



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação

**DIVERSIDADE VEGETAL EM RESTINGAS DO LITORAL
SETENTRIONAL BRASILEIRO**

BRUNA EMANUELE FREIRE CORREIA

São Luís/MA

2019

BRUNA EMANUELE FREIRE CORREIA

**DIVERSIDADE VEGETAL EM RESTINGAS DO LITORAL
SETENTRIONAL BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Orientadora: Profa. Dra. Alana das Chagas Ferreira Aguiar

Co-orientador: Prof. Dr. Eduardo Bezerra de Almeida Jr.

São Luís/MA

2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Correia, Bruna Emanuele Freire.

Diversidade vegetal em restingas do litoral setentrional brasileiro / Bruna Emanuele Freire Correia. - 2019.

56 f.

Coorientador(a): Eduardo Bezerra de Almeida Jr.

Orientador(a): Alana das Chagas Ferreira Aguiar.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Conservação/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

1. Biomas. 2. Restingas. 3. Teoria da Neutralidade. 4. Variáveis Climáticas. I. Aguiar, Alana das Chagas Ferreira. II. Almeida Jr., Eduardo Bezerra de. III. Título.

BRUNA EMANUELE FREIRE CORREIA

**DIVERSIDADE VEGETAL EM RESTINGAS DO LITORAL
SETENTRIONAL BRASILEIRO**

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Alana das Chagas Ferreira Aguiar (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Eduardo Bezerra de Almeida Jr. (Coorientador)
Universidade Federal do Maranhão

1º Examinador (Francisco Soares Santos-Filho)
Universidade Estadual do Piauí - UESPI

2º Examinador (Marina Zanin Gregorini)
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Dedico aos meus pais Maria de
Fátima e Ricardo Correia por todo
apoio e amor que me deram
durante esta caminhada. Amo
você!

AGRADECIMENTOS

Posso dizer que em mim transcende o sentimento de **GRATIDÃO!** Sentimento este, que explano por todo apoio e ajuda que tive durante esta jornada do mestrado.

Primeiramente quero agradecer a Deus pela vida, por me manter de pé e continuar a caminhada nos momentos mais difíceis da minha vida. A Ti, toda honra e toda glória... faça-se primeiramente a Tua vontade e não a minha Senhor!!

A CAPES pelo acesso aos periódicos, fomento à pesquisa e apoio financeiro ao Programa da Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação.

A FAPEMA pela concessão da bolsa e pelo financiamento do projeto que foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação por tornar possível o mestrado.

Aos coordenadores da Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC-UFMA), Eduardo B. Almeida Jr. e Jorge Nunes pela disponibilidade em ajudar.

Aos meus pais Ricardo Correia e Fátima Correia, por depositar toda confiança e acreditar em mim na busca dos meus sonhos e que assim, pudesse concretizá-los mesmo diante das dificuldades. A vocês, todo meu carinho e amor incondicional que existe! Obrigada por todo amor e conselhos dados aos telefonemas e incentivos para continuar minha caminhada. Eu amo vocês!!!

A meu coorientador e amigo Prof^o Eduardo Bezerra de Almeida Jr., por ter acreditado em mim, e apostar na finalização deste trabalho. Agradeço imensamente pelas incontáveis conversas e conselhos no momento que mais precisei, principalmente em meio ao desespero... e por sempre me estimar a ser uma pessoa melhor, e ser mais flexível com meu próximo. Sempre irei levar todas as reflexões que me foram dadas para vida inteira! Obrigada por tudo, tu és o CARA!!!

Gostaria também de agradecer aos membros da banca: Prof^o Dr. Francisco Soares Santos-Filho e a Prof^a Dra. Marina Zanin Gregorini por todas as sugestões e considerações.

A Prof^a Dra. Alana das Chagas Ferreira Aguiar, por dar a carta de convite em seu nome para que eu pudesse prestar o mestrado e pelas sugestões dadas nos seminários 1 e 2 para o enriquecimento do trabalho. Muito obrigada!

Ao Prof^o Dr. Bruno Barreto, pelas considerações das análises estatísticas nos 45min do segundo tempo... mas que se prontificou a nos ajudar e responder nossas dúvidas quando elas surgiam. Muito obrigada!

Ao Prof^o Glécio Siqueira por várias vezes se preocupar e questionar-me como andava meu trabalho e por estar sempre solícito em ajudar quando eu precisasse. Muito obrigada pela preocupação e pelas conversas aleatórias!!!

A secretária da Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação dona Ana Lúcia por sempre estar de prontidão para resolver os problemas que pudessem surgir, e pelas histórias alegres que contava com um brilho no olhar ao expressar seu amor e cuidado por seus bichinhos de estimação.

Ao meu noivo, Álvaro Correia, por todo suporte que me foi dado durante esta caminhada e por muitas vezes ter que entender minha ausência em momentos de lazer. Às vezes estas abdições eram necessárias para que eu pudesse mergulhar no trabalho para conquistar o que eu tanto almejava. Obrigada pela compreensão!

Aos meus tios Adriano Correia e Ana Cláudia por estarem sempre prontos a me ajudar no que fosse preciso para que o meu comprometimento com os estudos acontecesse da melhor forma possível e assim, alcançasse com êxito! Agradeço de coração, todo amor e torcida que me deram durante estes dois anos de jornada neste mestrado, pois esta vitória também é de vocês!!! Muito obrigada por tudo.

Aos meus primos André Correia e Alexandre Correia pelo apoio, conversas, cuidado com Zeus quando eu estava ausente por conta das viagens à campo (by André) etc etc etc, e pelas caronas à UFMA (em especial Alexandre) que me deram neste tempo! Obrigada pela parceria..."É NÓIS!"

Não poderia deixar de explicar mais uma vez toda a gratidão a quem me estendeu a mão e segurou no momento mais conturbado da minha vida, para que eu pudesse finalizar este trabalho e assim fechar o ciclo! Muito obrigada a você Eduardo Almeida por ter compreendido

os problemas que surgiram ao longo destes dois anos e não me deixou desistir! Sem a sua compreensão, conselhos eu não teria dado o passo adiante... assim como você, tive o apoio de outros 'anjos' se assim posso chamar... Ariade, Gabriela, Brenda e Gustavo, que seguraram a minha mão e seguiram junto comigo até o final! A doação de vocês por mim, mais uma vez, me fez enxergar o sentido da AMIZADE VERDADEIRA!!! Contem comigo sempre que precisar! E não esqueçam de me chamar para as coletas impossíveis (modéstia à parte, sou foda nisso hehehe)!

A equipe do Laboratório de Estudos Botânicos (LEB) Alessandro, Aline, Ana Cássia (Cassão), Ariade (Ari), Aryana (Aruanã), Brenda Izídio, Camila, Catherine, Eulália (Catrevagem), Flávia (Flavita), Gaby (Gabs), Gustavo (Guga), Hynder, Ingrid A., Ingrid S., Jéssica, Kauê (Kauet), Luana (Lu), Luciana, Luciano, Luann, Maira (Coleguinha), Mariana (Mari), Marina, Marlla, Michelle, Monielle (Manu), Rodrigo, Thauana, Ubirajara (Biroska) que emanam boas energias nos momentos de aperreio e me fazem sorrir para aliviar a tensão. Sem a ajuda de vocês não seria possível concluir este trabalho. Obrigada por tudo...

Em especial agradecer aos taxonomistas de plantão pelas identificações das minhas plantinhas... Eduardo B. Almeida Jr., pelas Sapotaceae (*Manilkara*), Gabriela Amorim (Myrtaceae), Kauê Nicolas (Poaceae), Aryana Vasque (Asteraceae) e Rubens T. Queiroz (Fabaceae).

A Fernando por aceitar o desafio de decifrar o programa R e ajudar nas análises estatísticas. Sua paciência e compreensão comigo foi fundamental para que as análises dessem certo. Muito obrigada!

À querida Mariana Bonfim (Mari), ao meio a desesperos se prontificou a me ajudar nas análises mesmo estando longe...muito obrigada por tudo!

A Ana Cássia (Cassão) por me ajudar em ideias no seminário 3. Suas contribuições foram muito válidas!!! Obrigada.

A Monielle (Manu), pela ajuda na tradução do Abstract nos 45' do segundo tempo!!! Obrigada.

À Marlla Arouche, por disponibilizar a barraca de camping durante toda a coleta... pois tive um sono tranquilo em Tutóia. Obrigada!

A Nete (pancadão), pela amizade consolidada ao longo destes sete anos de convivência, compartilhando os problemas vividos e me aconselhando sempre para eu tomar as decisões certas na vida! Posso te considerar uma irmã que torce e vibra com minhas conquistas sem esperar nada em troca. Muito obrigada pela lealdade e sempre se importar comigo nos momentos de minhas angústias. Eu adoro você!

A Prof^a Dra. Márcia Rego pela ajuda com o recurso financeiro da FAPEMA para que às viagens de Tutóia acontecessem durante o mestrado e pela parceria consolidada com Prof. Eduardo B. de Almeida Jr. Agradeço por todas alegrias compartilhadas ao viajar de carro e de barco para Tutóia! Saiba que você sempre está vestida com uma autoestima que encanta quem está a sua volta e de uma alegria contagiante, que me colocava para cima, deixando tudo mais leve, principalmente nos momentos de sol a pino na ‘moleira’ que deixava qualquer um murfino (rsrsrs). Também jamais esquecerei das fotos belíssimas que tiravas depois de um dia de trabalho inteiro, pois nem parecia que estavas em campo!!! Sempre que precisar de uma ajuda em campo, pode contar comigo... e não esquece de mim quando for novamente a Ilha Grande do Paulino, hein?! Obrigada por tudo!

A minha querida amiga e companheira de campo Maira Diniz que ao longo de um ano de coleta estivemos sempre juntas, uma cuidando da outra até mesmo na pilantragem dos MARIBONDOS nas flores de *Passiflora* sp. (kkkkkk), jamais esquecerei disso amigaaaaa...até hoje meu ‘beijo’ dói!!!! Também não poderia deixar de ressaltar os períodos de chuvas intensos nos quais tentávamos esquivar da água da lagoa para não entrar na bota e no tênis, sem saber que mais na frente algo pior nos esperava.... Entrar na lagoa e ficar com água até a cintura com todos equipamentos pendurados na cabeça (água até a p. literalmente kkkkk). Muito obrigada pela companhia (das idas ao banheiro de madrugada com a lanterna, de ter que tomar banho juntas para não ficarmos sozinhas e aproveitar para colocar o papo em dia na hora do banho).

Aos senhores Francisco e Dona Conceição (Dona Concita) por me ensinarem que a simplicidade e humildade é a coisa mais bonita que alguém pode ter, e mesmo com o pouco que tem, é feliz e divide com o próximo! Vocês foram um presente que ganhei durante esta jornada à Ilha Grande do Paulino e sou muito grata por isso. Não me esquecerei das conversas em meio a prensagem das plantas, Dona Concita fazendo seus artesanatos e conversando ou mandando Herik ir buscar comida para o coitado do jumento (rsrsrs)...ou correr para tomar

banho, jantar e deitar por que Sr. Francisco ia desligar o motor!!! Saudade de ter vivido tudo isso com vocês!!!

A Lourdinha, Manoel, Herick, Kariana, Vitória e Maria por todo acolhimento que me foi dado durante as idas a campo em Ilha Grande Do Paulino, e por partilharem também sobre a vida de vocês. Desejo tudo de bom e melhor para todos!!

Aos colegas da turma PPGBC-2017, Ananda Serejo, Aline Duarte, Carlos Marinho, Daiana Paulino (Concita), Luciano Chaves (passito), Erick Guimarães, Samara Serra (risadinha) e Raymony Tayllon pelos momentos que passamos juntos em meio aos desesperos de cada disciplina, entretanto, a cada play dos jogos mortais, nos mantivemos unidos para alcançarmos nossos objetivos com glória!

Ao amigo e companheiro de campo Carlos Neves, pelas conversas 'marawanderful' que tínhamos a noite após a ida ao campo. Nunca me esquecerei da história da 'bola de fogo' e ter que andar com uma agulha virgem caso a criatura aparecesse para a gente...detalhe: nunca levei esta agulha e graças a Deus, esta 'bola' não me apareceu! Muito obrigada por sua energia, você é uma pessoa linda! Conte comigo sempre que precisar...

A Dona Cecília e D. Ana por sempre cuidarem do espaço físico, mantendo a ordem no prédio da Bio! Saudades do café e cuscuz que dona Ceci fazia!!! Muito obrigada por tudo.

A médica Tatyana Azevedo e a psicóloga Luzia Souza por cuidarem de mim até o momento e torcerem para que tudo desse certo! Sou grata a tudo que fizeram por minha saúde até hoje!

A David Muniz pela elaboração do mapa de estudo.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a finalização deste trabalho que por ventura eu possa ter esquecido de mencionar!

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I.....	16
INTRODUÇÃO.....	17
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
OBJETIVOS.....	23
REFERÊNCIAS.....	24
CAPÍTULO II.....	27
RESUMO.....	28
INTRODUÇÃO.....	29
MÉTODOS.....	30
RESULTADOS.....	35
DISCUSSÃO.....	37
CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS.....	40
ANEXO.....	45

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A1-A2	Amazônia
C1-C8	Cerrado
R1-R13	Restingas
CTC	Capacidade de troca catiônica
CAP	Análise Canônica de Coordenadas Principais

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1. Mapa de localização das áreas de estudos das restingas do Maranhão. informações sobre as referências bibliográficas das áreas, coordenadas geográficas, siglas dos estados e de cada área, tipo de vegetação, além do número de espécies utilizadas no presente estudo. Legenda: dnp = dados não publicados.

Figura 2. Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP), obtida por meio da comparação da influência das variáveis ambientais temperatura (Temp.Min. e Temp. Max.) e precipitação (Prec.) sobre a composição de espécies em 23 áreas de estudo

Figura 3. Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP), obtida por meio da comparação da influência das variáveis ambientais temperatura (Temp.Min. e Temp. Max.) e precipitação (Prec.) sobre a distribuição de espécies.

Figura 4. Diagrama de Venn elaborado a partir da partição dos valores encontrados na análise Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP) X1 = variáveis ambientais temperatura (Temp. Min. e Temp. Max.) e precipitação (Prec.) e X2 = variável espacial.

RESUMO

A heterogeneidade ambiental é considerada um dos principais fatores que atuam nas mudanças dos padrões de composição das espécies, podendo estar relacionada com características climáticas, edáficas e topográficas. A distribuição das espécies também pode ser influenciada pelos mecanismos de dispersão, pelas interações bióticas e por motivos históricos, mostrando assim que diferentes fatores atuam como filtros em diferentes escalas espaciais e interagem para resultar na composição de uma comunidade ecológica. A variação climática e a estrutura do habitat são proponentes para caracterizar as áreas de tensão ecológica entre os biomas Amazônia e Cerrado, proporcionando a formação de diferentes fisionomias. Dentre estas áreas de tensão ecológica, as restingas limitam-se a um ecossistema de transição, por apresentar vegetação dos biomas que a margeiam, recobrando estreitas faixas da zona costeira de solos quartzarênicos de origem marinha. O estado do Maranhão está em uma posição geográfica singular, que o caracteriza em zona ecotonal por apresentar vegetação dos biomas da Floresta Amazônica e do Cerrado. O presente estudo teve como objetivo verificar a influência dos biomas adjacentes as restingas maranhenses bem como se os efeitos de variáveis climáticas (precipitação e temperatura) e distância geográfica tem relação com a distribuição da vegetação. Para testar as hipóteses, foi realizado um banco de dados com estudos florísticos das restingas do litoral amazônico do Maranhão e do Pará, das restingas do litoral setentrional do Ceará e Piauí e dos biomas Amazônico e Cerrado contemplando 23 áreas. Foi realizada uma análise canônica de coordenadas principais para medir a distância na similaridade das espécies entre diferentes áreas e avaliar a influência das variáveis climáticas de precipitação e temperatura e variável espacial. Posteriormente foi feito uma análise de partição de variância, gerando um diagrama de Venn para apresentar graficamente os efeitos individuais das variáveis espaciais na composição das espécies. As variáveis de temperatura e precipitação e distância geográfica não influenciaram as restingas, apesar do diagrama de Venn demonstrar que as variáveis climáticas apresentaram valor maior quando atuam juntas, ao invés de isoladas. Portanto, apesar das restingas maranhenses estarem entre os biomas Amazônico e do Cerrado a análise demonstrou que sua composição florística não recebeu influência da flora desses biomas, sendo explicada pela teoria da neutralidade onde a limitação de dispersão é fator preponderante independente das diferenças ambientais.

Palavras-chave: teoria da neutralidade; variáveis climáticas; restingas; biomas.

ABSTRACT

Environmental heterogeneity is considered one of the main factors that act on changes in species composition patterns and may be related to climatic, edaphic and topographic characteristics. Species distribution can also be influenced by dispersal mechanisms, biotic interactions, and historical reasons, thus showing that different factors act as filters at different spatial scales and interact to result in the composition of an ecological community. Climate variation and habitat structure are proposed to characterize the areas of ecological tension between the Amazon and Cerrado biomes, providing the formation of different physiognomies. Among these areas of ecological tension, the restinga vegetation of Maranhão is limited to a transitional ecosystem, as they present vegetation of the surrounding biomes, covering narrow strips of the coastal zone of soils of the quaternary period of marine origin. The state of Maranhão is in a unique geographical position, which characterizes it in the ecotonal zone for presenting vegetation of the Amazon Forest and Cerrado biomes. The present study aimed to verify if there is an influence of the adjacent biomes of restinga vegetation of Maranhão as well as if the effects of climatic variables (precipitation and temperature) and spatial variable are related to the vegetation distribution. To test the hypotheses, a database with floristic studies of restinga vegetation of the Amazonian coast of Maranhão and Pará, restinga vegetation of the northern coast of Ceará and Piauí and of the Amazon and Cerrado biomes covering 23 areas was performed. A canonical analysis of principal coordinates was performed to measure the distance in species similarity between different areas and to evaluate the influence of precipitation and temperature climate variables and spatial variable. Subsequently, a variance partition analysis was performed, generating a Venn diagram to graphically present the individual effects of spatial variables on species composition. It was observed that the temperature and precipitation variables and the spatial variable did not influence the restinga vegetation of Maranhão, although the Venn diagram shows that the climatic variables presented higher value when acting together, instead of isolated. Therefore, although restinga vegetation of Maranhão is between the Amazon and Cerrado biomes, the analysis showed that their floristic composition was not influenced by the flora of these biomes, being explained by the theory of neutrality where dispersion limitation is a major factor independent of environmental differences.

Key-words: neutrality theory; climatic variables; restinga vegetation of Maranhão; biomes.

CAPÍTULO I

APRESENTAÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO

A heterogeneidade ambiental, as condições do habitat e as variáveis ambientais são as principais características que influenciam a distribuição das espécies e os padrões de organização biológica (PIRES et al., 2014). De modo particular, as variáveis ambientais contribuem para a formação de um gradiente de distribuição do componente florístico e estrutural possibilitando o estabelecimento das espécies em ambientes específicos para seu desenvolvimento (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000; ENGELBRECHT et al., 2007; EISENLOHR et al., 2013; MATOS & FERREIRA, 2013; SAITER et al., 2015; SANTOS, 2017). Dentre essas variáveis, a precipitação e temperatura são consideradas como os principais influenciadores pelo desenvolvimento da vegetação e pela variação florística e estrutural em ecossistemas tropicais (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000).

A variação climática e a estrutura do habitat são proponentes para caracterizar as áreas de tensão ecológica entre os biomas Amazônia e Cerrado, proporcionando a formação de diferentes fisionomias (SILVA et al., 2006; HAIDAR, et al., 2013). Dentre estas áreas de tensão ecológica, as restingas podem ser consideradas como um ecossistema de transição, por apresentar vegetação dos biomas que a margeiam (SCARANO, 2002), recobrando estreitas faixas da zona costeira de solos quartzarênicos de origem marinha (FERNANDES, 1998).

O estado do Maranhão está em uma posição geográfica singular, que o caracteriza em zona ecotonal por apresentar vegetação dos biomas da Floresta Amazônica e do Cerrado (HAIDAR, et al., 2013). No entanto, os estudos florísticos já desenvolvidos nas restingas do Maranhão tem destacado apenas a colonização de espécies oriundas do bioma amazônico, (CABRAL-FREIRE & MONTEIRO, 1993; SERRA; LIMA & ALMEIDA JR., 2016) sem mencionar a influência da vegetação de cerrado neste ecossistema. Sendo assim, a presente pesquisa delimitou-se em analisar se a proximidade geográfica dos ecossistemas adjacentes e as variáveis climáticas e espacial influenciam na composição florística das restingas do Maranhão.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Restingas

As restingas compreendem as planícies costeiras datadas do Quaternário apresentando distintas associações vegetais em mosaicos que lhes conferem uma flora e fauna diversificada distribuída em diferentes ambientes (ESTEVES, 1998; LIMA & ALMEIDA JR., 2018).

Por ser um ecossistema de formação geomorfológica recente, a vegetação que coloniza as restingas é oriunda dos ecossistemas adjacentes como Mata Atlântica, Amazônia, Cerrado e Caatinga (RIZZINI, 1997; CERQUEIRA, 2000; ROCHA et al., 2004; SCARANO, 2002).

Por ocupar cerca de 80% do litoral brasileiro, aproximadamente 7.360 km de extensão (MEDEIROS; LOPES & ZICKEL, 2007), as restingas distribuem-se em todos estados da costa brasileira (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão, Pará e Amapá), obtendo maior extensão para a região Nordeste com 3.306 Km (PINHEIRO et al., 2008).

A vista disso, estudos florísticos que utilizaram análises de similaridade, tem corroborado para comprovar a influência dos ecossistemas adjacentes na riqueza específica das áreas de restingas da costa brasileira.

Deste modo, a partir de um inventário florístico desenvolvido nas restingas do litoral do Piauí (Parnaíba e Luíz Correia), Santos-Filho et al. (2013) compararam seus dados com outras listagens florísticas desenvolvidas em restingas do Nordeste. Os autores encontraram uma maior semelhança das restingas piauiense com as demais do Nordeste brasileiro, que estão intrinsecamente relacionadas à Floresta Atlântica em sua composição. Também no Piauí, Amaral e Lemos (2015) destacam que o complexo vegetacional da Zona Costeira do estado apresenta uma flora com espécies típicas da Caatinga, Cerrado e Restinga, sugerindo que a comunidade vegetal apresenta caráter transitório. Este caráter transitório ou ambiente de transição encontrado nas restingas do litoral piauiense tem uma relação direta com a proposta de Rizzini (1997), que considera a planície costeira como rota migratória de plantas para as formações da Floresta Amazônica e Atlântica, uma vez que a expansão de espécies da Floresta Amazônica para a Floresta Atlântica ocorreu através do litoral.

Pressupõem-se que durante o período mais úmido do Quaternário, houve conexões entre as florestas úmidas do Atlântico e da Amazônia pela expansão dessas florestas e/ou pelo

surgimento de corredores ecológicos (BIGARELLA & ANDRADE-LIMA, 1982; FERNANDES & QUEIROZ, 2015). Diante deste fato, Fernandes e Queiroz (2015) relataram que a composição florística das florestas de restingas do sul do estado da Bahia são influenciadas pelas florestas pluviais. Os autores corroboraram a hipótese, uma vez que os estoques florísticos das florestas pluviais têm efeito sob as florestas de restingas, em virtude da proximidade geográfica entre ambas. Os autores também explanaram que algumas espécies da floresta de restinga ocorrem desde florestas de domínio do Atlântico até os domínios da Caatinga e do Cerrado, chegando ocasionalmente à região amazônica (FERNANDES & QUEIROZ, 2015).

A composição florística das restingas do Ceará foram definidas como região ecotonal devido à flora local apresentar elementos florísticos que utilizam das condições climáticas para se estabelecerem, conferindo-lhe uma mistura de espécies de distintos domínios fitogeográficos (CASTRO et al., 2012). Além disso, a costa setentrional do Nordeste brasileiro foi considerada como corredor ecológico por ter o Cerrado de um lado e Mata Atlântica do outro, sendo contornado pela Caatinga (CASTRO et al., 2012).

Restingas do Maranhão

O estado do Maranhão é caracterizado como região ecotonal pela transitoriedade da flora e da fauna dos biomas da Amazônia, Cerrado e Caatinga (MUNIZ, 2006) conferindo-lhe uma diversidade única para o Estado. Considerado o segundo maior litoral do país, a costa maranhense possui aproximadamente 640 Km de extensão (EL-ROBRINI et al., 2006) e abrange duas vertentes: o litoral Amazônico e o litoral Nordestino Setentrional (VILLWOCK et al., 2005).

O Litoral Amazônico conhecido como região das reentrâncias e localizado na porção oeste do estado é formado por manguezais, cordões litorâneos, ilhas, profundos estuários e falésias, apresentando um regime tropical típico da floresta Amazônica com pluviosidade total acima de 2.000 mm por ano (IBAMA, 2002). Já o Litoral Nordestino Setentrional, localizado na porção leste, caracteriza-se por apresentar uma costa retilínea com restingas, formações de dunas fixas e móveis, manguezais, ilhas, baías, sistemas deltaicos e estuarinos, e assume caráter de transição de áreas mais secas com pluviosidade inferior a 1.800 mm (IBAMA, 2002).

Tendo em vista a grande peculiaridade da costa litorânea do Maranhão, estudos florísticos foram delineados para o conhecimento da vegetação local e entender as relações da

influência dos ecossistemas adjacentes (MUNIZ, 2006). Em um levantamento da composição florística em Dunas, foram avaliados os domínios fitogeográficos das espécies, conferindo-lhes a presença dos biomas da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampas e Pantanal nos táxons, apresentando ampla distribuição em todos os biomas brasileiros (AMORIM; AMORIM e ALMEIDA JR., 2016).

Em um estudo realizado em uma restinga do Maranhão, observou-se semelhança florística com as restingas do estado Pará, e possivelmente os fatores associados a semelhança entre estas áreas seria as condições climáticas e proximidade geográfica (SERRA; LIMA & ALMEIDA JR., 2016; LIMA & ALMEIDA JR., 2018) que podem ter um peso chave em relação às variações florísticas e estruturais em distintos ecossistemas tropicais (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000), sugerindo que a vegetação costeira pode fornecer corredores ecológicos em ambientes ecótonos (CASTRO et al., 2012).

Áreas Ecotonais

As áreas ecotonais ou zonas de transição são caracterizadas por dois ou mais ecossistemas que se conectam (TANNUS, 2004), conferindo-lhe espécies comuns aos ecossistemas adjacentes e com condições climáticas semelhantes, que propiciam a formação de gradientes ambientais que interagem e simultaneamente mantêm as particularidades ecológicas (ODUM, 2007; GUILHERME & NAKAJIMA, 2007; HAIDAR et al., 2013). Os ecótonos, frequentemente, ocorrem ao longo de um gradiente ecológico resultante de mudanças espaciais das elevações, clima, solo e outros fatores ambientais (KARK, 2013).

Ambientes ecotonais que são ocupados por mais de um tipo de vegetação ou formações fitofisionômicas tendem a ter uma riqueza de espécies relativamente mais elevada, devido a sua heterogeneidade que é comumente maior (BOTREL et al., 2002). Estas áreas desempenham papel fundamental na especiação, além de apresentarem uma diversidade biológica mais ampla do que os ecossistemas vizinhos (SCHILTHUIZEN, 2000). Os ecótonos são considerados “laboratórios naturais” para estudar os processos evolutivos, por evidenciarem a divergência entre espécies, sugerindo que áreas de transição podem servir como centro de especiação (KARK, 2013).

No Brasil, as áreas que apresentam vegetação de transição são denominadas de “Floresta Estacional Perenifólia” (Floresta Estacional/ Floresta Ombrófila) (HAIDAR et al., 2013). Alguns estudos desenvolvidos em áreas de transição ecológica, estacam a biodiversidade encontrada nestas áreas (KUNZ et al., 2009; HAIDAR et al., 2013). As áreas de transição no Brasil podem ser encontradas em três regiões: Centro Oeste (Mato Grosso); Norte (Amazonas, Pará e Tocantins); e Nordeste (Maranhão). No Mato Grosso, Tocantins e Maranhão as áreas são marcadas pela influência dos domínios da Amazônia e Cerrado (MUNIZ, 2006; KUNZ et al., 2009; HAIDAR et al., 2013).

No Centro Oeste, a região de transição é denominada de “Floresta Associada ao Planalto dos Parecis”, caracterizada como um ecótono que apresenta formações florestais ombrófilas e estacionais que se misturam aleatoriamente, havendo uma enorme dificuldade em delimitar as áreas de contato entre áreas de Floresta Ombrófila, Floresta Estacional e Cerrado (KUNZ et al., 2009). No Norte, as áreas de transição no Estado do Tocantins (Florestas Estacionais Semidecíduais e Deciduais) estão condicionadas à sazonalidade climática e variações ambientais locais, responsáveis pelo grau de deciduidade do componente arbóreo durante a seca (HAIDAR et al., 2013). No Nordeste, a região ecotonal do Maranhão é formada por uma alternância de Floresta densa e aberta, com uma transição gradual (MUNIZ, 2011), refletindo os aspectos transicionais de clima e condições edáficas do Estado (MUNIZ, 2006). No entanto, são escassos os estudos que foram desenvolvidos para o Estado elucidando as relações da flora dessas áreas transicionais.

Variáveis Ambientais

Investigar o padrão da vegetação tem sido crucial para providenciar bases teóricas para conservação da biodiversidade (EISENLOHR et al., 2013). A classificação da vegetação não depende somente da sua composição de espécies, mas também das variáveis ambientais que as influenciam (PIRES et al., 2014). As variáveis apresentam influências importantes para regiões ecotonais, embora outros processos também possam influenciar a estrutura da vegetação (PASSOS et al., 2018), podendo se manifestar em várias escalas, sendo uma tarefa complexa analisar a interação entre os fatores ambientais e o padrão vegetacional (TOREZAN; SILVEIRA, 2002).

A relação entre o componente vegetal de uma área e as variáveis ambientais tem sido o foco de vários estudos (BOTREL et al., 2002; SCUDELLER et al., 2011; HIGUCHI et al.,

2012; EISENLOHR et al., 2013; PIRES et al., 2014; FRANÇOSO et al. 2016). Segundo Scudeller et al. (2011), a altitude, a precipitação e a temperatura podem propiciar a distinção entre áreas como a província e a costa Atlântica. Eisenlohr et al. (2013) afirmam que além das variáveis ambientais, a distância geográfica entre localidades, distúrbios de origem humana e natural e a topografia também podem influenciar na composição e no padrão da vegetação. Esses distúrbios humanos podem interferir de forma indireta, ao afetar as condições de água e temperatura.

Para Pires et al. (2014) as principais características do ambiente que influenciam na distribuição das espécies e os padrões de organização biológica são heterogeneidade, qualidade de habitat e complexidade estrutural. Enquanto Kunz et al. (2009) afirmam que clima, precipitação, temperatura e condições edáficas influenciam a distribuição das espécies e atuam diretamente na similaridade florística entre as áreas.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Verificar se os biomas Amazônico e Cerrado influenciam na colonização da vegetação do ecossistema do litoral setentrional brasileiro e se a proximidade geográfica e as variáveis ambientais (precipitação e temperatura) contribuem para a composição e distribuição das espécies nas restingas.

Objetivos Específicos

- Investigar se a distância geográfica influencia na composição florística das restingas do litoral setentrional em relação aos ecossistemas adjacentes.
- Analisar se as variáveis ambientais (precipitação e temperatura) estão associadas à distribuição de espécies entre as áreas analisadas.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, M. C.; LEMOS, J. R. Floristic survey of a portion of the vegetation complexo of the coastal zone in Piauí state, Brazil. **American Journal of Life Sciences**, v. 3, n. 3, p. 213-218, 2015.
- AMORIM, G. S.; AMORIM, I. F. F.; ALMEIDA JR., E. B. Flora de uma área de dunas antropizadas na praia de Araçagi, Maranhão. **Revista Biociências**, v. 22, n. 2, p. 18-29, 2016.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D. Paleoenvironmental changes in Brazil. In: Biological diversification in the Tropics. Plenum Press, New York. 1982. p. 27-40.
- CABRAL-FREIRE, M. C.; MONTEIRO, R. Florística das praias da Ilha de São Luiz, Estado do Maranhão (Brasil): Diversidade de espécies e suas ocorrências no litoral brasileiro. **Acta Amazônica**, v. 23, n. 2-3, p. 125-140, 1993.
- CASTRO, A. S. F., MORO, M. F.; MENEZES, M. O. T. O Complexo Vegetacional da Zona Litorânea no Ceará: Pecém, São Gonçalo do Amarante. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 108–124, 2012.
- CERQUEIRA, R. Biogeografia das restingas. In: ESTEVES, F. A.; LACERDA, L. D. (Eds.). Ecologia de restingas e lagoas costeiras. Macaé, Rio de Janeiro, Brasil. NUPEM/UFRJ. 2000. p. 65-75.
- EL-ROBRINI, M. et al. Erosão e propagação do litoral brasileiro: Maranhão. In: MUEHE, D. (Org.). Erosão e propagação do litoral brasileiro. Brasília: editora São Paulo, p. 87-130, 2006.
- EISENLOHR, P. V. et al. Disturbances elevation, topography and spatial proximity drive vegetation patterns along an altitudinal gradient of a top biodiversity HotSpot. **Biodiversity and conservation**, v. 22, n. 12, p. 2767-2783, 2013.
- ENGELBRECHT, B. M. J. et al. Drought sensitivity shapes species distribution patterns in tropical Forest. **Nature**, v. 447, n. 7140, p. 80-82, 2007.
- ESTEVES, F. A. Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (NUPEM/ UFRJ). 442 pp, 1998.
- FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. Floristic surveys of restinga forests in southern Bahia, Brazil, reveal the effects of geography on community composition. **Rodriguesia**, v. 66, n. 1, p. 51-73, 2015.
- GUILHERME, F. A. G.; NAKAJIMA, J. N. Estrutura da vegetação arbórea de um remanescente ecotonal urbano floresta-savana no Parque do Sabiá, em Uberlândia, MG. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 329-338, 2007.
- Haidar, R. F. et al. Florestas estacionais e áreas de ecótono no estado do Tocantins, Brasil: parâmetros estruturais, classificação das fitofisionomias florestais e subsídios para conservação. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 3, p. 261–290, 2013.

IBAMA. Plano de Manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. Brasília: IBAMA/UFMA, 2002. 365p.

KUNZ, S. H.; IVANAUSKAS, N. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, E.; STEFANELLO, D. Análise da similaridade florística entre florestas do Alto Rio Xingu, da bacia Amazônica e do Planalto Central. **Revista Brasileira Botânica**, v. 32, n.4, p. 725-726, 2009.

LIMA, G. P.; ALMEIDA JR., E. B. Diversidade e similaridade florística de uma restinga ecotonal no maranhão, nordeste do Brasil. **Interciência**, v. 43, n. 4, p. 275-282, 2018.

MATOS, D. C. L.; FERREIRA, L. V.; SALOMÃO, R. D. P. Influence of geographical distance in richness and composition of tree species in a tropical rain forest in Eastern Amazonian. **Rodriguesia**, v. 64, n. 2, p. 357-367, 2013.

MEDEIROS, D. P. W.; LOPES A. V.; ZICKEL C. S. Phenology of woody species in tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. **Flora (Jena)**, v. 202, p. 513-520, 2007.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W.; SHIMIZU, G. Y.; Pégasus Sistemas e Soluções, 2007. Fundamentos de ecologia. Thomson Learning, São Paulo.

OLIVEIRA-FILHO A. T., FONTES M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, p. 793-810, 2000.

PINHEIRO, L. S.; CORIOLANO, L. N.; COSTA, M. F.; DIAS, J.A. O nordeste brasileiro e a gestão costeira. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 5-10, 2008.

PIRES, G. G. et al. 2014. Influência de variáveis ambientais na comunidade arbórea de insilbergs. **Cerne**, v. 20, n. 1, p. 97-104, 2014.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. [s.1.] Âmbito Cultural, 1997.

SAITER, F. Z. et al. Floristic units and their predictors unveiled in part of the atlantic forest hotspot: Implications for conservation planning. **Anais da academia brasileira de ciências**, v.87, n.4, p. 2031-2046, 2015.

SANTOS, P. M. Topografia e solo definindo a vegetação em escala local no ecótono cerrado-floresta amazônica. 2017. 56f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação) Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JR., E. B.; ZICKEL, C. S. A flora das restingas de Parnaíba e Luiz Correia – litoral do Piauí, Brasil. In: SANTOS-FILHO, F. S.; LEITE-SOARES, A. F. C.; ALMEIDA JR., E. B. (Orgs.). Biodiversidade do Piauí: pesquisas & perspectivas vol. 2. Curitiba: CRV. 2013. p. 37-59.

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

SCHILTHUIZEN, M. Ecotone: Speciation-prone. **Trends in ecology e evolution**, v. 15, n. 4, p. 130-131, 2000.

SERRA, F. C. V., LIMA, P. B., ALMEIDA JR, E. B. Species richness in restinga vegetation on the eastern Maranhão State, Northeastern Brazil. **Acta Amazonica**, v. 46, n. 3, p. 271–280, 2016.

SILVA, J. F., et al. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 3, p. 536–548, 2006.

TANNUS, J. L. S.; ASSIS, M. A. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina - SP, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 27, p. 489-506, 2004.

VILLWOCK, J. A. et al. Geologia e Geomorfologia de Regiões Costeiras. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (Org.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005, p. 94-113.

CAPÍTULO II

Artigo a ser enviado ao periódico:

APPLIED VEGETATION SCIENCE

FLORA DAS RESTINGAS EM ÁREAS ECOTONAIIS: SIMILARIDADE E INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Bruna E. F. Correia¹, Antônio F. C. Silva², Eduardo B. Almeida Jr.³, Alana C. F. Aguiar³

¹Mestranda em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil

²Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil

³Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil

Correspondência

email: ebaj25@yahoo.com.br

RESUMO

Questão: Os fatores abióticos (temperatura e precipitação), distância geográfica e os biomas adjacentes influenciam na distribuição e composição das espécies vegetais das restingas maranhenses?

Localização: Litoral Setentrional Brasileiro.

Objetivos: nosso objetivo foi avaliar a influência dos biomas Amazônico e Cerrado no ecossistema do litoral setentrional brasileiro bem como, o efeito de variáveis climáticas (Temperatura e Precipitação) e espaciais (distância geográfica) na composição de espécies das restingas maranhenses.

Métodos: trabalhamos com um banco de dados contendo 1.090 espécies em três formações florestais (Amazônia, Cerrado e restingas). Foi realizada uma Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP) para verificar o efeito das variáveis ambientais e espaciais na composição de espécies.

Resultados: a flora das restingas maranhenses não está associada a flora de nenhum dos biomas adjacentes e as variáveis ambientais não foram responsáveis por explicar a variação na composição de espécies entre as áreas de restinga. O diagrama de Venn mostrou que as

variáveis ambientais e espaciais apresentaram baixas influências na mudança da composição das espécies mesmo quando analisadas em conjunto.

Conclusões: no estudo foi possível perceber que as restingas apresentam uma composição vegetal independente dos biomas adjacentes; destacando assim a heterogeneidade vegetal, que podem estar sendo gerados por fatores como endemismo, intensos processos evolutivos ou até pela presença de espécies invasoras. Os dados mostraram também que não houve relação entre as variáveis testadas (ambientais e espaciais) com os padrões de distribuição encontrados nas restingas maranhenses. Dessa forma outras variáveis podem explicar os padrões de distribuição de espécies nas restingas do estado do Maranhão.

Palavras-Chave: variáveis climáticas, Amazônia, Cerrado, restinga, composição florística, ecossistema, padrões de distribuição, distância geográfica.

INTRODUÇÃO

A heterogeneidade ambiental é considerada um dos principais fatores que atuam nas mudanças dos padrões de composição das espécies, podendo estar relacionada com características climáticas, edáficas e topográficas (Eisenlohr et al., 2013; Sanchez, Pedroni, Eisenlohr, & Oliveira-Filho, 2013; Thuiller, 2013; Oliveira-Filho, Budke, Jarenkow, Eisenlohr, & Neves, 2015). A distribuição das espécies também pode ser influenciada pelos mecanismos de dispersão, pelas interações bióticas e por motivos históricos (Whittaker et al., 2001; Cottenie, 2005; Diniz-Filho et al., 2012), mostrando assim que diferentes fatores atuam como filtros em diferentes escalas espaciais e interagem para resultar na composição de uma comunidade ecológica (Whittaker et al., 2001; ter Steege, & Zagt, 2002).

Em ambientes tropicais, os fatores abióticos exercem importante influência na determinação das variações florísticas (Parmentier, Stévant & Hardy, 2005). Estas zonas de transição, geralmente apresentam táxons raros, tendem a possuir elevados índices de riqueza e abundância de espécies, além de serem consideradas como centros de importantes processos evolutivos (Schilthuizen, 2000; Kark, & van Rensburg, 2006).

No Brasil, existem três principais áreas ecotonais: a transição Cerrado-Amazônia que ocupa 4,85% do território brasileiro, Caatinga-Amazônia com 1,7% e Cerrado-Caatinga com 1,3% (IBAMA, 2003). As áreas de contato entre estes biomas são reconhecidas pelas variações climáticas e pelo ambiente físico, que proporcionam a formação de fitofisionomias distintas

(Silva, Farinas, Felfili, & Klink, 2006; Haidar et al., 2013). Particularmente, o estado do Maranhão possui uma extensa área de transição entre a Floresta Amazônica e o Cerrado, caracterizada pela alta diversidade de ecossistemas (Silva et al., 2016).

Dentre os ecossistemas que estão localizados no contexto desta zona transicional no Maranhão, as restingas se destacam pelas questões inerentes a origem da sua composição de espécies, sendo um grande potencial para testes de hipóteses ecológicas relacionadas à fitogeografia (Machado, & Almeida Jr., 2019). Este ecossistema litorâneo é comumente formado por espécies oriundas dos domínios fitogeográficos adjacentes (Rizzini, 1997; Cerqueira, 2000; Scarano, 2002; Araujo & Pereira, 2009). A característica da colonização da restinga por espécies vegetais oriundas de outros ecossistemas ou biomas, a tipificam também como um ambiente de transição (Freire, 1990; Rizzini, 1997; Cerqueira, 2000).

Para o Maranhão, estudos desenvolvidos no litoral têm sugerido que a zona costeira do Estado, por se encontrar nesta faixa de contato entre o bioma Amazônico e o Cerrado, provavelmente sofre influência dos mesmos na formação da sua composição florística (Cabral-Freire & Monteiro, 1993; Amorim, Amorim & Almeida Jr., 2016; Serra, Lima, & Almeida Jr, 2016). No entanto, essas suposições carecem de mais pesquisas e embasamentos para apresentar afirmações mais consistentes (Machado & Almeida Jr., 2019).

Diante do exposto, o presente estudo analisa a flora das restingas maranhenses e verifica se suas relações florísticas provêm da proximidade geográfica com outros biomas adjacentes, bem como se fatores abióticos também possuem influência na montagem das comunidades. Assim, buscou-se responder o seguinte questionamento: a) as restingas maranhenses são influenciadas pelos biomas adjacentes e por fatores abióticos e distância geográfica na composição e distribuição das espécies vegetais?

MÉTODOS

Compilação de dados

Para a realização desta pesquisa foi elaborado um banco de dados utilizando a listagem de quatro estudos florísticos de restinga já desenvolvidos na Ilha do Maranhão: Serra et al. (2016); Silva, Araujo & Almeida Jr. (2016); Amorim et al. (2016); Lima & Almeida Jr. (2018). Para expandir os pontos de amostragem para outras áreas do litoral do estado, foram realizadas coletas na praia de Itatinga (02°24'46.6"S, 44°24'01.7"W) localizada no município de Alcântara (Correia et al., dados não publicados) e na Ilha Grande do Paulino (02°43'58.2"S,

42°11'23.4"W), localizada no município de Tutóia (Correia et al., dados não publicados) (Figura 1).

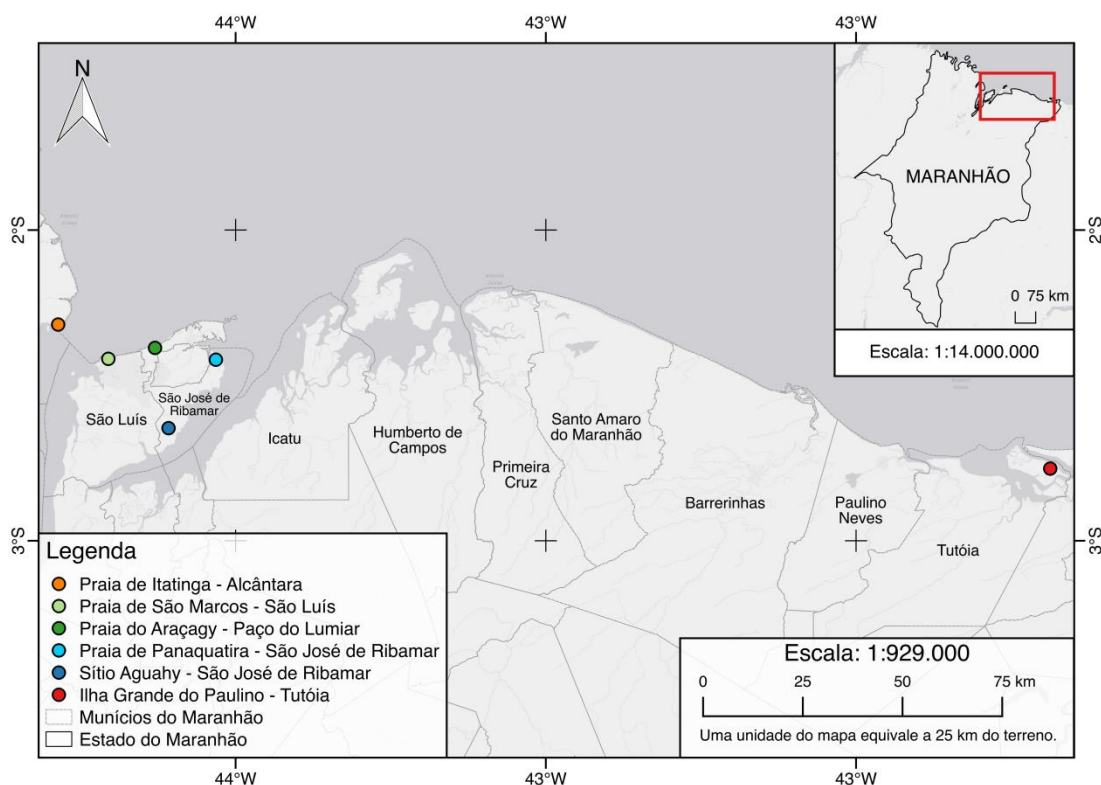


Figura 1: Áreas analisadas do litoral do Estado do Maranhão. Sistema de Projeção: UTM; Datum: WGS 84; Fonte: ESRI National Geographic e IBGE. Autoria: David Muniz.

Para comparar a flora das restingas do Maranhão com biomas adjacentes foram utilizados estudos florísticos da Floresta Amazônica e Cerrado. Além disso, foram incluídos dados das restingas dos estados do Pará (Litoral Amazônico), Piauí e Ceará (Litoral Nordestino Setentrional) (Tabela 1). Deste modo, o banco de dados das espécies foi composto por 23 áreas, representando os tipos de vegetação da Floresta Amazônica (2 locais), Cerrado (8 locais) e Restinga (13 locais).

A listagem das espécies seguiu a classificação do APG IV (2016) e para a verificação correta da grafia do nome das espécies e dos autores utilizamos o banco de dados do Tropicos (<http://www.tropicos.org/>) e da Flora do Brasil 2020 em construção (www.floradobrasil.jbrj.gov.br/).

Análises de similaridade

Para verificar a influência dos biomas Amazônico e Cerrado na colonização da vegetação do Litoral Maranhense foi utilizada uma análise de similaridade de Jaccard. Deste modo, foi montada uma matriz binária (presença e ausência) com as respectivas listagens florísticas das áreas de restingas do litoral maranhense, do litoral nordestino setentrional e do litoral amazônico, Floresta Amazônica e Cerrado (Tabela 1). Como critério de inclusão para análise foram consideradas apenas espécies lenhosas e táxons identificados até epíteto específico. As análises foram executadas por meio do pacote *vegan* (Oksanen et al. 2016) do programa R versão 3.5.1 (R Development Core Team 2016).

Análise do efeito da distância geográfica

Para verificar a relação entre a distância geográfica e os padrões de distribuição de espécies, utilizamos os valores das coordenadas para realizar uma Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP) a fim de medir o efeito da distância na similaridade das espécies entre as áreas. As análises foram executadas com auxílio do pacote *vegan* (Oksanen et al. 2016) do programa R versão 3.5.1 (R Development Core Team 2016).

Análise das variáveis ambientais

A influência das variáveis ambientais (Temperatura e Precipitação) foi avaliada em relação à distribuição de espécies ao longo das áreas de estudo e áreas adjacentes, foi realizada a Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP), e utilizado o índice de similaridade de Jaccard com base nos dados de ausência e presença das espécies das áreas estudadas. Foram utilizados dados de Precipitação (Precipitação total) e Temperatura (média máxima e média mínima) ao longo de um intervalo de um ano (variação diária), referentes ao ano de realização de cada levantamento obtido através da base de dados disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (www.inmet.gov.br), e utilizamos posteriormente os valores de desvio padrão de cada uma dessas três variáveis em cada área. Foi realizado uma análise de partição da variância para verificar os efeitos individuais das variáveis ambientais e espaciais na variação da composição de espécies, sendo está representada graficamente através de um diagrama de Venn. A análise foi executada pelo pacote *vegan* (Oksanen et al. 2016) do programa R versão 3.5.1 (R Development Core Team 2016).

Tabela 1. Listagem dos estudos desenvolvidos nos biomas da Amazônia e Cerrado e em diferentes restingas do litoral Nordestino Setentrional e litoral Amazônico, com as informações sobre as referências bibliográficas das áreas, coordenadas geográficas, siglas dos estados e de cada área, tipo de vegetação, além do número de espécies utilizadas no presente estudo. Legenda: dnp = dados não publicados.

Área	Coordenadas Geográficas	Estado	Vegetação	Sigla	Nº de spp. utilizadas	Referência
Itatinga	2°24'46.60"S/44°24'1.70"W	MA	Restinga	R1	137	Correia et al. dnp
Tutóia	2°43'58.20"S/42°11'23.40"W	MA	Restinga	R2	86	Correia et al. dnp
Araçagy	2°27'56.00"S/44°10'55.00"W	MA	Restinga	R3	113	Amorim et al. (2016)
Sítio Aguahy	2°38'54.25"S/44°7'35.03"W	MA	Restinga	R4	102	Serra et al. (2016)
São Marcos	2°29'7.00"S/44°15'59.00"W	MA	Restinga	R5	102	Silva et al. (2016)
Panaquatira	2°28'23.00"S/44°3'13.80"W	MA	Restinga	R6	164	Lima e Almeida Jr. (2018)
Praia do Crispim	0°35'3.34"S/47°39'7.97"W	PA	Restinga	R7	207	Amaral et al. (2008)
Ilha de Algodal	0°36'31.44"S/47°34'54.44"W	PA	Restinga	R8	286	Amaral et al. (2009)
Ilha Grande	2°50'54.00"S/41°47'39.00"W	PI	Restinga	R9	62	Santos-Filho et al. (2015)
Parnaíba	2°56'0.65"S/41°41'37.67"W	PI	Restinga	R10	107	Santos-Filho et al. (2013)
Luiz Correia	2°56'36.34"S/41°29'25.34"W	PI	Restinga	R11	104	Santos-Filho et al. (2013)
Pecém	3°33'7.05"S/38°48'32.35"W	CE	Restinga	R12	176	Castro et al. (2012)
Jericoacoara	2°50'8.97"S/40°29'22.00"W	CE	Restinga	R13	82	Matias e Nunes (2001)
Parque Estadual do Mirador	6°26'45.82"S/45°20'5.45"W	MA	Cerrado	C1	91	Conceição e Castro (2019)

Parque Estadual do Mirador	6°13'9.21"S/44°51'20.18"W	MA	Cerrado	C2	79	Rodriguez e Conceição (2014)
Carolina	7°16'7.80"S/47°29'35.77"W	MA	Cerrado	C3	48	Medeiros e Walter (2012)
Urbano Santos	3°18'60.00"S/43°12'0.00"W	MA	Cerrado	C4	34	Silva et al. (2008)
Parque Nacional de Sete Cidades	4°10'16.79"S/41°37'47.18"W	PI	Cerrado	C5	77	Mesquita e Castro (2007)
Chapada Grande Meridional	6°38'29.89"S/42°11'40.23"W	PI	Cerrado	C6	41	Lindoso et al. (2009)
Chapada do Araripe	7°24'0.00"S/39°20'0.00"W	CE	Cerrado	C7	87	Costa et al. (2004)
Rio Fogo	5°24'9.48"S/35°23'0.15"W	RN	Cerrado	C8	91	Oliveira et al. (2012)
Parque Estadual do Bacanga	2°34'47.80"S/44°15'16.99"W	MA	Amazônica	A1	104	Muniz e Monteiro (1996)
Buriticupu	4°15'60.00"S/46° 9'60.00"W	MA	Amazônica	A2	99	Muniz (2011)

RESULTADOS

Após as análises observou que não houve uma relação forte das variáveis ambientais (precipitação e temperatura) e da distância espacial (CAP1: $R^2= 0.5981$ e CAP2: $R^2= 0.5416$) na composição de espécies das áreas de restingas. No entanto, apesar das variáveis ambientais não terem valor muito alto na análise de partição, elas estão bem relacionadas a composição das espécies.

As correlações das variáveis com o primeiro eixo de ordenação em valor absoluto foram: Temperatura Min.=0.5001, Temperatura Max.=-0.3112 e Precipitação =0.4626. As variáveis Temperaturas Min. e Precipitação apresentaram-se mais correlacionadas ao eixo CAP 1; enquanto a Temperatura Máx. apresentou uma fraca correlação com o eixo CAP1 e o eixo CAP 2.

As restingas do Pará (R7 e R8) tiveram a estrutura de suas comunidades correlacionadas com a precipitação, enquanto as demais restingas apresentaram baixa relação com as variáveis ambientais utilizados em nosso estudo (Figura 2). As restingas do Pará foram as que apresentaram menor proximidade com as demais áreas de restingas analisadas e maior proximidade com áreas da Amazônia maranhense (A1 e A2).

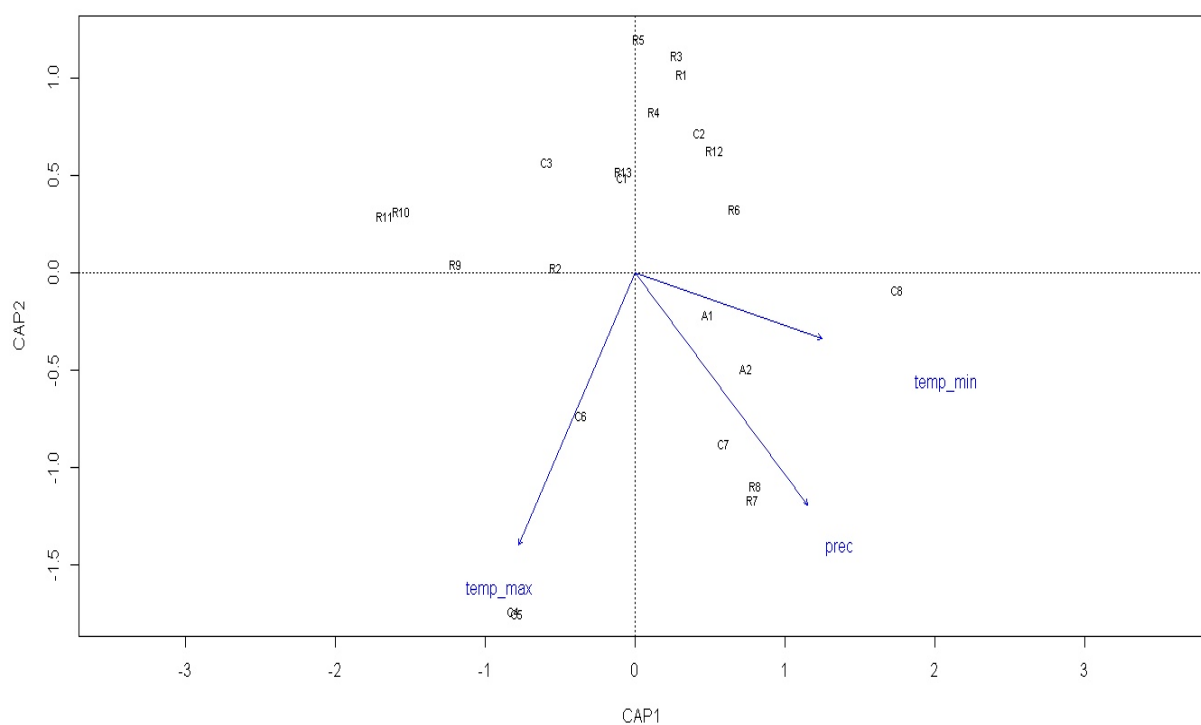


Figura 2: Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP), obtida por meio da comparação da influência das variáveis ambientais temperatura (Temp. Min. e Temp. Max.) e precipitação

(Prec.) sobre a composição de espécies em 23 áreas de estudo A1-A2=Amazônia; C1-C8=Cerrado; R1-R13= Restingas.

Com base na estrutura das comunidades estudadas e nas características ambientais encontradas pudemos perceber que maioria das restingas maranhenses (R1, R3, R4, R5 e R6) foi agrupada com uma restinga do Ceará (R12) e uma área de Cerrado (C2). Contudo, em específico as comunidades encontradas na restinga de Tutóia (R2), agruparam-se com as restingas do Piauí (R9, R10 e R11) e Ceará (R13) e as áreas do Cerrado do Maranhão (C1 e C3).

Já para a distribuição das espécies nas áreas estudadas, não foi possível encontrar um padrão de distribuição condicionado pelas variáveis climáticas abordadas no presente estudo (Fig. 3). Mostrando que as espécies podem ter sua distribuição explicada por outras variáveis além das variáveis analisadas no estudo.

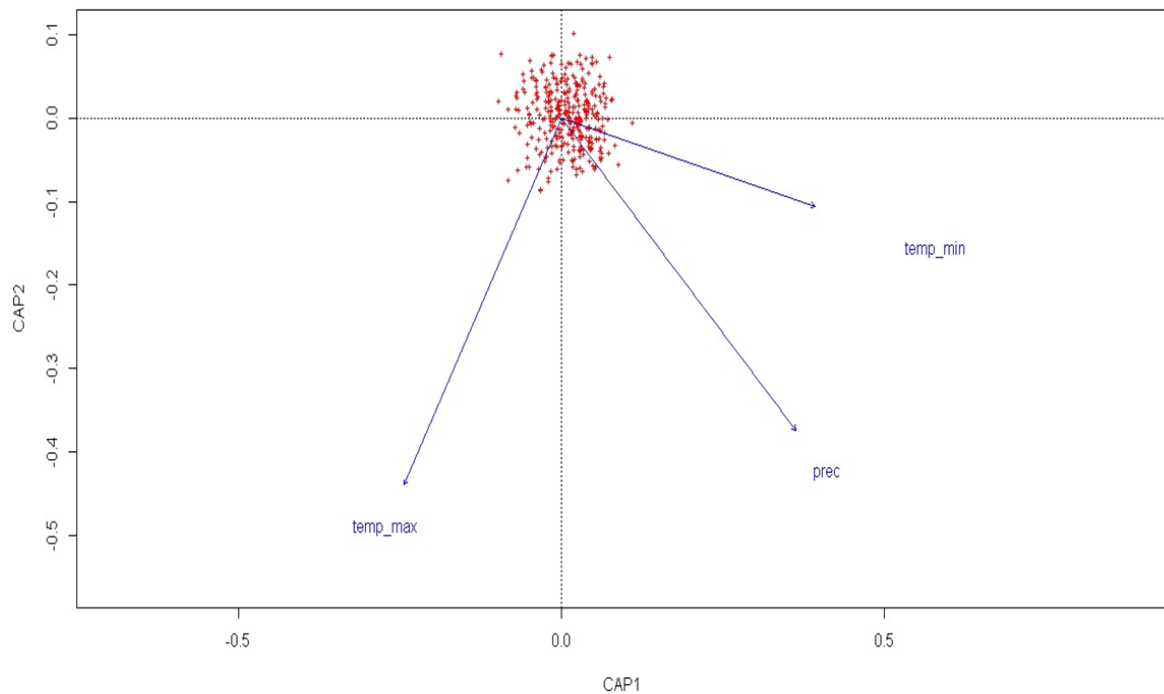


Figura 3: Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP), obtida por meio da comparação da influência das variáveis ambientais temperatura (Temp. Min. e Temp. Max.) e precipitação (Prec.) sobre a distribuição de espécies.

O diagrama de Venn (Fig. 4), a partir da partição dos valores da CAP, demonstrou que quando as variáveis ambientais de Temperatura Min e Max e Precipitação (=0,05) e variável espacial (=0,04), atuam de forma isolada apresentam pouca influência na composição das espécies. Em contrapartida, o efeito conjunto das duas variáveis pode apresentar maior influência (= 0.07) na composição, ou seja, o efeito conjunto das duas variáveis aumenta a variação específica. O diagrama de Venn também mostrou altos valores residuais (= 0.84), que equivalem a outras variáveis que podem estar influenciando a variação da composição florística das áreas estudadas.

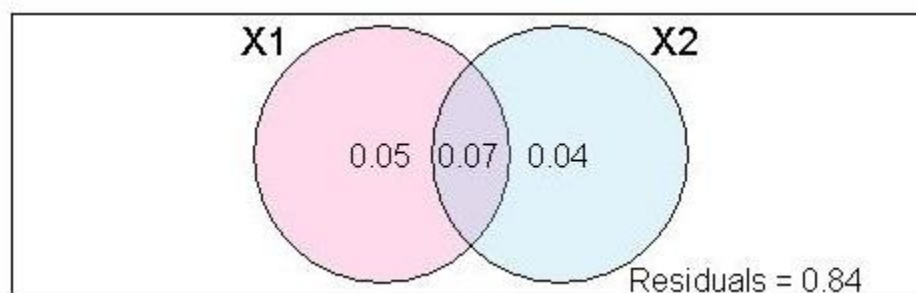


Figura 4: Diagrama de Venn elaborado a partir da partição dos valores encontrados na análise de CAP. X1 = variáveis ambientais temperatura (Temp. Min. e Temp. Max.) e precipitação (Prec.) e X2 = variável espacial.

DISCUSSÃO

As variações climáticas são consideradas como preditores de padrões fitogeográficos (Saiter et al., 2013), no entanto, a flora das restingas maranhenses não respondem às variações climáticas ou distância geográfica dos biomas circundantes. Deste modo, podemos inferir que a distribuição das espécies de restinga pode ser influenciada por outros fatores ambientais, tais como disponibilidade hídrica (Scarano, 2002), condições edáficas (Scarano, 2002), topografia (Santos, 2013), salinidade (Scarano, 2002), entre outros que atuam no estabelecimento e desenvolvimento das espécies (Júnior & Cuzzuol, 2009; Ter Steege, 2013).

As propriedades físico-químicas do solo são fatores ambientais que representam grande importância na distribuição espacial e estrutural das florestas tropicais (Santos, 2013). No caso dos solos arenosos das restingas, ocorre o processo de podzolização que torna o solo ácido e pobre devido à baixa capacidade de troca catiônica (CTC), ocasionado pela ausência de cátions e aumento da saturação por alumínio. Desse modo, o processo de CTC limita o crescimento e

desenvolvimento da vegetação (Santos, 2013), ou seja, a composição de florestas tropicais e a distribuição geográfica de plantas podem estar sujeitas às relações nutricionais do solo (Espírito Santo et al. 2002; Carvalho et al. 2005; Rodrigues et al. 2007; Junior & Cuzzuol, 2009).

No caso da floresta Amazônica, a disponibilidade hídrica, ciclagem de nutrientes, precipitação e fertilidade do solo agem como fatores seletivos que determinam a riqueza, abundância e distribuição de espécies nestes ambientes (Hoffmann & Franco, 2008), assim, o padrão de composição das espécies deve ser determinado por características ambientais que relacionam as espécies capazes de se estabelecer em certo local (Matos et al., 2013). Este fato corrobora com os dados do presente estudo, onde as restingas do litoral amazônico do Pará (R7 e R8) mostraram-se mais associadas às áreas amazônicas devido a estas estarem bem relacionadas a variável climática precipitação e estarem inseridas praticamente no bioma amazônico. As espécies de florestas tropicais úmidas apresentam maior disponibilidade hídrica devido à ocorrência de chuvas distribuídas ao longo de todo ano (Kunz et al., 2009).

Entretanto, as áreas do Pará (R7 e R8) ficaram disjuntas das demais áreas de restingas. O que pode ser explicado pela teoria da neutralidade, que destaca que a distância geográfica é inversamente proporcional à similaridade florística, ou seja, à medida que a distância aumenta, a semelhança florística tende a diminuir independente das diferenças ambientais das áreas. Esta relação ocorre devido à limitação no processo de dispersão (Hubbell, 2001; Matos et al., 2013), no qual a capacidade dos indivíduos de se dispersarem está ligada às diferenças nos padrões de composição de espécies (Hubbell, 2001; Chave, 2004; Hubbell, 2006; Ferreira et al., 2011; Matos et al., 2013) e por consequência, gera um decréscimo nas trocas de indivíduos entre locais.

O valor da alta fração não explicada (84%) da variação florística está relacionado a variáveis que não foram incluídas nas análises. Estas variáveis também podem explicar a distribuição das espécies ao longo de gradientes vegetacionais, como um conjunto de características peculiares ligadas a fatores ambientais como altitude, tipo de solo, pluviometria, salinidade entre outros, que provavelmente serão responsáveis pela semelhança ou diferença entre as áreas (Oliveira et al. 2018).

Dentre os gradientes ambientais citados anteriormente, cabe destacar a influência da salinidade no estabelecimento da vegetação em áreas de restingas (Machado e Almeida Jr. 2019). A elevada salinidade encontrada na região costeira é considerada um dos principais fatores que limitam o estabelecimento e crescimento de determinadas espécies (Arruda et al.

2009). Deste modo, podemos inferir que a elevada salinidade associada ao limite de dispersão ocasionado pela distância geográfica que podem ser citados como fatores que contribuem para que as áreas do bioma amazônico sejam distintas das restingas do litoral setentrional.

Segundo Machado & Almeida Jr. (2018) a semelhança da flora das restingas do Maranhão com a do Ceará podem estar relacionadas a fatores como dispersão de diásporos e nutrientes do solo, além de possuir características climáticas semelhantes que possibilita a colonização de espécies semelhantes.

Em contrapartida, uma única restinga do litoral maranhense, Tutóia (R2) que fica a leste do Maranhão, agrupou-se com as restingas do Piauí (R9, R10 e R11) e Ceará (R13). Isso pode ser explicado quanto à proximidade geográfica destas áreas e com estudos do Cerrado do Maranhão (C1 e C3). Destacando que as áreas do litoral setentrional nordestino possuem registros de espécies da Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Amazônia além de espécies de restinga, que pode ter contribuído por este agrupamento (Amaral & Lemos, 2015).

Apesar das restingas maranhenses estarem entre os biomas Amazônico e do Cerrado a sua composição florística não recebeu influência da flora desses biomas (Figura 2), refutando a nossa hipótese de que haveria influência dos biomas na composição de espécies nas restingas maranhenses.

CONCLUSÃO

Diante dos dados apresentados, observamos que a composição florística das restingas maranhenses estiveram mais relacionadas às restingas do Piauí, Ceará e áreas do Cerrado Maranhense. As variáveis climáticas e espacial isoladamente não contribuíram diretamente para a composição florística das restingas, no entanto, o efeito entre essas duas variáveis mostrou maior contribuição. Outras variáveis também podem estar agindo direta ou indiretamente na variação florística entre as áreas e essas variáveis podem apresentar maior influência quando atuam em conjunto. Portanto, o presente estudo fornece subsídios para que as próximas análises sejam realizadas com um maior número de variáveis em conjunto, uma vez que analisadas isoladamente apresentam pouca influência.

REFERÊNCIAS

- Ackerly, D. D. (2003). Community Assembly, Niche Conservatism, and Adaptive Evolution in Changing Environments. *International Journal of Plant Sciences*, 164(S3), S165–S184. <https://doi.org/10.1086/368401>
- Amaral, D. D., Jardim, M. A. G., Costa Neto, S. V., & Bastos, M. N. C. (2015). Síndromes de Dispersão de Propágulos e a Influência da Floresta Amazônica na Composição de Espécies Lenhosas de Uma Restinga no Litoral Norte Brasileiro. *Biota Amazônia*, 5(3), 28–37. <https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v5n3p28-37>
- Amaral, M. C., & Lemos, J. R. (2015). Floristic Survey of a Portion of the Vegetation Complex of the Coastal Zone in Piau State, Brazil. *American Journal of Life Sciences*, 3(3), 213. <https://doi.org/10.11648/j.ajls.20150303.22>
- APG IV. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Araujo, D. S. D. (1992). Vegetation Types of Sandy Coastal Plains of Tropical Brazil: A First Approximation. In *Coastal Plant Communities of Latin America* (pp. 337–347). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-092567-7.50027-1>
- Araujo, D.S.D., Pereira, M.C.A. (2009). Sandy coastal vegetation. In: F.R. Scarano; U. Luttge. (Orgs.). Encyclopedia of life support systems (EOLSS). Tropical biology and natural resources; tropical Botany.
- Arruda, R. C. O., Viglio, N. S. F., Barros, A. A. M. (2009). Anatomia foliar de halófitas e psamófilas reptantes ocorrentes na restinga Ipitangas, Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 60 (2): 333-352.
- Bueno, M. L., Rezende, V. L., Pontara, V., & Oliveira-Filho, A. T. (2017). Floristic distributional patterns in a diverse ecotonal area in South America. *Plant Ecology*, 218(10), 1171-1186. DOI 10.1007/s11258-017-0759-1
- Carvalho, D. A., Oliveira-Filho, A. T., Berg, E. V. D., Fontes, M. A. L., Vilela, E. A., Marques, J. J. G. S. M., & Carvalho, W. A. C. (2005). Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. 19(1), 91-109.
- Castro, A. S. F., Moro, M. F., & Menezes, M. O. T. de. (2012). O Complexo Vegetacional da Zona Litorânea no Ceará: Pecém, São Gonçalo do Amarante. *Acta Botanica Brasilica*, 26(1), 108–124. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100013>
- Cerqueira, R. Biogeografia das restingas. In: Esteves, F. A.; Lacerda, L. D. (Eds.). Ecologia de restingas e lagoas costeiras. Macaé, Rio de Janeiro, Brasil. NUPEM/UFRJ. 2000. p.65-75.
- Cottenie, K. (2005). Integrating environmental and spatial processes in ecological community dynamics: Meta-analysis of metacommunities. *Ecology Letters*, 8(11), 1175–1182. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00820.x>

- Chave, J. (2004). Neutral theory and community ecology. *Ecology*, 7(3), 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2003.00566.x>
- Diniz-Filho, J. A. F., Siqueira, T., Padiá, A. A., Rangel, T. F., Landeiro, V. L., & Bini, L. M. (2012). Spatial autocorrelation analysis allows disentangling the balance between neutral and niche processes in metacommunities. *Oikos*, 121(2), 201–210. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.19563.x>
- Eisenlohr, P. V., Alves, L. F., Bernacci, L. C., Padgurschi, M. C. G., Torres, R. B., Prata, E. M. B., ... & Joly, C. A. (2013). Disturbances, elevation, topography and spatial proximity drive vegetation patterns along an altitudinal gradient of a top biodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation*, 22(12), 2767–2783. <https://doi.org/10.1007/s10531-013-0553-x>
- Espírito-Santo, F. D. B., Oliveira-Filho, A. T., Machado, E. L. M., Souza, J. S., Fontes, M. A. L., & Marques, J. J. G. S. M. (2002). Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana no campus da Universidade Federal de Lavras, MG. *Acta bot. bras.*, 16(3), 331-356. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062002000300006>
- Felfili, M. C., & Felfili, J. M. (2001). Diversidade alfa e beta no cerrado sensu stricto da chapada pratinha, Brasil. *Acta bot. bras.*, 15(12), 243-254. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062001000200010>
- Ferreira, L. V., Salomão, R. P., Matos, D. C. L., Pereira, J. L. G. (2011). Similaridade de espécies arbóreas em função da distância em uma floresta ombrófila na Floresta Nacional de Sacará-Taquera, Pará. *Bol. Mus. Pará Emílio Goeldi, Cienc. Nat. Belém*, 6(3), 295-306.
- Freire, M. S. B. (1990). Levantamento Florístico do Parque Estadual das Dunas Do Natal. *Acta Botanica Brasilica*, 4(2), 41-59. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33061990000300006>
- Gonçalves, E. T., & Souza, A. F. (2014). Floristic variation in ecotonal areas: Patterns, determinants and biogeographic origins of subtropical forests in South America. *Austral Ecology*, 39 (1), 122-134. <https://doi.org/10.1111/aec.12051>
- Guilherme, F. A. G., & Nakajima, J. N. (2007). Estrutura da vegetação arbórea de um remanescente ecotonal urbano floresta-savana no Parque do Sabiá, em Uberlândia, MG. *Revista Árvore*, 31(2), 329–338. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000200016>
- Haidar, R. F., Fagg, J. M. F., Pinto, J. R. R., Dias, R. R., Damasco, G., Silva, L. de C. R., & Fagg, C. W. (2013). Florestas estacionais e áreas de ecótono no estado do Tocantins, Brasil: parâmetros estruturais, classificação das fitofisionomias florestais e subsídios para conservação. *Acta Amazonica*, 43(3), 261–290. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672013000300003>
- Hoffmann, W., & Franco, A. C. (2008). The importance of evolutionary history in studies of plant physiological ecology: examples from cerrados and forests of central Brazil. *Brazilian Journal of plant physiology*, 20 (3), 247-256. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202008000300008>

- Hubbell, S. P. (1999). Light-Gap disturbances, recruitment limitation, and tree diversity in a neotropical forest. *Science*, 283(5401), 554-557. DOI: 10.1126/science.283.5401.554
- Hubbell, S. P. (2001). The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Hubbell, S. P. (2006). Neutral theory and the evolution of ecological equivalence. *Ecology*, 87, 1397-1398. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[1387:NTATEO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[1387:NTATEO]2.0.CO;2)
- Junior, J. L., Cuzzuol, G. R. F. (2009). Caracterização de solos de duas formações de restinga e sua influência na constituição química foliar de *Passiflora mucronata* Lam. (Passifloraceae) e *Canavalia rosea* (Sw.) DC. (Fabaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 23(1), 239-246. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062009000100025>
- Kark, S., & van Rensburg, B. J. (2006). Ecotones: marginal or central areas of transition? *Israel Journal Ecology & Evolution*, 52(1), 29-53. DOI: 10.1560/IJEE.52.1.29
- Lima, G. P., & Almeida Jr., E. B. (2018). Diversidade e similaridade florística de uma restinga ecotonal no Maranhão, Nordeste do Brasil. *Interciencia*, 43(4), 275-282.
- Liu, Y., Zhang, L., Xu, X., & Niu, H. (2015). Understanding the wide geographic range of a clonal perennial grass: plasticity versus local adaptation. *AoB Plants*, 8, plv141. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plv141>
- Machado, M. A., & Almeida Jr., E. B. (2019). Spatial structure, diversity, and edaphic factors of an area of Amazonian Coast vegetation in Brazil. *Journal of the torrey botanical society*, 146 (1), 58-68. <https://doi.org/10.3159/TORREY-D-18-00025.1>
- Marques, M. C. M., Swaine, M. D., & Liebsch, D. (2011). Diversity distribution and floristic differentiation of the coastal lowland vegetation: implications for the conservation of the Brazilian Atlantic Forest. *Biodiversity and conservation*, 20, 153-168. DOI 10.1007/s10531-010-9952-4
- Matos, D. C. L., Ferreira, L. V., Salomão, R. P. (2013). Influência da distância geográfica na riqueza e composição de espécies arbóreas em uma floresta ombrófila densa na Amazônia Oriental. *Rodriguésia*, 64(2), 357-367. <http://dx.doi.org/10.1590/S2175-78602013000200012>.
- Méio, B. B., Freitas, C. V., Jatobá, L., Silva, M. E. F., Ribeiro, J. F., & Henriques, R. P. B. (2003). Influência da flora das florestas Amazônica e Atlântica na vegetação do cerrado sensu stricto. *Revista Brasileira de Botânica*, 26(4), 437-444. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042003000400002>
- Neves, D. M., Dexter, K. G., Pennington, R. T., Bueno, M. L., & Oliveira-Filho, A. T. (2015). Environmental and historical controls of floristic composition across the South American Dry Diagonal. *Journal Biogeography*, 42, 1566-1576. <https://doi.org/10.1111/jbi.12529>
- Odum, E. P. (1997). *Ecology: a bridge between science and society*. Sunderland: Sinauer Associates, 1997. 330p.

- Oliveira, E. V. da S., Prata, A. P. do N., & Pinto, A. de S. (2018). Caracterização e atributos da vegetação herbácea em um fragmento de Caatinga no Estado de Sergipe, Brasil. *Hoehnea*, 45(2), 159–172. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-70/2017>
- Oliveira-Filho A. T., Fontes M. A. L. (2000) Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32: 793-810.
- Oliveira-Filho, A. T., Budke, J. C., Jarenkow, J. A., Eisenlohr, P. V., & Neves, D. R. M. (2015). Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. *Journal of Plant Ecology*, 8(3), 242–260. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtt058>
- Parmentier, I., Stévant, T., & Hardy, O. J. (2005). The insilbergs flora of Atlantic Central Africa. I. Determinants of species assemblages. *Journal of Biogeography*, 32 (4), 685-696. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2004.01243.x>
- Reboita, M. S., Krusche, N., Ambrizzi, T., & Rocha, R. P. da. (2015). Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. *Terrae Didactica*, 8(1), 34. <https://doi.org/10.20396/td.v8i1.8637425>
- Rizzini, C. T. (1997). Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Ambito Cultural. Retrieved from <https://books.google.com.br/books?id=W51SPgAACAAJ>
- Rodrigues, L. A., Carvalho, D. A., Oliveira-Filho, A. T., & Curi, N. (2007). Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Luminárias, MG. *Rev. Árvore*, 31(1), 25-35. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000100004>.
- Saiter, F. Z., Eisenlohr, P. V., França, G. S., Stehmann, J. R., Thomas, W. W., & Oliveira-Filho, A. T. (2013). Floristic units and their predictors unveiled in part of the Atlantic Forest hotspot: implications for conservation planning. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(4), 2031-2046.
- Sanchez, M., Pedroni, F., Eisenlohr, P. V., & Oliveira-Filho, A. T. (2013). Changes in tree community composition and structure of Atlantic rain forest on a slope of the Serra do Mar range, southeastern Brazil, from near sea level to 1000m of altitude. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 208(3), 184–196. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2013.03.002>
- Santos, V. D. J. (2013). Restingas do Estado da Bahia: Riqueza, diversidade e estrutura, 145f.
- Santos-Filho, F. S., Almeida Jr, E. B., & Zickel, C. S. (2013). Do edaphic aspects alter vegetation structures in the Brazilian restinga? *Acta Botanica Brasilica*, 27(3), 613–623. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062013000300019>
- Scarano, F. R. (2002). Structure, Function and Floristic Relationships of Plant Communities in Stressful Habitats Marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany*, 90(4), 517–524. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf189>

- Schilthuizen, M. (2000). Ecotone: speciation-prone. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(4), 130-131. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)01839-5](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01839-5)
- Serra, F. C. V., Lima, P. B., & Almeida Jr, E. B. de. (2016). Species richness in restinga vegetation on the eastern Maranhão State, Northeastern Brazil. *Acta Amazonica*, 46(3), 271–280. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201504704>
- Silva, J. F., Farinas, M. R., Felfili, J. M., & Klink, C. A. (2006). Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*, 33(3), 536–548. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01422.x>
- Silva, F. B., Santos, J. R. N., Feitosa, F. E. C. S., Silva, I. D. C., Araujo, M. L. S., Guterres, C. E., Santos, J. S., Ribeiro, C. V., Bezerra, D. S., Neres, R. L. (2016). Evidências de mudanças climáticas na região de transição Amazônia-Cerrado no Estado do Maranhão. *Revista Brasileira de meteorologia*, 31(3), 330-336, DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631320150149>
- Ter Steege, H., & Zagt, R. (2002). Density and Diversity. *Nature*, 417 (6890), 698-699. <https://doi.org/10.1038/417698a>
- Ter Steege, H., Pitman, N.C.A., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomao, R.P., Guevara, J.E., ... Silman, M.R. (2013). Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Nature*, 342, 325-342.
- Thuiller, W. (2013). On the importance of edaphic variables to predict plant species distributions - limits and prospects. *Journal of Vegetation Science*, 24(4), 591–592. <https://doi.org/10.1111/jvs.12076>
- Townsend, C. R., Begon, M. & Harper, J. P. 2006. Fundamentos em Ecologia. Editora ARTMED, Porto Alegre 2ª. edição.
- Tuomisto, H. (2003). Dispersal, Environment, and Floristic Variation of Western Amazonian Forests. *Science*, 299(5604), 241–244. <https://doi.org/10.1126/science.1078037>
- Wasowicz, P., Pasierbinski, A., Przedpelska-Wasowick, E.M. & Kristinsson, H. (2014). Distribution patterns in the native vascular flora of iceland. *Plos One*, 9, 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102916>
- Whittaker, R. J., Willis, K. J., & Field, R. (2001). Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography*, 28(4), 453-470. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00563.x>
- Zickel, C. S., Vicente, A., Silva, S. S. L., Santos-Filho, F. S., Soares, C. J. dos R. S., & Almeida Jr., E. B. (2015). Vegetação lenhosa de uma restinga em Pernambuco: Descrição estrutural e similaridade. *Pesquisas, Botânica*, 68, 271–285.

ANEXO

Normas do periódico Applied Vegetation Science

AUTHOR GUIDELINES

Sections

1. Aims and Scope
2. Manuscript Categories and Requirements
3. Before Submission
4. Preparing the Submission
5. Editorial Policies and Ethical Considerations
6. Author Licensing
7. Publication Process After Acceptance
8. Post Publication
9. Editorial Office Contact Details

1. AIMS AND SCOPE

Applied Vegetation Science publishes studies of plant communities that are relevant for human interaction with vegetation, including topics such as conservation, management and restoration of plant communities and natural habitats, effects of global change on plant communities, and the planning of semi-natural and urban landscapes. The journal also publishes vegetation classification and survey studies of international interest. Papers on plant communities which do not fit to this scope (do not have an applied aspect and are not vegetation classification or survey) should be directed to our associate journal, the Journal of Vegetation Science. Papers on the ecology of a single species can be considered only if this species plays a key role in structuring plant communities. Papers based on remote sensing and papers on ecosystem functions of vegetation can be considered if they focus on species or functional diversity or composition of plant communities.

2. MANUSCRIPT CATEGORIES AND REQUIREMENTS

Article types

Research Article. This category includes description of vegetation patterns or processes, experiment, simulation, theory, description of a new method, or any combination of those. The typical length of ordinary papers is about 8–11 printed pages. The submission of longer papers can be accepted on the basis of a sound explanation given in the cover letter. Shorter papers may be managed and published faster. Vegetation classification and survey papers that need to include description of several vegetation types can be longer. To estimate the article length, note that an average journal page with text only can contain about 950 words. For instance, a manuscript with 7500 words and tables and figures fitting together two A4 pages would use ten journal pages, which is fine for a Research Article. Within this limit, authors are free to distribute the space among text and display items. Online supplementary files may be used for less essential text, tables or figures.

Synthesis. Reviews of a topic that produce new ideas or conclusions (and are not merely summaries of the previous literature) can be published as Syntheses, which may be longer than Research Articles, but the length must be justified by the content of interest. Authors having ideas for potential Synthesis papers can contact the Chief Editors to discuss the suitability of the topic.

Forum. Forum papers are essays with original ideas / speculations / well-sustained arguments, with no new data. They usually contribute to free debate of current and sometimes controversial ideas in vegetation science. They may include criticism of papers published in Applied Vegetation Science, or (if interesting to our readers) of papers published elsewhere. An abstract is required, but otherwise the

sectional format is flexible. The length of the Forum papers is normally 2–4 printed journal pages. The submission of longer Forum papers can be accepted on the basis of a sound explanation given in the cover letter. Forum papers, especially short ones, have high priority in publication.

Report. This article type can provide information on new tools, databases, software for vegetation science or research initiatives. The length of the Report papers is normally 2–3 printed pages; additional material can be put in electronic appendices. Longer Report papers can be accepted on the basis of a sound explanation given in the cover letter.

Commentary. This article type provides a broader context to a Research Article published in the same issue of the journal. Commentaries are solicited by the journal editors.

3. BEFORE 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. Prior posting of a manuscript on an online preprint archive such as ArXiv or bioRxiv is acceptable, as is posting of the preprint on a private website or online publication as a component of a thesis or dissertation. The journal does not consider for publication articles permanently posted in preprint archives associated with specific journals.

Before submitting a paper, please read the 'Aims and Scope' and 'Manuscript Acceptance Criteria' sections to find out whether the manuscript is potentially suitable for the journal.

Once the submission materials have been prepared in accordance with the Author Guidelines, manuscripts should be submitted online at <https://mc.manuscriptcentral.com/avsci>

Click here for more details on how to use the ScholarOne manuscript submission system. If you need help with submissions, please contact Ms. Karen Russell from the Editorial Office at avsci@editorialoffice.co.uk

4. PREPARING THE SUBMISSION

Cover Letter

Cover letter is not mandatory; however, it may be supplied at the author's discretion.

Manuscript formatting and style

- Parts of the manuscript. The manuscript should be submitted in separate files: (1) main text file with embedded figures and tables; (2) supplementary information.
- Language. Manuscripts must be written in English (either British or American throughout). They should be concise, because concise papers often make more impact on the reader.
- Formatting. Number all pages and all the lines continuously. Use a single-column format.
- Footnotes. Footnotes to the text are not allowed and any such material should be incorporated into the text as parenthetical matter.
- 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. Country abbreviations are by two-letter code (but note UK, not GB).
- Taxon nomenclature. Refer to a source for unified scientific nomenclature of plant taxa or vegetation units (e.g. standard flora, checklist, vegetation monograph or a well-established online database such as Euro+Med PlantBase or USDA Plants, with accession date) in Methods. Do not use author citation for taxon names in the text unless it is really needed for disambiguation.
- Common plant names. Use scientific (not English) taxon names throughout the paper. Exceptions are the well-known names of species that constitute dominants of the studied vegetation

types, provided they are often mentioned in the text (e.g. oak, black spruce). Also for these species, scientific name has to be given on the first mention.

- Units of measurement. Measurements should be given in SI or SI-derived units, e.g. mg.m⁻².yr⁻¹. The time unit for contemporary phenomena can be 's', 'min', 'hr', 'week', 'mo' or 'yr'. For palaeo-time use 'ka' or 'Ma'; make always clear whether 14C years or calendar (calibrated) years BP (before present) are used. Dates should be in the format: 2 Sep 2017, i.e. with the month as three letters. Months on their own should be in full: September.
- Numbers. Numbers in the text of up to ten (integers) should be spelt out, e.g. 'ten quadrats', 'five sampling times'; above ten in digits, e.g. '11 sampling times'. Exceptions are measurements with a unit (8 g); age (6 weeks old), or lists with numbers higher than ten (11

oaks, 9 birches, 4 poplars). Use '.' for a decimal point. Thousands in large numbers (10 000 and higher) should be indicated by a space, e.g. 10 000, but 2000.

- Symbols. Symbols for variables and parameters should be in italics (e.g. *p* for probability).

Main Text File

The information in the main text file should be presented in the following order:

1. Title;
2. A short running title of less than 40 characters;
3. The full names of the authors, possibly with ORCID codes;
4. The author's institutional affiliations;
5. Funding information
6. Abstract and keywords;
7. Main text;
8. Acknowledgements;
9. Author contributions (optional);
10. Data accessibility;
11. References;
12. Tables with legends;
13. Figures with legends;
14. Appendices (only for mathematical formulas or descriptions of new syntaxa; any other appendices should be in electronic Supplementary Information).

Title

The title should be short and informative, containing major key words related to the content. The title should not contain abbreviations and author names for scientific names of organisms. Use words rather than symbols in the Title (and also in Abstract and Keywords), e.g. 'beta' rather than 'β', in order to ensure correct transfer to bibliographic databases.

The author's institutional affiliations

Follows the current format of the journal, e.g.:

Peter B. Bush¹, George Smith², E. Fred Wang²

¹Department of Ecology, University of the South, Southend-on-Sea, UK

²Botany Department, Little Marsh University, Little Marsh, CA, USA

Correspondence

Fred Wang, Botany Department, Little Marsh University, Little Marsh, CA, USA.

Email: wang@little-marsh.edu

Funding information

Provide funding information as a separate section to be placed in the left column on the first page of the article. Indicate the names of the funding sources, each followed by brackets with grant codes and, if necessary, with initials of the author who received this particular funding. Do not mention funding information in the Acknowledgements section.

Abstract

The Abstract of a Research Article should be divided into the following named sections: 'Questions', 'Location', 'Methods', 'Results', and 'Conclusions'. The first section should also briefly explain the context and motivation of the study, before stating the questions; alternatively, this section can be called 'Aims' if it is not appropriate to start the Abstract with questions (e.g. in papers presenting new methods). Section titles in singular ('Question', 'Aim') can be used if appropriate. The 'Location' section is not used in studies unrelated to a specific area. The 'Methods' section can be omitted in Synthesis papers. The article types Forum, Report and Commentary use shorter abstracts not divided into sections. The Abstract length should not exceed 300 words for Research Article and Synthesis papers, 200 words for Forum and Report papers, and 60 words for Commentary papers. If possible, avoid using abbreviations in the Abstract. Do not use references (except for Commentary papers) and authors of scientific names of organisms in the Abstract.

Keywords

There should be 8–12 keywords, separated by commas. Keywords may be keyword phrases rather than just single words. To optimize the article for search engines, the Keywords section may repeat the most important words from the title (see Wiley's best practice SEO tips).

Main Text

The main text is typically divided into Introduction, Methods, Results, Discussion and (optionally) Conclusions. Methods, Results and Discussion can be further divided into subsections. Introduction should provide the broader context of the current study, briefly describe current state of knowledge, explain why the topic of the paper is important or interesting, and end with questions, hypotheses or a clear statement of the paper's aims.

Acknowledgements

Contributions from anyone who is not an author of the paper should be mentioned, with permission from the contributor. Financial and material support should be mentioned here only if more details are needed than in the brief format used in the Funding section. Thanks to anonymous reviewers should be avoided.

Author contributions

In multi-author papers, the authors are encouraged to specify contributions of individual authors in a concise statement, e.g.: A.B. conceived of the research idea; C.D. and E.F. collected data; A.B. and G.H. performed statistical analyses; A.B., with contributions from C.D. and G.H., wrote the paper; all authors discussed the results and commented on the manuscript.

Data accessibility

The authors should make a statement where the primary data, datasets prepared as a part of the study and original program source codes are stored unless they are stored in Supporting Information related to the paper.

References

References should be prepared in the APA style, i.e. according to the Publication Manual of the American Psychological Association (6th edition). For more information about APA referencing style, please refer to the APA FAQ.

In-text citations should follow the author-date method. One work by one author should be cited as:

In a previous study (Smith, 1990), vegetation was sampled ...

In the study by Smith (1990), vegetation was sampled ...

When a work has two authors, cite both names every time you reference the work in the text. When a work has three to five authors cite all the author names the first time the reference occurs and then subsequently include only the first author followed by et al. For example:

First citation: Masserton, Slonowski, & Slowinski (1989) state that...

Subsequent citations: Masserton et al. (1989) state that...

For six or more authors, cite only the name of the first author followed by 'et al.' and the year.

Unpublished sources should be indicated as 'unpubl.' or 'pers. comm.' (the latter with date and description of the type of knowledge, e.g. 'local farmer'). Submitted papers may be cited only if they are in some journal's editorial process, and the reference will have to be removed if the item has not been published (at least in early online view) by that journal by the time proofs are corrected for the citing paper.

The References section should provide a complete reference list ordered alphabetically by name at the end of the paper. For references with up to seven authors, all authors are listed. If there are eight or more authors, only the first six and the last one are listed, while the others are replaced by '...'. Always give the full name of the journals. Please note that for journal articles, issue numbers are not included unless each issue in the volume begins with page 1, and a DOI should be provided for all references where available.

Reference examples follow:

Journal article

- Wilson, J. B., Sykes, M. T., & Peet, R. K. (1995). Time and space in the community structure of a species-rich limestone grassland. *Journal of Vegetation Science*, 6, 729–740. <https://doi.org/10.2307/3236444>

Book

- van der Maarel, E., & Franklin, J. (Eds.) (2013). *Vegetation Ecology* (2nd ed.). Chichester, UK: Wiley-Blackwell.

Book chapter

- Peet, R. K. (2000). Forests and meadows of the Rocky Mountains. In M. G. Barbour & W. D. Billings (Eds.), *North American terrestrial vegetation* (2nd ed., pp. 75–122). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Internet document

- Oksanen, J., Blanchet F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., ... Wagner, H. (2017, December 17). *Vegan: community ecology package*. Version 2.4-5. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>
- Euro+Med (2017, December 17). *Euro+Med PlantBase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity*. Retrieved from <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/query.asp>

References in other languages than English

1. References in the languages that use the Latin alphabet are cited in the original language. Optionally, titles of papers, book chapters of books can be followed by an English translation in square brackets. Titles of the journals or books in the citations of book chapters are not translated. The use of

translations should be consistent within each paper (e.g. for all citations in the paper, or all citations in less known languages translated and all citations in widespread languages not translated).

Example:

- Mucina, L. (1985). Používat' či nepoužívat' Ellenbergove indikačné hodnoty? *Biológia*, 40, 511–516.
- Mucina, L. (1985). Používat' či nepoužívat' Ellenbergove indikačné hodnoty? [To use or not to use Ellenberg's indicator values?]. *Biológia*, 40, 511–516.

2. References in the Cyrillic and Greek alphabets are cited in the original language but transliterated to Latin alphabet. Optionally, titles of papers, book chapters of books can be followed by an English translation in square brackets. Titles of the journals or books in the citations of book chapters are not translated. At the end of the citation, the original language is indicated in square brackets.

Example:

- Kholod, S. S. (2007). Klassifikatsiya rastitel'nosti ostrova Vrangelya. *Rastitel'nost' Rossii*, 11, 3–15. [In Russian.]
- Kholod, S. S. (2007). Klassifikatsiya rastitel'nosti ostrova Vrangelya [Classification of Wrangel Island vegetation]. *Rastitel'nost' Rossii*, 11, 3–15. [In Russian.]

3. References in the languages that use other alphabets than Latin, Cyrillic and Greek: Titles of papers/chapters/books including book titles in the citations of chapters and also the titles of the journals are translated to English. At the end of the citation, the original language is indicated in square brackets.

Example:

- Chiu, C.-A., Lin, H.-C., Liao, M.-C., Tseng, Y.-H., Ou, C.-H., Lu, K.-C., & Tzeng, H.-Y. (2008). A physiognomic classification scheme of potential vegetation of Taiwan. *Quarterly Journal of Forest Research*, 30: 89–112. [In Chinese.]

Tables

Tables should be self-contained and complement, not duplicate, information contained in the text or figures. They should be supplied in editable format embedded in the main text file, not pasted as images. Please avoid using vertical lines in the tables. If some part of the table needs to be highlighted (e.g. groups of important species), use background shading (not framing or boldface). For large tables with many empty cells, fill the empty cells with dots to facilitate reading.

The legend of each table should be above the table on the same page. Legends should be concise but comprehensive – the table, legend, and footnotes must be understandable without reference to the text. The first sentence of the legend should comprise a short title for the table. Units should appear in parentheses in the column headings, not in the body of the table.

Figures

Figures in the submitted manuscript should be embedded in the main text file and supplied at the size at which they are intended to be printed: either one-column or full-page width, with all details readable at this size. Any unnecessary lines (e.g. frames around the graph) should be avoided.

The definitions of symbols and lines should be given as a visual key on the figure itself, not as a word key (e.g. 'solid bars', 'open circle', 'dashed line') in the legend. Sub-graphs within one figure should be headed with a lowercase letter and a brief heading. Wherever space allows, full labels instead of

abbreviations should be used in the figures; otherwise abbreviations should be explained in the caption. Sans-serif fonts should be used in figures. Scale bars should be given on maps and microphotographs.

Figures submitted in colour may be reproduced in colour online free of charge, while published in black and white in the printed journal version. If this option is selected, please make sure that the figure content is still legible if printed in black and white. See the paragraph “Publication Charges for Colour Figures” below.

Figure legends should be included within the manuscript text file on the same page as the figure to which they refer, to ease the reading by editors and referees. The legend should contain sufficient information for the figure to be understood without reference to the text of the paper. The first sentence of the legend should comprise a short title for the figure.

The resolution and visual clarity of the images submitted for final publication should be high to achieve best result in printed and electronic version of the article. [Click here](#) for the post-acceptance figure requirements.

Printed Appendices

Printed appendices can only be used for more extensive materials containing mathematical formulæ or for descriptions of new syntaxa following the International Code of Phytosociological Nomenclature. Appendices have to be referred to in the text. Any other appendices should be included in electronic Supporting Information.

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, extra photographs, datasets, calculation examples, computer program source codes, etc. This material will not appear in the printed paper, but will be freely available in the Wiley Online Library. [Click here](#) for Wiley’s FAQs on supporting information.

Individual items of Supporting Information (electronic appendices) are called Appendix S1, Appendix S2 and all of them must be referred from the main text. Each electronic appendix should start with a reference to the original paper, followed by a detailed appendix caption, for example:

Supporting Information to the paper Smith, W. R. Assembly rules in a tropical rain forest of central Amazonia. *Journal of Vegetation Science*.

Appendix S1. A list of palm species recorded in the study area.

All PDF files in electronic appendices should, so far as is practicable, should be prepared in a similar style to the printed/PDF issues of the journal, using similar font types and sizes. Please use our Microsoft Word template file for electronic appendices.

Electronic appendices with written text and short tables should be in PDF. Large tables of raw data that the reader might wish to use, as well as computer program codes, should be in plain text (TXT or CSV) format. Figures and photographs should be embedded in PDF files including captions. Groups of related items (e.g. a set of tables, figures or photographs) should be included in a single appendix.

A list of all appendices with shortened captions must be provided at the end of the paper (after the References section), e.g. ‘Appendix 2. Photographs of the main types of deciduous forest in the study area’. These shortened captions should not include detailed technical explanations, which should only appear in the captions within electronic appendices.

Supplementary Information should be submitted for review with the first version of the manuscript, but uploaded as a separate file.

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.

Graphical Table of Contents

The journal's table of contents will be presented in graphical form with a brief abstract. The table of contents entry must include the article title, the authors' names (with the corresponding author indicated by an asterisk), no more than 80 words or three sentences of text summarizing the key findings presented in the paper and a figure that best represents the scope of the paper. Table of contents entries should be submitted to Scholar One in one of the generic file formats and uploaded as 'Supplementary material for review' with the first revision of the paper (they do not need to be included in the first submission of the manuscript). The image supplied should fit within the dimensions of 50mm x 60mm, and be fully legible at this size.

Cover images

Electronic artwork/original photographs of high quality suitable for the journal cover are welcome. Potential cover images should be submitted to the Editorial Office (jvsci@editorialoffice.co.uk) after paper acceptance. Images should be accompanied by a caption and include the name of the photographer or artist. Images should be related to accepted papers. They can be identical with those used in the paper or submitted for online Supporting Information, but they can be also different. Contributors are required to assign copyright of photographs to the International Association for Vegetation Science by UK law.

Special guidelines for vegetation classification papers

In the section Vegetation Survey, Applied Vegetation Science publishes, inter alia, papers on vegetation classification of plant communities based on species composition. For inclusion, such papers should be of general interest to the journal's international readership. They should:

- contain a synthetic, comparative treatment of the selected vegetation type over a large area, based on a large comprehensive data set (international studies are particularly welcome), or
- describe vegetation which is unique for biogeographical reasons, or has a particularly interesting ecology, and has been hardly ever described before, or
- apply a new method of data analysis, or evaluate the performance of such a method, or compare different methods or approaches, or
- describe new applications of vegetation classification, e. g., for conservation management and other applied approaches.

Methodological approach. Vegetation classification studies should clearly delimit the target vegetation type, describe the methods of data sampling, or data selection from databases, and formally describe each step of the classification process, in order to make the process of sampling (or data compilation) and classification repeatable by other researchers. If classification is based on expert judgement, unequivocal a posteriori criteria for assignment of vegetation samples to community types must be given.

Data presentation. Plant community types described in the vegetation classification papers should be documented by comparative tables with species abundance or frequency data and relevant environmental variables, provided in electronic appendices. The printed version of the papers should

only contain summarized versions of them, e.g. graphs or shortened versions of the most important tables of species composition. Printed tables should normally occupy up to two printed pages, possibly three pages if there are many vegetation types or very species-rich vegetation types. Tables with species constancy (frequency) should contain percentages (not constancy classes). Species in these tables should be sorted to indicate the floristic differentiation of community types. Differentiation criteria and thresholds used for structuring the tables and defining diagnostic/character/differential/indicator species should be formally described and strictly followed. Textual description of community types should be as concise as possible and should not repeat information contained in the tables.

Photographs. Vegetation classification papers may also contain photographs of representative stands for particular community types dealt with, arranged as plates with multiple panels, typically one panel for each community type. One journal page with photographs of vegetation types can be included in the printed version; more photographs can be included free of charge in electronic appendices.

Nomenclature of community types. Nomenclature of community types should be internally consistent, typically following regional tradition. If the formal nomenclature of the Braun-Blanquet approach is used, the rules of the current version of the International Code of Phytosociological Nomenclature should be adhered to. If new syntaxa are published according to the Code, nomenclature types should be included in a printed appendix. (Purely nomenclatural papers do not fall within the scope of the journal.)

Wiley Author Resources

Manuscript Preparation Tips: Wiley has a range of resources for authors preparing manuscripts for submission available here. In particular, we encourage authors to consult 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. Note that these paid services are entirely independent of the work of journal editors.

Video Abstracts

A video abstract can be a quick way to make the message of your research accessible to a much larger audience. Wiley and its partner Research Square offer a service of professionally produced video abstracts, available to authors of articles accepted in this journal. You can learn more about this paid service by clicking here. If you have any questions, please direct them to videoabstracts@wiley.com.

5. EDITORIAL POLICIES AND ETHICAL CONSIDERATIONS

Manuscript Acceptance Criteria

The acceptance criteria for all papers are the quality and originality of the research and its significance to journal readers. To be acceptable, a paper must be of interest to an international readership, even if its immediate scope is local. A paper can be interesting by doing one or more of the following things:

- Developing new concepts in understanding vegetation;
- Testing concepts applicable to all plant communities;
- Adding a particularly well-executed empirical example that is part of a growing literature on a general conceptual issue;
- Representing a particularly interesting combination of models, observational data and experiments;
- Demonstrating a new and generally useful method;

- Presenting a particularly exemplary or thorough analysis, even if the concepts and methods are not novel, so long as it represents the state of the art in methods and presents a critical and definitive test for an interesting hypothesis.

Peer Review

The journal uses a single-blind peer review procedure. Papers will only be sent to review if the Chief Editor determines that the paper is within the scope of the journal (e.g. it deals with plant communities or multispecies plant assemblages, not with single species) and meets the appropriate quality and relevance requirements. If so, one of the Associate Editors will be selected as Co-ordinating Editor to consider the submitted manuscript further, invite referees if appropriate, and make final decision on acceptance. If your paper is not assigned to a Co-ordinating Editor, you will be advised by email, usually within five days of submission. Wiley's policy on the confidentiality of the review process is available here.

Conflict of Interest

Authors will be asked to provide a conflict of interest statement during the submission process. Submitting authors should ensure they liaise with all co-authors to confirm agreement with the final statement. 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 Funding 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 the following criteria:

1. Have made substantial contributions to conception and design, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data; and
2. Been involved in drafting the manuscript or revising it critically for important intellectual content; and
3. Given final approval of the version to be published; and
4. Have participated sufficiently in the work to take public responsibility for appropriate portions of the content; and
5. 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 the 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.

Data Sharing and Data Accessibility

The journal expects that data supporting the results in the paper will be archived in an appropriate public repository or in Supplementary Information related to the paper. Whenever possible the scripts and other artefacts used to generate the analyses presented in the paper should also be publicly archived. Exceptions may be granted at the discretion of the editor for sensitive information such as the location of endangered species. Authors are expected to provide a data accessibility statement, including a link to the repository they have used, to accompany their paper.

Journal's policy on criticism

If a paper (Forum or otherwise) has a major element criticizing a particular paper or body of work of (an)other scientist(s), the latter will be invited to comment on the manuscript (doing this does not prevent the criticized scientist(s) from writing a reply). However, those comments will be taken in context, and in addition there will be one or two referees who are outside the controversy. The author who has been criticized will be offered a right of reply in the same journal issue, so long as the reply is received before an indicated deadline, typically four weeks from acceptance of the criticism, especially since the criticized author will already have seen the criticism. The reply will be refereed. It will be sent to the author of the original criticism, to check there is nothing unreasonable or offensive. The criticizing authors have no automatic right of further responses, but the editor may allow this. The sequence will normally finish with the author(s) of the originally criticized paper, or when the participant next due to submit does not do so, or submits a paper that says nothing that is both new and valid as judged by referees. Such further responses will normally be published in a later issue. The editor will ensure that the process is fair to all concerned, and that the readers of the journal can evaluate both sides and make their own decision.

Errata

An author may of their own initiative submit an erratum note for an error in his/her paper previously published in *Applied Vegetation Science* that is likely to mislead readers. If a paper is submitted that contains only a correction for a simple error in a paper published by another author, but one that is likely to mislead readers, though it does not appear to affect the results (e.g. it is an error in a formula but the correct formula was used in the original calculations), the original author will be offered the opportunity to submit an erratum with an acknowledgement to the author who pointed it out. This erratum will be published in place of the submitted critical paper.

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 Wiley's Top 10 Publishing Ethics Tips for Authors [here](#). Wiley's Publication Ethics Guidelines can be found [here](#).

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. Other authors are encouraged (but not required) to provide their ORCID IDs. Find more information [here](#).

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.

Accepted Articles

The journal offers Wiley's Accepted Articles service for all manuscripts. This service ensures that accepted 'in press' manuscripts are published online shortly after acceptance, prior to copy-editing or typesetting. Accepted Articles are published online a few days after final acceptance, appear in PDF format only, and are given a Digital Object Identifier (DOI), which allows them to be cited and tracked. After publication of the final version article (the article of record), the DOI remains valid and can still be used to cite and access the article.

Proofs

Once the paper is typeset, the author will receive an email notification with full instructions on how to provide proof corrections. 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.

Publication Charges for Colour Figures

Color figures may be published online free of charge; however, the journal charges for publishing figures in colour in print. If the authors supply 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. If the content of figures is not readable after the black-and-white conversion, the paper will not be published until the authors provide readable black-and-white version or pay charges for colour print.

Early View

The journal offers rapid publication via Wiley's Early View service. Early View articles are edited and typeset articles 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).
- For non-open access articles, the corresponding author and co-authors can nominate up to ten colleagues to receive a publication alert and free online access to the article.

Write a post to the JVS-AVS blog

Upon acceptance of the manuscript, authors are invited to write a post to the official blog of the Journal of Vegetation Science and Applied Vegetation Science (<https://jvsavsblog.org/>). Authors can choose between writing a short Plain Language Summary, longer Behind the Paper, or preparing audiovisual Video Summary (details and guidelines are at <https://jvsavsblog.org/contribution-types/>). Posts prepared according to the guidelines should be submitted to blog editors at editor@jvsavsblog.org. All posts undergo simple editing process and are posted online as soon as the paper appears on Early View. We encourage authors to consider this option since blog posts represent an effective additional way of promoting and disseminating the published research.

Promoting the Article

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.

Subscriptions

Please consider taking a subscription to Applied Vegetation Science and/or Journal of Vegetation Science: they carry important papers in your field. Subscriptions help us to avoid charges. The personal subscription rates are very reasonable and include membership of International Association for Vegetation Science (IAVS). For those in the developing world, assistance may be available through the IAVS: contact the Secretary (Secretary@iavs.org).

9. EDITORIAL OFFICE CONTACT DETAILS

Ms. Karen Russell, avsci@editorialoffice.co.uk