study and Simulation model or Counts, Measurements and Molecular analysis*), should be left-justified, italicized, and in a regular sentence case. All subordinate headings should be on a separate line.

English Language Editing

This journal has well-defined policies for English language editing. Involving mandatory outsourced language editing services would considerably increase the price of the Article Processing Charges, which would become an additional obstacle for persons and institutions to publish in the journal. Therefore we rely both on the conscience of our authors to provide stylistically written texts and our editors and reviewers to filter out badly written manuscripts.

Manuscripts must be submitted in English.

Authors should confirm the English language quality of their texts or alternatively request thorough linguistic editing prior to peer-review at a price. Manuscripts written in poor English are a subject of rejection prior to peer-review. Authors have to confirm by checking a tick box in the submission process that they have followed the above requirement:

I confirm that the use of English language in this manuscript is proficient. I am aware that manuscripts in poor English will be rejected prior to peer-review.

The submission process includes an option to request a professional linguistic and copy editing at a price of **EURO 15 per 1800**

characters:

I would like to request thorough linguistic editing prior to peer review at a price. I agree to cover the costs even if my manuscript is not accepted for publication.

Citations and References

Citations within the text: Before submitting the manuscript, please check each citation in the text against the References and vice-versa to ensure that they match exactly. Citations in the text should be formatted as follows: Smith (1990) or (Smith 1990), Smith et al. (1998) or (Smith et al. 1998) and (Smith et al. 1998, 2000, Brock and Gunderson 2001, Felt 2006).

References: It is important to format the references properly, because all references will be linked electronically as completely as possible to the papers cited. It is desirable to add

a DOI (digital object identifier) number for either the full-text or title and abstract of the article as an addition to traditional volume and page numbers. If a DOI is lacking, it is recommended to add a link to any online source of an article. Please use the following style for the reference list (or download the **PhytoKeys** EndNote style): here

Published Papers:

Smith AR, Pryer KM, Schuettpelz E, Korall P, Schneider H, Wolf PG (2006) A classification for extant ferns. *Taxon* 55(3): 705–731.

Accepted Papers:

Same as above, but "in press" appears instead the year in parentheses.

Knapp S (in press) New species of *Passiflora* (Passifloraceae) from Amazonian Ecuador. *Novon*.

Electronic Journal Articles:

Agosti D, Egloff W (2009) Taxonomic information exchange and copyright: the Plazi approach. *BMC Research Notes* 2: 53. doi: 10.1186/1756-0500-2-53

Paper within conference proceedings:

Kress WJ, Specht CD (2005) Between Cancer and Capricorn: phylogeny, evolution, and ecology of the tropical Zingiberales. In: Friis I, Balslev H, (Eds) *Proceedings of a symposium on plant diversity and complexity patterns – local, regional and global dimensions*. Biologiske Skrifter, The Royal Danish Academy of Sciences and Letters, Copenhagen, 459-478.

Book chapters:

Mayr E (2000) The biological species concept. In: Wheeler QD, Meier R (Eds) *Species Concepts and Phylogenetic Theory: A Debate*. Columbia University Press, New York, 17–29.

Books:

Heywood VH, Brummitt RK, Culham A, Seberg O (2007) *Flowering Plant Families of the World*. Kew Publishing, 1–424.

PhD thesis:

Stahlberg D (2007) *Systematics, phylogeography and polyploid evolution in the *Dactylorhiza maculata* complex (Orchidaceae)*. PhD Thesis, Lund University, Sweden.

Link/URL:

BBC News: Plants 'can recognise themselves'. http://news.bbc.co.uk/earth/hi/earth_news/newsid_8076000/8076875.stm [accessed 25.06.2010]

Citations of Public Resource Databases:

It is highly recommended all appropriate datasets, images, and information to be deposited in public resources. Please provide the relevant accession numbers (and version numbers, if appropriate). Accession numbers should be provided in parentheses after the

entity on first use. Examples of such databases include, but are not limited to:

- IPNI (www.ipni.org)
- Index Fungorum (www.indexfungorum.org)
- LIAS (www.liasnames.lias.net)
- Morphbank (www.morphbank.net)
- Genbank (www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank)
- BOLD (www.barcodinglife.org)

Providing accession numbers to data records stored in global data aggregators allows us to link your article to established databases, thus integrating it with a broader collection of scientific information. Please hyperlink all accession numbers through the text or list them directly **after the References in the online submission manuscript**.

All journal titles should be spelled out completely and should **not** be italicized. Provide the publisher's name and location when you cite symposia or conference proceedings; distinguish between the conference date and the publication date if both are given. Do not list abstracts or unpublished material in the References. They should be quoted in the text as personal observations, personal communications, or unpublished data, specifying the exact source, with date if possible. When possible, include URLs for articles available online through library subscription or individual journal subscription. URLs should not be given for articles that are posted on personal non-institutional websites. Authors are encouraged to cite in the References list the publications of the original descriptions of the taxa treated in their manuscript.

Illustrations, Figures and Tables

Figures and illustrations are accepted in the following image file formats:

- **EPS** (preferred format for diagrams)
- **TIFF** (at least 300dpi resolution, with LZW compression)
- **PNG** (preferred format for photos or images)
- **JPEG** (preferred format for photos or images)
- **GIF**
- **BMP**

Should you have any problems in providing the figures in one of the above formats, or in reducing the file **below 20 MB**, please contact the Editorial Office at phytokeys@pensoft.net

Figure legends: All figures should be referenced consecutively in the manuscript; legends should be listed consecutively immediately after the References. For each figure, the following information should be provided: Figure number (in sequence, using

Arabic numerals – i.e. Figure 1, 2, 3 etc.); short title of figure (maximum 15 words); detailed legend, up to 300 words.

Please note that it is the responsibility of the author(s) to obtain permission from the copyright holder to reproduce figures or tables that have previously been published elsewhere.

On the use of Google Maps

Please do **NOT** use maps produced by Google Earth and Google Maps in your publications, as these are subject of copyright! Here is an excerpt from Google Maps/Earth Additional Terms of Service:

Restrictions on Use. Unless you have received prior written authorization from Google (or, as applicable, from the provider of particular Content), you must not: (a) copy, translate, modify, or make derivative works of the Content or any part thereof; (b) redistribute, sublicense, rent, publish, sell, assign, lease, market, transfer, or otherwise make the Products or Content available to third parties; (c) reverse engineer, decompile or otherwise attempt to extract the source code of the Service or any part thereof, unless this is expressly permitted or required by applicable law; (d) use the Products in a manner that gives you or any other person access to mass downloads or bulk feeds of any Content, including but not limited to numerical latitude or longitude coordinates, imagery, and visible map data; (e) delete, obscure, or in any manner alter any warning or link that appears in the Products or the Content; or (f) use the Service or Content with any products, systems, or applications for or in connection with (i) real time navigation or route guidance, including but not limited to turn-by-turn route guidance that is synchronized to the position of a user's sensor-enabled device; or (ii) any systems or functions for automatic or autonomous control of vehicle behavior; (g) use the Products to create a database of places or other local listings information.

Tables: Each table should be numbered in sequence using Arabic numerals (i.e. Table 1, 2, 3 etc.). Tables should also have a title that summarizes the whole table, maximum 15 words. Detailed legends may then follow, but should be concise.

Small tables can be embedded within the text, in portrait format (note that tables on a landscape page must be reformatted onto a portrait page or submitted as additional files). These will be typeset and displayed in the final published form of the article. Such tables should be formatted using the 'Table object' in a word processing program to ensure that columns of data are kept aligned when the file is sent electronically for review. Do not use tabs to format tables or separate text. All columns and

rows should be visible, please make sure that borders of each cell display as black lines. Colour and shading should not be used, commas should not be used in numerical values.

Larger datasets can be uploaded separately as Supplementary Files. Tabular data provided as supplementary files can be uploaded as an Excel spreadsheet (.xls), as an OpenOffice spreadsheets (.ods) or comma separated values file (.csv). As with all uploaded files, please use the standard file extensions.

Materials and Methods

In line with responsible and reproducible research, as well as FAIR (Findability, Accessibility, Interoperability and Reusability) data principles, we highly recommend that authors describe in detail and deposit their science methods and laboratory protocols in the open access repository protocols.io.

Once deposited on protocols.io, protocols and methods will be issued a unique digital object identifier (DOI), which could be then used to link a manuscript to the relevant deposited protocol. By doing this, authors could allow for editors and peers to access the protocol when reviewing the submission to significantly expedite the process.

Furthermore, an author could open up his/her protocol to the public at the click of a button as soon as their article is published.

Stepwise instructions:

1. Prepare a detailed protocol via protocols.io.
2. Click **Get DOI** to assign a persistent identifier to your protocol.
3. Add the DOI link to the Methods section of your manuscript prior to submitting it for peer review.
4. Click **Publish** to make your protocol openly accessible as soon as your article is published (optional).
5. Update your protocols anytime.

Supplementary Files

Online publishing allows an author to provide datasets, tables, video files, or other information as supplementary information, greatly increasing the impact of the submission.

Uploading of such files is possible in Step 6 of the submission process.

The maximum file size for each Supplementary File is **20 MB**.

The Supplementary Files will not be displayed in the printed version of the article, but will exist as linkable supplementary downloadable files in the online version.

While submitting a supplementary file the following information should be completed:

- File name

- File format (including name and a URL of an appropriate viewer if format is unusual)
- Title of data
- Description of data

All supplementary files should be referenced explicitly by file name within the body of the article, e.g. 'See supplementary file 1: Movie 1' for the original data used to perform this analysis.

Ideally, the supplementary files should not be platform-specific, and should be viewable using free or widely available tools. Suitable file formats are:

For supplementary documentation:

- **PDF** (Adobe Acrobat)

For animations:

- **SWF** (Shockwave Flash)

For movies:

- **MOV** (QuickTime)
- **MPG** (MPEG)

For datasets:

- **XLS** (Excel spreadsheet)
- **CSV** (Comma separated values)
- **ODS** (OpenOffice spreadsheets)

As for images, file names should be given in the standard file extensions. This is especially important for Macintosh users, since the Mac OS does not enforce the use of standard file extensions. Please also make sure that each additional file is a single table, figure or movie (please do not upload linked worksheets or PDF files that are composed of more than one item).

Taxonomic Treatments

PhytoKeys will publish papers that strictly adhere the rules of the last edition of *International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (ICN)*. To assure this, authors are advised to follow the recommendations below.

Descriptions of new taxa (species and below) should include the following: 1) a short Latin or English diagnosis followed by a full description in English, 2) an illustration (line drawing or photograph) clearly showing the diagnostic characters, 2) a comparison of the new taxon with related taxa with a diagnostic key to identification, if appropriate, 3) a discussion of the distinctive morphological characteristics, ecology, geography, and/or reproductive biology, and 4) a statement on preliminary [at least] conservation status of the taxon being described.

New combinations take the form: New combination (Basionym author(s)) Author(s). Basionym: citation. Other earlier combinations based on the same basionym. Type of the basionym.

Designations of nomenclatural novelties (e.g., sp.nov., comb.nov., etc.) should be in bold and

explicitly mentioned in the abstract and with the description.

Lectotype designations are included together with an indication of where they were designated, the year, and the author as in the *Solanum nitidum* example below. This reference should be listed in the References. If the author of the paper submitted is making the lectotypification, the phrase "designated here" is used (in compliance with the ICN).

For monographic work in which synonymy appears, each synonym should appear on a new line with its type on a separate line. Synonyms are presented in date order (oldest first) and homotypic synonyms are treated as separate entries. Please follow the format below:

Solanum nitidum Ruiz & Pav., Fl. Peruv. 2: 33, tab. 163. 1799.

Fig. 67

Type: Peru. Junín: Tarma, May, June, H. Ruiz & J. Pavón s.n. (lectotype, designated by Knapp 2008c, pg. 320: MA [MA-747147]; isolectotypes: F [F-844722, frag.], G, MA [MA-747146, F neg. 29726]), P [P00366843, P00366844]).

Solanum calygnaphalum Ruiz & Pav., Fl. Peruv. 2: 31. 1799.

Type: Peru. Junín and Huánuco: Tarma and Acomayo, H. Ruiz & J. Pavón s.n. (neotype, designated by Knapp 2008c, pg. 312: MA [MA-747146]).

Solanum gnaphaloides Pers., Syn. 1: 223. 1805, nom. nov. superfl.

Type: Based on *Solanum calygnaphalum* Ruiz & Pav.
Witheringia angustifolia Dunal, Solan. Syn. 2. 1816.

Type: Ecuador. Cotopaxi: Mt. Cotopaxi, A. Humboldt & A. Bonpland 3069 (holotype: P-Bonpl. [P00136351, Morton neg. 8171]).
Solanum rhamnoides Dunal, in DC., Prodr. 13(1): 100. 1852.

Type: Bolivia. Palea [Palca?], A. D'Orbigny 293 (holotype: P [P00507312]; isotype: MO n.v.).

Solanum cotopaxense Dunal, in DC., Prodr. 13(1): 139. 1852.

Type: Based on *Witheringia angustifolia* Dunal
Solanum theresiae Zahlbr., Beih. Bot. Centralbl. 13: 83. 1902.

Type: Bolivia. La Paz: La Paz, Oct 1898, Prinzessin Therese von Bayern s.n. (holotype: M [M0166048, F neg. 6547]).
Use Authors of *Plant Names* (Brummitt and Powell 1992, Royal Botanic Gardens, Kew) for authors of botanical names. Authors should be given the first time a name is mentioned, or alternately in a table where all relevant names are listed (e.g., table of voucher specimens).

References cited only as part of nomenclatural matter and not elsewhere are not included in literature cited; use TL-2 for abbreviations.

Use *Index Herbariorum* acronyms for designations of herbaria.

If specimens are cited, use the following formats:

TYPE: COLOMBIA. Chocó: Municipio Tadó, 10 km de la carretera Tadó-Pereira, 40 m alt., 6 Feb 1989, W.J. Kress & B.E. Echeverry 89-2589 (holotype: US!; isotype: COL!).

Specimens Examined. COSTA RICA.

Cartago: Turrialba, 1500 m, 4 May 1958, A. Brenes 13456 (CR);

Panama. Bocas del Toro: Oleoducto road to Chiriquí Grande, 1500 m, 2 Aug 1974, B.

Hammel 13712 (MO, SEL); **Chiriquí:** Cerro Pando, 2400 m, 23 Aug 1987, S. Knapp 6543

(BM, MO, US); **Veraguas:** Santa Fé, Pacific slope, 1300-1350 m, 5 Jul 1975, T.B. Croat

49061 (A, GH, MO);

Author initials must be presented with type citations, but are optional in the specimens examined section. Either use the exclamation mark (!) to indicate a type specimen has been seen or indicate duplicates that have not been seen by the abbreviation n.v. (non visi).

Countries in the Specimens Examined section can be listed alphabetically or in geographical order; the method used should be explained in the Materials and Methods section.

If the paper presents original data, associated herbarium vouchers are cited. [Vouchers for seed and/or other collections should be included where pertinent. Dependent on the paper, reference to the original wild source may be required.] Vouchers are also cited from common names and uses taken from specimen labels, except if the information is taken from the literature in which case, a literature citation is given.

Herbarium vouchers state the collector and number, herbarium in which the voucher is located, and a clear annotation that the material represents the voucher for the study in question.

If the specimens seen for the study are numerous, selected specimens should be cited and the section entitled *Selected Specimens*

Examined. In this case, all specimens seen for the study should be included in an **Index to Numbered Collections** (or **Exsiccatae**) section that is an Appendix to the main paper. Un-numbered specimens can be listed here, but they are of limited use to curators wanting to identify duplicates (a principal use of exsiccatae lists).

The **Index to Numbered Collections** should be arranged in alphabetical order by collector in the following format:

Ariza Espinar, L. 2798 (*salicifolium*); 2857 (*angustifidum*).

Armitage, F.B. 154/59 (seaforthianum).
 Armstrong, E. 931, 1076, 1152 (umbelliferum).
 Arnett, M. 8088 (umbelliferum).
 Arockiasamy, D.I. 10038 (seaforthianum).
 Aronson, J. 541 (macbridei); 860 (uncinellum).
 Arp, G.K. 4532 (aligerum).
 Arriaga C, R. 389 (aligerum).
 Arsène, G. 2330, 2669, 2894, 5970
 (dulcamaroides); 6424 (triquetrum); 9669
 (dulcamaroides); 10014 (laxum).
 Nucleic acid or protein sequences
 corresponding to equal or greater than 50
 nucleotides are entered into an appropriate data
 bank, e.g., GenBank/EMBL. The accession
 numbers are provided before publication. Long
 sequences (exceeding two pages) will not be
 routinely published in text form, however they
 could be published as supplementary file.
 Recording of New Names With Ipni
 Submission and recording of all new names of
 vascular plants with the International Plant
 Names Index (IPNI) and listing the IPNI
 identifiers (Life Science Identifiers, or LSIDs)
 in the respective papers where the new names
 are published is a mandatory policy of
 PhytoKeys. The submission to IPNI is provided
 by the Editorial Office of PhytoKeys
 simultaneously with the publication process.
 The IPNI LSIDs can be linked directly from the
 PhytoKeys pages, or resolved and the associated
 information viewed through any standard web

browser by appending the LSID contained in
 this publication to the prefix <http://ipni.org/>.
 Listing of IPNI LSIDs in the publication
 ensures two-sided reference link between the
 original publication of the new name and IPNI
 database, as well as to all additional indexers
 using IPNI data, e.g., GBIF.

In addition, the high-resolution, full-color
 printed version of PhytoKeys, which is identical
 to the published PDF, is deposited in the
 Library of the Royal Botanic Gardens, Kew,
 UK, an IPNI partner institution, the Smithsonian
 Institution and Natural History Museum
 London.

Revising your article

Authors **must** submit the revised version of the
 manuscript using Track Changes/Comments
 tools of Word so that the Subject Editor can see
 the corrections and additions.

Authors **must** address all critiques of the
 referees in a response letter to the editor and
 submit it along with the revised manuscript
 through the online editorial system. In case a
 response letter is not submitted by the authors,
 the editor has the right to reject the manuscript
 without further evaluation.

When submitting corrections to proofs (during
 the layout stage), authors **must** upload the
 latest proof (in PDF format) containing their
 revisions as track changes.

Author Guidelines – Australian systematic Botany

Publishing Policies

Australian Systematic Botany insists on high standards of ethical behaviour throughout the publication process. Our journal editors work within the guidelines of the Committee on Publication Ethics (COPE) and International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). Further information on our policies can be found at <http://www.publish.csiro.au/sb/PublishingPolicies>.

Peer review

Australian Systematic Botany is a peer-reviewed journal that uses a single-blind peer-review. The Editor-in-Chief is responsible to maintain high-quality peer-review of papers submitted to the journal and works together with Associate Editors to ensure a thorough and fair peer-review and the highest scientific publishing standards. All submissions undergo preliminary assessment by the Editor-in-Chief, who may reject a paper before peer review when it is outside the journal's scope or is of insufficient quality. Associate Editors select reviewers and after at least two review reports are received, they make the decision whether to accept/reject or send a manuscript for revision. The final decision is made by the Editor-in-Chief.

Authorship

The conditions around authorship for **Australian Systematic Botany** should follow the recommendations of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), for more information see <http://www.publish.csiro.au/sb/PublishingPolicies>.

Licence to publish

For details regarding copyright, please see Copyright/Licence to Publish.

Open access

Authors may choose to publish their paper Open Access on payment of a publication fee. See Open Access for more details.

Journal policy and notes

Papers will be considered for publication in the Journal if they make an original contribution to any branch of systematic botany. Descriptive taxonomic papers should normally constitute a comprehensive treatment of a group. Short papers on individual species and nomenclatural papers must contain significant new information of broader interest to be considered. Papers dealing with groups of unrelated species or miscellaneous collections of species are not considered. Numbered series of papers are discouraged. Review articles will also be

considered. Authors interested in publishing a review article are invited to contact the Editor-in-Chief or an appropriate member of the Editorial Board. All papers are refereed. **There are no page charges.** Submission of a paper implies that the results have not been published and are not being considered for publication elsewhere. It also implies that all coauthors of the paper have consented to its submission. Authors of multi-authored papers may wish to assign relative values to their contributions, or to indicate that two or more authors contributed equally to a paper. This can be done in a note at the end of the address field on the paper. The Journal will use its best endeavours to ensure that work published is that of the named authors except where acknowledged and, through its reviewing procedures, that any published results and conclusions are consistent with the primary data. It takes no responsibility for fraud or inaccuracy on the part of the contributors.

Distribution information and lodging specimens

In cooperation with other botanical institutions, distributional data for rare and threatened plant taxa will be masked. Precise distributional data are not published for species that are listed as known only from the type locality, or whose conservation status is given as E or V by Briggs and Leigh (1988). Where specimen citations for rare taxa have been deliberately abbreviated to achieve less precision in order to protect the taxa, this should be stated. *The Wildlife Protection (Regulation) of Exports and Imports Act* of 1982 (amended in 1986) states that all type material and unicates collected in Australia must be lodged in an appropriate national or state institution. Consequently, Journal policy requires that type material of all of the taxa collected in Australia after 1982, and discussed by the author of a manuscript, be lodged in a suitable Australian herbarium.

For all papers, whether presenting morphological, cytological or molecular data, voucher specimens must be cited, along with the herbarium where lodged. For population studies where large series of specimens of one taxon are examined, citation of exemplar specimens is acceptable. In tables that list material examined, the voucher specimen (collection) and the herbarium where lodged are to be listed for each entry. If there are one or few herbaria involved, this can be indicated instead of in the materials and methods, or in the table caption.

Data archiving policy

Australian Systematic Botany requires, as a

condition for publication, that data supporting the results in the paper are archived in an appropriate public archive. Nucleotide and amino acid sequences must be deposited in GenBank (see <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) or partnered database. Other types of data (e.g. sequence alignments and other phylogenetic matrices) should be submitted to a public archive, or provided as supplementary material for publication online. Data are important products of the scientific enterprise, and they should be preserved and usable for decades in the future. Authors may elect to have the data publicly available at the time of publication, or, if the technology of the archive allows, may opt to embargo access to the data for a period up to 1 year after publication. Exceptions may be granted at the discretion of the editor, especially for sensitive information such as the location of endangered species. It is recommended that authors finalise data archiving prior to submission of their manuscript, and make accession numbers and confidential reviewer links available during the peer-review process. Authors should take care to provide accurate and informative annotations and metadata. Once the manuscript is accepted for publication and bibliographic details are available, these details should be added to archived data records in order to enable correct citation of the data's source.

Online publication

Papers are published online and in print on the same day, ensuring no confusion with publication dates.

Paper categories

Full Papers are complete peer-reviewed reports of original research not previously published. *Review articles* are encouraged, and should critically summarise relevant work in a specific field and indicate fruitful lines of further research. Reviews should be submitted in the same way as research papers and are subject to peer-review. It is advisable to discuss the review with the Editor-in-Chief or a member of the Editorial Board before submission.

Notes and Commentary submissions on new research methods and equipment, short survey results, and commentaries or opinions on topical issues are welcome. Of particular interest are papers that challenge perceptions and are likely to stimulate constructive responses and discussion. Submissions for this section should be short [less than 2000 words] and will not be subject to [full] peer review. However as with all papers published by **Australian Systematic Botany**, citations and references to published sources must be included as appropriate.

L.A.S. Johnson Review Series

Australian Systematic Botany publishes critical state-of-the-art evaluations that advance knowledge in current key areas of research in systematic botany. The series - *The L. A. S. Johnson Reviews* - is commissioned *by invitation*, and is numbered in sequence. We appreciate suggestions on prospective reviews for this important series. The journal will publish these papers as Open Access, free of charge. Please note that these papers are subject to peer-review and the editors reserve the right not to publish any material.

L. A. S. (Lawrie) Johnson (1926–1997) was an Australian systematic botanist notable for his studies of the eucalypts (*Eucalyptus*, *Angophora* and *Corymbia*), cycads, Juncaceae, Oleaceae, Restionaceae and phylogenetic studies of Myrtaceae, Myrtales and Proteaceae. His career was at the Royal Botanic Gardens Sydney, as Botanist (1948–1972), Director (1972–1985) and Honorary Research Associate (1986–1997). During his directorship the Royal Botanic Gardens saw major developments and broadening of its scientific programs. Alone or with colleagues, he distinguished and described many genera and species, as well as reclassifying numerous further taxa. He contributed to the theory of systematics during the early development of phylogenetics and to understanding of the evolution of southern hemisphere floras. The hypotheses of relationships developed through Johnson's phylogenetic studies have served as starting points for much further investigation by others, especially through molecular systematics. He was noted for the breadth of his scientific interests and expertise and his forthright expression of scientific conclusions.

Supplementary material

Supplementary material of a detailed nature that may be useful to other workers, but which is not essential to the printed paper, may be lodged with the Editor-in-Chief, provided that it is submitted with the manuscript for inspection by the referees. Such material will be made available online.

General presentation

The work should be presented concisely and clearly in English. Introductory material, including a review of the literature, should not exceed what is necessary to indicate the reason for the work and the essential background. Authors are advised to note the typographical conventions and the layout of headings, tables, and illustrations exemplified in recent issues of the Journal. Observance of these and the following requirements will shorten the interval between submission and publication.

Corresponding authors will be sent a free PDF of their paper upon publication. The conditions under which the paper is distributed is as follows:

Authors may

- Print out the PDF
- Store the PDF on their personal hard disk
- Send copies to individual colleagues for non-commercial purposes
- Include the PDF in a course pack, subject to the usual copyright licencing agency fees
- Post the PDF on their personal website.

Authors may not

- Aggregate the PDF with other papers on related topics (other than the author's own papers).

Submission and preparation of manuscripts

To submit your paper, please use our online journal management system ScholarOne Manuscripts, which can be reached directly through this link or from the link on the journal's homepage. If a first-time user, register via the 'Register here' link, or use your existing username and password to log in. Then click on the 'Author Centre' link and proceed.

A covering letter must accompany the submission and should include the name, address, fax and telephone numbers, and email address of the corresponding author. The letter should also contain a statement justifying why the work should be considered for publication in the journal, and that the manuscript has not been published or simultaneously submitted for publication elsewhere. Suggestions of possible referees are required during submission.

Suggested referees should be independent experts in the field. Authors should be aware that approaching suggested reviewers is at the discretion of the Editor. Intentionally falsifying reviewer details will result in rejection of a manuscript.

If you encounter any difficulties, or you have any queries, please contact:

Australian Systematic Botany

CSIRO Publishing

Locked Bag 10

Clayton South, Vic. 3169

Australia

Telephone +[61 3] 9545 2923

Fax +[61 3] 9545 8578

Email publishing.asb@csiro.au

Authors are advised to read recent issues of the journal to note details of the scope of papers, headings, tables, illustrations, style, and general form. The body text of the paper should use Times New Roman font and should be typed with 1.5 or 2.0 line spacing. Observance of these and the following details will shorten the

time between submission and publication.

Poorly prepared and unnecessarily lengthy manuscripts have less chance of being accepted.

Large papers

Authors of large papers are requested to contact the Editor-in-Chief prior to submission to negotiate arrangements to accommodate them.

Title

This should be concise and informative and should contain all keywords necessary to facilitate retrieval by modern searching techniques. Titles including generic or specific names should also contain the name of taxa at higher rank, e.g. Division, Class, Order or Family. Nomenclatural authorities should be omitted from the title. An abridged title that does not exceed 50 characters should also be supplied for use as a running head.

Abstract

This should state concisely, preferably in fewer than 200 words, the scope of the work and the principal findings, and should be suitable for use by abstracting services. Species names mentioned in the abstract should include nomenclatural authorities. Acronyms and references should be avoided.

Text

This should normally be divided into sections, e.g. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References. These sections should use Times New Roman font and should be typed with 1.5 or 2.0 line spacing. All main headings should be in upper and lower case bold type, aligned at the left. Minor headings should be in light italics. Contents should conform to the Articles of the most recent International Code of Botanical Nomenclature. Authorities of taxa should be given in full, or abbreviated according to Brummitt and Powell (1992), 'Authors of Plant Names' (Royal Botanic Gardens: Kew). Lists of specimens examined normally should not exceed 15 specimens per taxon. The following sequence for listing the details of specimens should be followed: location, collector's name and number (both italicised), date of collection (rendered in the format '13-Apr-1969' or 'Mar. 1960'), name of herbarium where lodged. Use herbarium abbreviations as given in 'Index Herbariorum'. The following also should be adhered to: spell out numbers lower than 10 unless accompanied by a unit, e.g. 2 mm, 15 mm, two plants, 15 plants, but 5 out of 15 plants; leave a space between a numeral and its unit; use the 'ise' construction, not 'ize'; indicate approximate positions of figures and tables on the manuscript.

Synonymies should be indicated by a smaller font size and the first line of each synonymous species should be indented. Where presented,

synonymy should immediately follow taxon headings.

Latin diagnoses for new species should be given in English to allow checking by the referees.

Material examined should be the last section presented in each taxon treatment and should be indicated by a minor heading and a smaller font size. Where presented, Etymology and Illustration sections should immediately precede Material examined. For clarity, authors should provide a minor heading, on a separate line, for each section of a taxon treatment, except for the taxon description. This may appear without a heading.

Conflicts of Interest

A 'Conflicts of Interest' section should be included at the end of the manuscript. It should identify any financial or non-financial (political, personal, professional) interests/relationships that may be interpreted to have influenced the manuscript. If there is no conflict of interest, please include the statement "The authors declare no conflicts of interest".

References

In the text, references should be listed in chronological order by author and date and are not numbered, separated by semi-colons. In the text the names of two coauthors are linked by 'and'; for three or more the first author's name is followed by '*et al.*' Do not use a comma between the author's name and the date. References after names of taxa, e.g. in synonymies, should include the author's name followed by a comma, the journal name (suitably abbreviated) in roman type, the volume number followed by a colon, then the page numbers, and finally the year in parentheses. References occurring only in synonymy should not be given in the reference list. Make sure that all references in the text (except synonymies) are listed at the end of the paper and *vice versa*. At the end of the paper, list references in alphabetical order. Give titles of books and names of journals in full. Papers that have not been accepted for publication may not be included in the list of references and must be cited either as 'unpublished data' or as 'pers. comm.'; the use of such citations is discouraged.

Examples:

- *Journal article*
Woelkerling WJ, Irvine LM, Harvey AS (1993) Growth-forms in non-geniculate coralline red algae (Corallinales, Rhodophyta). *Australian Systematic Botany* **6**, 277-293.
- *Chapter in a book*
Andrew CS (1978) Mineral characterisation of tropical forage legumes. In 'Mineral nutrition of

legumes in tropical and subtropical soils'. (Eds CS Andrew, EJ Kamprath) pp. 93-111. (CSIRO Publishing: Melbourne)

- *Whole book*
Simmonds DH (1989) 'Wheat and wheat quality in Australia.' (CSIRO Publishing: Melbourne)
- *Report or bulletin*
Chippendale GM, Wolf L (1981) The natural distribution of *Eucalyptus* in Australia. Australian National Parks and Wildlife Service, Special Publication No. 6, Canberra.
- *Web pages*
Referencing from web pages is acceptable and should give the author's names, year of publication and title as for a report, followed by the URL, and access date.

Use of referencing software

If using 'EndNote*' software, you can obtain the style file for this journal at <http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>.

*You will find the style file under the 'Botany' category, listed as **Australian Systematic Botany**.

Units

Use the SI system where appropriate and especially for exact measurement of physical qualities. Non-SI units such as day and year are acceptable. Measurements of radiation should be given as irradiance or photon flux density, or both, and the waveband of the radiation should be specified. Luminous flux density units (e.g. lux) should not be used. Do not use the double solidus in complex groupings of units, e.g. mmol/m²/s; use the negative index system instead, i.e. mmol m⁻² s⁻¹.

Correctly align and adequately space all symbols. Avoid two-line mathematical expressions wherever possible, especially in the running text. Display each long formula on a separate line with at least two lines of space above and below it.

Enzyme nomenclature

Names should conform to Recommendations (1992) of the Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology on the Nomenclature and Classification of Enzymes as published in 'Enzyme Nomenclature 1992' (Academic Press: San Diego). If you wish to use a name other than the recommended name, at the first mention of the alternative name identify it by giving the recommended name and its EC number.

Chemical nomenclature

The recommendations of the IUPAC-IUB

Commission on Biochemical Nomenclature should be followed when naming compounds such as amino acids, carbohydrates, lipids, steroids, vitamins, etc. Refer to other biologically active compounds, such as metabolic inhibitors, plant growth regulators, buffers (in accordance with IUPAC Rules of Chemical Nomenclature), once and then by their most widely accepted common name.

Tables

The heading should be in bold upper and lower case and should be in a separate paragraph from the headnote. Include in the headnote, any information relevant to the table as a whole, and where applicable, the levels of probability attached to statistics in the body of the table. Use *, **, *** only to define probability levels. Use footnotes only to refer to specific items in the body of the table; use ^A and ^B etc. for footnotes. Insert horizontal rules above and below the column headings and across the bottom of the table; do not use vertical rules. If using Microsoft Word, use table formatting to prepare tables (i.e. use table cells, not tabs), otherwise use tabs, not spaces to align columns. The first letter only of headings of rows and columns should be capitalised. Include the symbols for the units of measurement in parentheses below the column heading. Each table must be referred to in the text.

Illustrations

Line diagrams and photographs must be prepared using either a draw or chart/graph program such as MacDraw, Illustrator, CorelDraw, Excel, Sigmaplot, Harvard Graphics or Cricket Graph and files should be saved in one of the following formats: encapsulated PostScript (EPS), Illustrator or Excel (provided the Excel files have been saved with the chart encapsulated in it). The submission of scanned images or illustrations prepared in a paint program, e.g. Photoshop (and PICT and JPEG files) is discouraged, because of the difficulty in making editorial corrections to these files. If illustrations are created in a paint program, save the file as a TIFF or EPS (these files should be 600 dpi for line drawings and 300 dpi for halftone figures). Refer to each figure in the text, and number each according to the order in which it appears in the text. All lettering must be of a standard suitable for reduction (if necessary) and reproduction. Use a sans-serif typeface (e.g. Helvetica, Univers, Futura) that contrasts with its background, and which will be 1.5-2 mm high when printed. Use hatching not shading in bar graphs.

Photographs

These must be of the highest quality possible. Arrange photographs so that they abut each other without gaps, but allow 2-3 mm for the printer to insert a 'gutter'. Figures should be sized to fit either on 1 column (8.5 cm width) or over 2 columns (17.5 cm width). Length of figures should not exceed 22 cm. Include a scale bar on all micrographs. Important features mentioned in the text should be indicated. Lettering should be in sans-serif type that contrasts with its background. Colour photographs will be accepted, but the cost of production must be borne by the author.

Line drawings

The following symbols should not be used: +, x or *. Explain the symbols used in the caption of the figure or in a legend. State on the axes of a graph what is being measured and give the appropriate units in parentheses. Dense stippling does not reproduce well, and should be avoided. Lettering should be in sans-serif type (Helvetica is ideal) with only the first letter of the first word and any proper names capitalised, and should not be in bold type. Grid marks should point inwards.

Author Guidelines – Journal Of Biogeography

1. SUBMISSION

Authors should kindly note that submission implies that the content has not been published or submitted for publication elsewhere except as a brief abstract in the proceedings of a scientific meeting or symposium. All submissions must be concisely and clearly written in grammatically correct English.

Once the submission materials have been prepared in accordance with the Author Guidelines, manuscripts should be submitted online

at <https://mc.manuscriptcentral.com/jbi>

The submission system will prompt authors to use an ORCID iD (a unique author identifier) to help distinguish their work from that of other researchers. Click here to find out more.

Click here for more details on how to use ScholarOne

For help with submissions, please contact Iris and Tom from the Editorial Office at jbiooffice@wiley.com.

2. AIMS AND SCOPE

Papers dealing with all aspects of spatial, ecological and historical biogeography are considered for publication in the *Journal of Biogeography*. The mission of the Journal is to contribute to the growth and societal relevance of the discipline of biogeography through its role in the dissemination of biogeographical research. To that end, the editorial policy is that the Journal seeks to be representative of the discipline of biogeography, to be global in scope, and to be inclusive of major traditions and viewpoints in the discipline. Authors are particularly encouraged to submit concise, clearly written papers focused on precisely framed questions or hypotheses of broad interest to the wide international readership of the Journal, in addition we also publish synthesis, methods, data and opinion papers. The challenge in biogeography is to extract general relationships from complex natural data. This often requires carefully designed studies of multiple species, which incorporate contextual information on, for example, the past or present biology of the taxa and/or the environments in which they occur. Papers that are primarily descriptive and are focussed only on the taxon being studied should be submitted to a more specialized journal.

3. MANUSCRIPT CATEGORIES AND REQUIREMENTS

The Journal publishes articles under the following main headers: 1) **Research Paper**, 2) **Methods and Tools**, 3) **Data**, 4) **Synthesis**, 5) **Perspective**, 6) **Commentary** and 7) **Correspondence**. All submissions are subject to peer review.

1) Research Paper. Research papers present new biogeographic research resulting from the analysis of a question in biogeography. Authors should prepare their manuscript so that, when published, the article will comprise not more than 10 to 12 published pages. A single page of the journal can carry one of the following: (1) the article title, author list, abstract, and keywords; (2) about 1000 words of text (including subheadings); (3) about 30 references. For a typical Research paper, in which illustrative material (Tables and Figures) occupies about 3 pages of the journal when printed at final journal sizing, the text, inclusive of abstract and reference list, should not exceed 7000 words. Manuscripts should include a biosketch (see below); tables with their legends above; list of figure legends; and embedded figures, and the main headers in the main text of Research Papers should normally be Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References. Methods need to be described in a manner that allows a competent practitioner in the field to repeat the study. Authors must allow repeatability by either providing a thorough description of the methods or by providing relevant computer code.

Structured abstracts. Abstracts should be of no more than 300 words, presented as a series of factual statements under the following headings: Aim, Location, Taxon, Methods, Results and Main conclusions. The Aim should give a clear statement of the principal research question(s) or hypotheses, the Taxon indicate the main group (eg angiosperms), the Methods should give details of materials/sampling/methods of analysis, and the Main conclusions should give the main take-home message.

Biosketch/Biosketches. A short Biosketch/Biosketches entry (30-100 words for one author/150 words total for the first three authors, respectively) describing the research

interests of the author(s) should be provided. For papers with four or more authors, biosketch details should be supplied for the first author only and/or a general statement of the focus of the research team (which may include a link to a group web page) plus, in all cases, a statement of author contributions, e.g. Author contributions: A.S. and K.J. conceived the ideas; K.J. and R.L.M. collected the data; R.L.M. and P.A.K. analysed the data; and A.S. and K.J. led the writing. For an example click here.

2) Methods and Tools. These are structured as in Research papers, but the main focus is to present or investigate a new method, rather than to explore a biogeographical problem. Papers in this section are expected to apply new methods to the analysis of biogeographic data and discuss the potential of those methods for advancing the study of the field. For an example click here.

3) Data. Datasets that are likely to be of interest to the broader biogeography community are published under this category. Data papers allow scientists to publish and receive credit for work in which the nature of the collected, mobilized, or integrated data more than a specific analysis may be most impactful. The structure of a Data paper should be similar to that of a Research paper. Data papers must include a characterization of overall scope (e.g. organismal, spatial), a description of how the data were collected (protocols), a detailed characterization of all data fields and metadata, information on data records (e.g. SI or in a suitable repository), a section on technical validation, and usage notes addressing potential caveats for analysis and interpretation. Additional analyses that exemplify potential uses of the data are encouraged but not essential. Note that the Data papers category is intended for novel datasets - data used in a published or submitted research paper should be fully addressed and made available there.

4) Synthesis. Papers that have the character of a theoretical synthesis or review, even if incorporating an element of original analysis within them, should use the article type Synthesis. Guidelines are as for Research papers but submissions to the Synthesis section may be of up to 10,000 words, or exceptionally more, if the additional length is fully justified. Authors of synthesis papers are encouraged to discuss

their planned paper with one of the Chief Editors, especially if the length will exceed 10,000 words. For an example click here.

5) Perspective. Perspectives papers should be stimulating and reflective essays providing personal perspectives on key research fields and issues within biogeography. When published, Perspectives should be of no more than eight printed pages (main text maximum 5000 words; word count including abstract, main text and references 7000 words maximum but note that shorter articles are encouraged), and they should include a short, single-paragraph abstract. A biosketch (see below) may be included after the references providing the overall paper length limit is not exceeded. For an example click here.

6) Commentary. Commentary submissions should provide readily intelligible comment on the latest original research in biogeography. The prose style should be light, and the article should be written with the minimum of technical language and jargon, so as to be understandable to a general audience or an undergraduate taking an introductory course in biogeography. Contributions will be subject to rapid peer review. Commentaries should occupy a maximum of two pages of the journal, and should have a maximum of 10 references: thus the overall word count should not exceed 1600. No biosketch is included for commentaries. Should you wish to include a small figure or other illustration, this can be accommodated by a reduction in the number of words on a pro rata basis. For an example click here.

7) Correspondence. The Journal welcomes short items of correspondence prompted by papers previously published in this or occasionally in other journals. The text should not normally exceed 2500 words, inclusive of a short one-paragraph abstract (up to 150 words), and a list of 6–10 keywords. No biosketch is necessary for Correspondence papers. For an example click here.

4. PREPARING THE SUBMISSION

Cover Letters

A cover letter to the editor, indicating in less than 100 words why this paper is of interest to the readers of the Journal, must be uploaded separately.

Parts of the Manuscript

The manuscript should be submitted in separate files: main text file with embedded figures; supporting information.

LaTeX users do not have to translate their manuscripts into MSWord, but may upload them as PDF files. Any explanatory notes, companion papers etc. for the attention of reviewers should be uploaded under 'Comments to reviewers'.

Main Text File

The text file should be single spaced, or 1.3 spaced, and presented in the following order:

- i. Title
- ii. A short running title of less than 40 characters
- iii. The full names of the authors, only 1 corresponding author may be included
- iv. The author's institutional affiliations where the work was carried out, with a footnote for the author's present address if different from where the work was carried out
- v. Acknowledgements
- vi. Abstract and keywords
- vii. Main text
- viii. Tables embedded in the text (each table complete with title and footnotes)
- ix. Figures embedded in the text, each with a figure legend
- x. References
- xi. Biosketch
- xii. Appendices (if relevant)
- xiii. Supporting information should be supplied as separate files.

Title. The title should be short and informative, containing major keywords related to the content. The title should not contain abbreviations (see Wiley's best practice SEO tips).

Authorship. For details on eligibility for author listing, please refer to the journal's Authorship policy outlined in the Editorial Policies and Ethical Considerations section. Only 1 corresponding author may be included.

Acknowledgements. Contributions from individuals who do not meet the criteria for authorship should be listed, with permission from the contributor, in an Acknowledgements section. Financial and material support should also be mentioned. Thanks to anonymous reviewers are not appropriate.

Conflict of Interest Statement. Authors will be asked to provide a conflict of interest statement during the submission process. See 'Conflict of Interest' section in Editorial Policies and Ethical Considerations for details on what to include in this section. Authors should ensure they liaise

with all co-authors to confirm agreement with the final statement.

Abstract and Keywords

Abstracts and keywords are required for some manuscript types. For details on manuscript types that require abstracts and/or keywords, as well as how to prepare them, please refer to the 'Manuscript Categories and Requirements' section. Please provide 6-10 keywords, arranged alphabetically, separated by commas. Note that optimally the most important keywords are repeated in the title and the keywords.

Main Text

The journal uses British spelling; however, authors may submit using either option, as spelling of accepted papers is converted during the production process.

References

References are styled according to the sixth edition of the Publication Manual of the American Psychological Association. List all sources in the reference alphabetically by name. In text citations should follow the author-date method. This means that the author's last name and the year of publication for the source should appear in the text, for example, (Jones, 1998), and a complete reference should appear in the reference list at the end of the paper.

When a work has two authors, cite both names every time the reference occurs in text. When a work has three, four, or five authors, cite all authors the first time the reference occurs; subsequent citations include only the surname of the first author followed by et al., (not Italicized and with a period after "al.") and the year if it is the first citation of the reference within a paragraph.

If there are two or more citations that shorten to the same lead author and date, give as many additional names as needed to identify them, e.g., (Smith, Jones, et al., 1991) and (Smith, Burke, et al., 1991).

Unpublished data, works in preparation and papers submitted but not yet accepted may be cited in the text as personal communication, giving the author's initials and surname, but should not be included in the reference list. It is the author's responsibility to obtain permission from colleagues to include their work as a personal communication. Please add the person's initials, surname and if applicable institute for personal communications.

The basic reference form for a journal paper is: Author (date). Paper title. Journal, Volume, page; and for a book citation: Author (date). Book title. Place of publication, publisher. Please note that for journal articles, issue numbers are not included unless each issue in the volume begins with page one. Journals names are written out in full.

Please ensure that in the paper titles only proper names are capitalized, and that all scientific binomials are in italics.

Please include up to seven authors in the list (use “&” before last author name). For eight or more authors please list the first six and then use ellipses followed by last author (do not use “&” before last author name)

Journal article:

Light, M. A., & Light, I. H. (2008). The geographic expansion of Mexican immigration in the United States and its implications for local law enforcement. *Law Enforcement Executive Forum Journal*, 8(1), 73–82.

Book:

Goldstein, H. (1990). *Problem-oriented policing*. New York, NY: McGraw-Hill. Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Edited Book:

Gilbert, D. G., McClernon, J. F., Rabinovich, N. E., Sugai, C., Plath, L. C., Asgaard, G., ... Botros, N. (1983). Situational crime prevention: Its theoretical basis and practical scope. In M. Tonry & N. Morris (Eds.), *Crime and justice: An annual review of research* (Vol. 4, pp. 225–256). Chicago, IL: University of Chicago Press.

Citations to data sources

Some studies (e.g., meta-analyses) use data drawn from multiple published sources. If these sources are not otherwise cited in the main text, they should be listed in one or more appendices with titles similar to the following: “Appendix 1 – Data sources”. These data appendices will be printed in the main paper (so that citation indexing services will capture them), but in a reduced font. These appendices should be cited in the main text (e.g. “A list of the data sources is found in Appendix 1.”), and be placed after the Biosketch in the manuscript.

Tables

Tables should be self-contained and complement, not duplicate, information contained in the text. They should be supplied

as editable files, not pasted as images. Legends should be concise but comprehensive – the table, legend, and footnotes must be understandable without reference to the text, giving the study organism and study location and 'n' values where applicable. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses. All abbreviations must be defined in footnotes.

Figure Legends

Legends should be concise but comprehensive – the figure and its legend must be understandable without reference to the text, to this end both the geographical region and the taxon should be mentioned in each caption. Include definitions of any symbols used and define/explain all abbreviations and units of measurement.

Figures

For review purposes, figures should be embedded in the text file. All illustrations (including photographs and maps) are classified as figures and they should be numbered consecutively as first cited in the text. Panels should be labelled (a), (b), (c), etc. rather than (A), (B), (C) etc. and referred to in the text as, for example, Fig. 1a. Figure legends should be listed at the end of the paper before the embedded figures. Legends should be explicit and informative and should ‘stand alone’ from the main text, giving the study organism and study location where applicable. All abbreviations should be defined.

Click here for the basic figure requirements for figures submitted with manuscripts for initial peer review, as well as the more detailed post-acceptance figure requirements.

If and when your paper is accepted for publication, the editorial office will request you to upload your figures as separate files in the format(s) specified below. When supplying these files, use the following naming convention: manuscript number, figure number and then the appropriate file extension e.g. 'JBI-08-0500_Fig1.tif'.

Photographic figures should be saved in .tif format at 300 d.p.i. (or failing that in .jpg format with low compression). Line figures should be saved as vector graphics (i.e. composed of lines, curves, points and fonts) in .eps or .pdf format, as this enhances their display when published online. Combination figures (those composed of vector and pixel/raster elements) should also be saved in .eps or .pdf format where possible. If

line figures and combination figures cannot be saved in vector graphics format, they should be saved in .tif format at high resolution (i.e. 600–800 d.p.i.) (do not save them in .jpg format). If you are unsure about the resolution of your .tif files, please zoom in and check that fonts, curves and diagonal lines are smooth-edged and do not appear blocky. Note that .tif files are downsampled for online publication and so authors should preferentially opt for vector graphic formats for line and combination figures (full resolution .tif files are used for print publication). Colour figures should be saved in CYMK rather than RGB.

Prepare figures such that, after reduction to print size, all lettering and symbols will be clear and easily read, and such that each figure makes effective use of space. Font size in figures should be 8 pt. To check this, fix the image size in Illustrator to the required column width, and check the font size. Possible figure sizes: single column = 79mm, 2/3rd column = 110mm, double column = 168mm, maximum height of figure = 230mm.

Bar scales for maps and photographs are preferred to numerical scales and must be given on all such items. Maps that display area data and organism distribution at a continental, hemispheric, or world scale must always use an equal-area map projection (e.g. Mollweide or Aitoff's). Note especially that Mercator's projection is not acceptable for such data. Please indicate the precise projection employed in the caption. On these maps, the equatorial scale should be indicated, while scale information should be provided, preferably as a scale bar within the figure, for all maps of whatever size and area; use 'km' or 'kilometres', not 'kilometers'. Maps should include adequate geo-referencing information (preferably the latitude and longitude).

Additional Files

Supporting Information

Supporting information is information that is not essential to the article, but provides greater depth and background. It is hosted online and appears without editing or typesetting. It may include tables, figures, videos, datasets, etc. Click here for Wiley's FAQs on supporting information.

Note: if data, scripts, or other artefacts used to generate the analyses presented in the paper are available via a publicly available data

repository, authors should include a reference to the location of the material within their paper. Such supporting information should be referred to in the text as, for example, 'see Appendix S1 in Supporting Information'; subsequent mention should be in the form 'see Appendix S2'. Figures and tables in the Supporting Information must be numbered consecutively by Appendix number and figure number: e.g. the first figure in Appendix 1 as Fig. S1.1, the first in Appendix 2 as Fig. S2.2 (if there is only one figure in Appendix 1). All appendices, figures and tables must be cited in the text.

Supporting Information files are hosted by the Publisher in the format supplied by the author and are not copy-edited by the Publisher. **It is the responsibility of the author to supply Supporting Information in an appropriate file format and to ensure that it is accurate and correct.** Authors should therefore prepare Supporting Information with the same rigour as their main paper, including adherence to journal style (e.g. formatting of references, figure captions, headings). Sources cited only in the Supporting Information should be listed in a reference section within the supplementary files and not with the main paper. Supporting Information can be provided as separate editable files or, preferably, as one combined file. Authors are discouraged from supplying very large files or files in non-standard file formats, both of which may reduce their use to the readership. At the point a paper is accepted, these files should be prepared without line numbers or wide line spacing, and with all track-change edits accepted.

General Style Points

The following points provide general advice on formatting and style.

- **Abbreviations:** In general, terms should not be abbreviated unless they are used repeatedly and the abbreviation is helpful to the reader. Initially, use the word in full, followed by the abbreviation in parentheses. Thereafter use the abbreviation only. A list of preferred abbreviations can be found here.
- **Units of measurement:** Measurements should be given in SI or SI-derived units. Visit the Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) website

at www.bipm.fr for more information about SI units.

- **Numbers:** numbers under 10 are spelt out, except for: measurements with a unit (8mmol/l); age (6 weeks old), or lists with other numbers (11 dogs, 9 cats, 4 gerbils).
- **Computer programs:** All software programs should be written in small caps, first write in roman (eg MrBayes or BEAST) and then save as small caps, followed at first mention by the version number and reference. Packages in R should be in roman and quotations (e.g. `vegan`) and the relevant reference provided.

Wiley Author Resources

Manuscript Preparation Tips: Wiley has a range of resources for authors preparing manuscripts for submission available here. In particular, authors may benefit from referring to Wiley's best practice tips on Writing for Search Engine Optimization.

Editing, Translation, and Formatting

Support: Wiley Editing Services can greatly improve the chances of a manuscript being accepted. Offering expert help in English language editing, translation, manuscript formatting, and figure preparation, Wiley Editing Services ensures that the manuscript is ready for submission.

Guidelines for Cover Image Submissions: If you would like to send suggestions for artwork related to your manuscript to be considered to appear on the cover of the journal, **please follow these general guidelines.**

5. EDITORIAL POLICIES AND ETHICAL CONSIDERATIONS

Editorial Review and Acceptance

The acceptance criteria for all papers are the quality and originality of the research and its significance to journal readership. Papers will only be sent to review if the Editor-in-Chief determines that the paper meets the appropriate quality and relevance requirements.

Wiley's policy on confidentiality of the review process is available here.

Referrals to the Open Access Journal

"Ecology and Evolution" and "Geo: Geography and Environment"

This Journal works together with Wiley's Open Access journals, Ecology and

Evolution and Geo: Geography and Environment, to enable rapid publication of good quality research that we are unable to accept for publication. Authors may be offered the option of having their paper, along with any related reviews, automatically transferred for consideration by the Editors of *Ecology and Evolution* or *Geo: Geography and Environment*. Authors will not need to reformat or rewrite their manuscript at this stage, and publication decisions will be made a short time after the transfer takes place. The Editors of *Ecology and Evolution* and *Geo: Geography and Environment* will accept submissions that report well-conducted research and which reach the standard acceptable for publication. Accepted papers can be published rapidly, typically within 15 days of acceptance. *Ecology and Evolution* and *Geo: Geography and Environment* are Wiley Open Access journals and article publication fees apply. More information can be found here. Occasionally we refer papers to our sister journals DDI or GEB.

Data Storage and Documentation

Data are important products of the scientific enterprise, and they should be preserved and available for the scientific community.

The *Journal of Biogeography* requires that data supporting the results in published papers will be presented in Supporting Information, or be archived in an appropriate public archive, such as Dryad, TreeBASE, NERC data centre, GenBank, figshare or another archive of the author's choice that provides comparable access and guarantee of preservation. Authors may elect to have the data made publicly available at time of publication or, if the technology of the archive allows, may opt to embargo access to the data for a period of up to a year after publication. Exceptions, including longer embargoes or an exemption from the requirement, may be granted at the discretion of the editor, especially for sensitive information such as confidential social data or the location of endangered species. Authors should provide a consolidated statement of how readers can access the data used in their paper in a statement before the Biosketch entry. A typical entry might read as follows:

DATA ACCESSIBILITY

All topographic and environmental GIS layers, the habitat suitability model and BTM results generated for this study are available as raster

grids from the Pangaea database:
<http://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.808540>.

Sequence Data

Sequence data have to be submitted in electronic form to any one of the three major collaborative databases: DDBJ, EMBL, or GenBank. The suggested wording for referring to accession-number information is: 'These sequence data have been submitted to the DDBJ/EMBL/GenBank databases under accession number U12345'. Addresses are as follows:

- DNA Data Bank of Japan (DDBJ) www.ddbj.nig.ac.jp
- EMBL Nucleotide Archive: ebi.ac.uk/ena
- GenBank www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank

Collecting permission and the Nagoya Protocol

Authors must ensure that any data utilised in the submitted manuscript have been lawfully acquired in accordance with The Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from Their Utilization to the Convention on Biological Diversity. It is recommended that it is explicitly stated that the relevant fieldwork permission was obtained, and to list the permit numbers, in Materials and Methods or the Acknowledgements.

Species Names

Upon its first use in the title, abstract, and text, the common name of a species should be followed by the scientific name (genus, species) in parentheses. For well-known species, however, scientific names may be omitted from article titles. If no common name exists in English, only the scientific name should be used. For the focal species in the study, the authority(ies) should be provided at the first mention in the main text, in the format specified by the relevant code.

Conflict of Interest

The journal requires that all authors disclose any potential sources of conflict of interest. Any interest or relationship, financial or otherwise that might be perceived as influencing an author's objectivity is considered a potential source of conflict of interest. These must be disclosed when directly relevant or directly

related to the work that the authors describe in their manuscript. Potential sources of conflict of interest include, but are not limited to: patent or stock ownership, membership of a company board of directors, membership of an advisory board or committee for a company, and consultancy for or receipt of speaker's fees from a company. The existence of a conflict of interest does not preclude publication. If the authors have no conflict of interest to declare, they must also state this at submission. It is the responsibility of the corresponding author to review this policy with all authors and collectively to disclose with the submission ALL pertinent commercial and other relationships.

Funding

Authors should list all funding sources in the Acknowledgements section. Authors are responsible for the accuracy of their funder designation. If in doubt, please check the Open Funder Registry for the correct nomenclature: <https://www.crossref.org/services/funder-registry/>

Authorship

The list of authors should accurately illustrate who contributed to the work and how. All those listed as authors should qualify for authorship according to all of the following criteria:

1. Have made substantial contributions to conception and design, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data;
2. Been involved in drafting the manuscript or revising it critically for important intellectual content;
3. Given final approval of the version to be published. Each author should have participated sufficiently in the work to take public responsibility for appropriate portions of the content; and
4. Agreed to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Contributions from anyone who does not meet the criteria for authorship should be listed, with permission from the contributor, in an Acknowledgements section (for example, to recognize contributions from people who

provided technical help, collation of data, writing assistance, acquisition of funding, or a department chairperson who provided general support). Prior to submitting the article all authors should agree on the order in which their names will be listed in the manuscript.

Additional Authorship Options: Joint first or senior authorship: In the case of joint first authorship, a footnote should be added to the author listing, e.g. 'X and Y should be considered joint first author' or 'X and Y should be considered joint senior author.'

ORCID

As part of the journal's commitment to supporting authors at every step of the publishing process, the journal requires the submitting author (only) to provide an ORCID iD when submitting a manuscript. This takes around 2 minutes to complete. Find more information here.

Publication Ethics

This journal is a member of the Committee on Publication Ethics (COPE). Note this journal uses iThenticate's CrossCheck software to detect instances of overlapping and similar text in submitted manuscripts. Read the Top 10 Publishing Ethics Tips for Authors here. Wiley's Publication Ethics Guidelines can be found at authorservices.wiley.com/ethics-guidelines/index.html.

6. AUTHOR LICENSING

If a paper is accepted for publication, the author identified as the formal corresponding author will receive an email prompting them to log in to Author Services, where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be required to complete a copyright license agreement on behalf of all authors of the paper. Authors may choose to publish under the terms of the journal's standard copyright agreement, or OnlineOpen under the terms of a Creative Commons License.

General information regarding licensing and copyright is available here. To review the Creative Commons License options offered under OnlineOpen, please click here. (Note that certain funders mandate a particular type of CC license be used; to check this please click here.)

Self-Archiving Definitions and Policies: Note that the journal's standard copyright agreement allows for self-archiving of different versions of the article under specific conditions. Please

click here for more detailed information about self-archiving definitions and policies.

Open Access fees: Authors who choose to publish using OnlineOpen will be charged a fee. A list of Article Publication Charges for Wiley journals is available here.

Funder Open Access: Please click here for more information on Wiley's compliance with specific Funder Open Access Policies.

7. PUBLICATION PROCESS AFTER ACCEPTANCE

Accepted Article Received in Production

When an accepted article is received by Wiley's production team, the corresponding author will receive an email asking them to login or register with Wiley Author Services. The author will be asked to sign a publication license at this point.

Proofs

Once the paper is typeset, the author will receive an email notification with the URL to download a PDF typeset page proof, as well as associated forms and full instructions on how to correct and return the file.

Please note that the author is responsible for all statements made in their work, including changes made during the editorial process – authors should check proofs carefully. Note that proofs should be returned within 48 hours from receipt of first proof.

At proof correction stage authors will be given access to their Supporting Information (via the web) and should check it for accuracy and updates. If changes are required, corrected versions of the files that were received with the proof must be emailed to the Production Editor, with a brief description of the changes made. Supporting Information **must be checked alongside the main proof** and corrections for both returned to the Production Editor at the same time.

Publication Charges

Colour figures. Colour figures may be published online free of charge; however, the journal charges for publishing figures in colour in print. If the author supplies colour figures, they will be sent a Colour Work Agreement once the accepted paper moves to the production process. If the Colour Work Agreement is not returned by the specified date, figures will be converted to black and white for print publication.

Please note that the vast majority of readers access the digital versions of the journal; printed

copies are increasingly rare. For the convenience of readers, we ask that you design your colour artwork so that it can be understood as best as possible in greyscale. Note that the same figure file must be used for both the print and online versions (we do not accept differing colour and black-and-white versions of the same figure).

Early View

The journal offers rapid publication via Wiley's Early View service. Early View (Online Version of Record) articles are published on Wiley Online Library before inclusion in an issue. Note there may be a delay after corrections are received before the article appears online, as Editors also need to review proofs. Once the article is published on Early View, no further changes to the article are possible. The Early View article is fully citable and carries an online publication date and DOI for citations.

8. POST PUBLICATION

Access and Sharing

When the article is published online:

- The author receives an email alert (if requested).
- The link to the published article can be shared through social media.
- The author will have free access to the paper (after accepting the Terms & Conditions of use, they can view the article).
- The corresponding author and co-authors can nominate up to ten colleagues to receive a publication alert and free online access to the article.

Print copies of the article can now be ordered (instructions are sent at proofing stage or use the below contact details).

Email offprint@cosprinters.com

To find out how to best promote an article, click here.

Measuring the Impact of an Article

Wiley also helps authors measure the impact of their research through specialist partnerships with Kudos and Altmetric.

Video Abstracts

Bring your research to life by creating a video abstract for your article! Wiley partners with Research Square to offer a service of professionally produced video abstracts. Learn more about video abstracts

at www.wileyauthors.com/videoabstracts and purchase one for your article at <https://www.researchsquare.com/wiley/> or through your Author Services Dashboard. If you have any questions, please direct them to videoabstracts@wiley.com.

9. EDITORIAL OFFICE CONTACT DETAILS

Iris and Tom

jbioffice@wiley.com

Author Guidelines updated April 2017