

Arranjo Estrutural e Diversidade da Flora Herbácea das Dunas da Praia do Caúra, São José De Ribamar, Maranhão

Ingrid Fabiana Fonseca Amorim¹, Aryana Vasque Frota Guterres²,
Antonio Fernando da Silva¹ & Eduardo Bezerra de Almeida Jr.¹

Recebido em 05/06/2021 – Aceito em 29/05/2022

¹ Universidade Federal do Maranhão/UFMA, Brasil. <fabyamorim.bio@gmail.com, tonyherpeto@gmail.com, ebaj25@yahoo.com.br>.

² Universidade Estadual de Feira de Santana/UEFS, Brasil. <ana.vasque41@gmail.com>.

RESUMO – Apesar das dunas serem consideradas áreas de preservação permanente, fatores antropogênicos vêm alterando a estrutura da vegetação. Assim, pesquisas sobre o arranjo estrutural da vegetação herbácea são importantes para entender a organização e distribuição das espécies nesse e em outros contextos. O objetivo deste estudo foi realizar uma análise fitossociológica da flora herbácea das dunas da praia do Caúra (município de São José do Ribamar, Maranhão). Para a amostragem, foram traçados 10 transectos de 50 m, paralelos entre si a uma distância de 10 m, totalizando 50 parcelas. Consideraram-se ervas os indivíduos que não apresentavam lignificação em toda sua extensão, incluindo espécies rizomatosas ou estoloníferas. Os parâmetros estruturais calculados foram frequência relativa, cobertura relativa, valor de importância, índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e equabilidade de Pielou (J'). Foram amostrados 643 indivíduos, pertencentes a 37 espécies, distribuídas em 19 famílias, das quais Fabaceae (10 espécies) e Cyperaceae (6 spp.) foram as mais representativas. Os maiores valores de frequência, cobertura vegetal e valor de importância foram registrados para *Paspalum maritimum* (51,66%), *Chamaecrista hispidula* (18%), *Centrosema brasilianum* (16,84%), *Alternanthera brasiliana* (12,58%) e *Sporobolus virginicus* (11,43%). O índice de diversidade foi de 2,37 nats/ind e a equabilidade foi de 0,62. Esses valores são considerados altos quando comparados a diferentes áreas de dunas, ressaltando a importância da conservação desses ambientes no litoral do Maranhão.

Palavras-chave: Área de preservação permanente; fitossociologia; Nordeste do Brasil; restinga herbácea.

Structural Arrangement and Diversity of Herbaceous Flora of the Dunes of Caúra Beach, São José de Ribamar, Maranhão State

ABSTRACT – Although the dunes are considered permanent preservation areas, anthropogenic factors have been altering the vegetation structure. Thus, research on the structural arrangement of herbaceous vegetation is important to understand the organization and distribution of species in this and other contexts. This paper aim to carry out a phytosociological analysis of the herbaceous flora of the dunes of praia do Caúra (municipality of São José do Ribamar, Maranhão state). For sampling, 10 transects of 50 m were traced, parallel to each other at a distance of 10 m, totaling 50 plots. Individuals that did not show lignification throughout their entire length were considered herbs, including rhizomatous or stoloniferous species. The structural parameters calculated were relative frequency, relative coverage, importance value, Shannon-Wiener diversity index (H') and Pielou equability (J'). A total of 643 individuals were sampled, belonging to 37 species distributed in 19 families, of which Fabaceae (10 species) and Cyperaceae (6 spp.) were the most representative. The highest values of frequency, vegetation cover and importance value were recorded for *Paspalum maritimum* (51.66%), *Chamaecrista hispidula* (18%), *Centrosema brasilianum* (16.84%), *Alternanthera brasiliana* (12.58%), and *Sporobolus virginicus* (11.43%). The Shannon-Wiener diversity index was 2.37 nats/ind and

the equability was 0.62. These values are considered high when compared to different dune areas, highlighting the importance of conserving these environments on the coast of Maranhão.

Keywords: Permanent preservation area; phytosociology; northeast of Brazil; herbaceous restinga.

Disposición Estructural y Diversidad de la Flora Herbácea de las Dunas de la Playa de Caúra, São José de Ribamar, Maranhão

RESUMEN – Si bien las dunas son consideradas áreas de preservación permanente, factores antropogénicos han ido alterando la estructura de la vegetación. Por lo tanto, la investigación sobre el arreglo estructural de la vegetación herbácea es importante para comprender la organización y distribución de las especies en este y otros contextos. Este artículo tiene como objetivo realizar un análisis fitosociológico de la flora herbácea de las dunas de praia do Caúra (municipalidad de São José do Ribamar, Estado de Maranhão). Para el muestreo se trazaron 10 transectos de 50 m paralelos entre sí a una distancia de 10 m, totalizando 50 parcelas. Se consideraron hierbas los individuos que no presentaron lignificación en toda su extensión, incluyendo especies rizomatosas o estoloníferas. Los parámetros estructurales calculados fueron frecuencia relativa, cobertura relativa, valor de importancia, índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y equidad de Pielou (J'). Se muestrearon un total de 643 individuos, pertenecientes a 37 especies distribuidas en 19 familias, de las cuales Fabaceae (10 especies) y Cyperaceae (6 spp.) fueron las más representativas. Los mayores valores de frecuencia, cobertura vegetal y valor de importancia se registraron para *Paspalum maritimum* (51,66%), *Chamaecrista hispidula* (18%), *Centrosema brasilianum* (16,84%), *Alternanthera brasiliana* (12,58%) y *Sporobolus virginicus* (11,43%). El índice de diversidad fue de 2,37 nats/ind y la uniformidad de 0,62. Estos valores se consideran altos en comparación con diferentes áreas de dunas, lo que destaca la importancia de conservar estos ambientes en la costa de Maranhão.

Palabras clave: Área de preservación permanente; fitossociologia; Nordeste de Brasil; restinga herbácea.

Introdução

A costa litorânea brasileira possui uma grande extensão territorial, formada por diversos ecossistemas costeiros (Santos-Filho et al., 2010). Entre esses, destaca-se a restinga, definida por apresentar modificações geomorfológicas recentes, datada do período Quaternário, com grande diversidade florística e fisionômica (CONAMA, 2002; Scarano, 2002; Lima e Almeida Jr., 2018). As dunas são formações fisionômicas arenosas associadas às áreas de restinga, que se encontram limitadas entre o continente e os oceanos (Araujo et al., 2016). Representam uma das regiões mais dinâmicas, caracterizadas por um conjunto de fatores abióticos (ex.: altas temperaturas, solo arenoso, alta salinidade entre outros), e consideradas como ambientes peculiares (Cantarelli et al., 2012; Lima et al., 2015).

Podem ainda ser compreendidas como um mosaico que integra um complexo vegetacional composto por espécies de diversos portes, em especial a flora herbácea que exerce ação estabilizadora nessas formações (Assis et al., 2011). As herbáceas denominadas halófila-psamófila merecem destaque por se desenvolverem próximo

à linha da praia, apresentando grande tolerância a ambientes salinos, sendo resistentes a regiões com pouca disponibilidade hídrica e pouca matéria orgânica (Boeger e Gluzezak, 2006; Santos et al., 2019).

Essas espécies compõem a vegetação das dunas e exercem importantes serviços ecossistêmicos, estando diretamente relacionadas à estabilização, fixação e retenção natural de sedimentos e de outras plantas (Acosta et al., 2007). Além disso, contribuem para a regeneração do solo e no processo de sucessão da vegetação (Amorim et al., 2016, Santos et al., 2019). Apresentam um grande potencial adaptativo, devido às adversidades encontradas nas áreas litorâneas, como elevadas temperaturas, escassez hídrica e baixa oferta de nutrientes (Rocha et al., 2004a), desenvolvendo-se juntamente com as ervas eretas, rizomatosas e reptantes. Devido ao seu pequeno porte e sistema radicular superficial, essas plantas tornam-se mais sensíveis às alterações do meio, sendo consideradas como indicadoras ambientais por responderem, de forma rápida, aos impactos na área (Carvalho e Sá, 2011).

Pesquisas sobre o arranjo estrutural herbáceo são importantes para entender a organização e a composição das espécies, ajudando na compreensão da diversidade desse estrato em ambientes costeiros em prol da conservação de ecossistemas com fatores limitantes definidos (Chakraborty et al., 2012). Nesse contexto, este estudo apresenta uma análise fitossociológica do componente herbáceo das dunas da praia do Caúra, em São José de Ribamar, visando compreender a abrangência e o arranjo dessas espécies na porção Nordeste da ilha do Maranhão, a fim de ampliar o conhecimento sobre as restingas do estado.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em 2017 nas dunas da Praia do Caúra (2° 33' 14.20"S, 44° 02' 13.99"W), no município de São José do Ribamar, porção Nordeste da ilha do Maranhão (Fig. 1). De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw tropical quente e úmido com precipitação entre 1.250 a 2.000 mm/ano (Alvares et al., 2013). Apresenta um período seco entre os meses de agosto e dezembro e períodos chuvosos, de janeiro até junho, com temperatura média em torno de 29° C (INMET, 2021).



Figura 1 – Localização da praia do Caúra, município de São José de Ribamar, porção Nordeste da ilha do Maranhão (em destaque), Maranhão. Fonte: Silva, A.F. (2019).

A área de estudo possui uma extensão de 9,7 ha, caracterizada pela presença de manguezais, praias, dunas e falésias. As dunas primárias são associadas a trechos de campos com predominância de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea. Na área também são observados

campos abertos, com muitas associadas, e campos fechados com a presença de inundações permanentes; nessa área existe uma significativa especulação imobiliária devido aos imóveis construídos por toda sua extensão, além de terrenos baldios (Guterres et al., 2019) (Fig. 2).

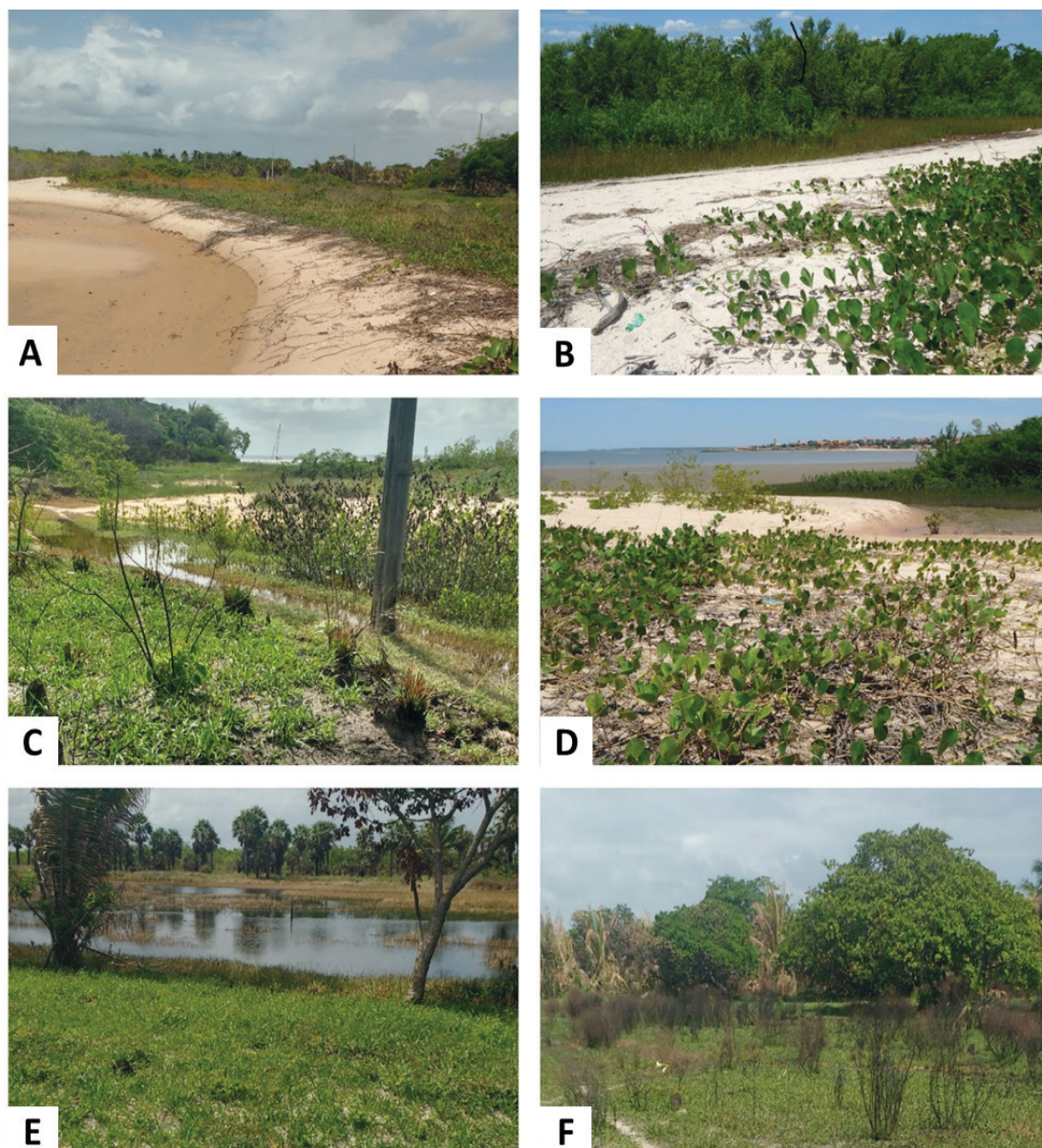


Figura 2 A-F – Fisionomias das dunas praia de Caúra, São José de Ribamar, Maranhão. A-B campo aberto não inundado; C-D campo aberto inundado; E- campo fechado inundado; F- campo fechado não inundado.

Amostragem fitossociológica e identificação das espécies

Para a amostragem do estrato herbáceo, foram traçados 10 transectos perpendiculares à linha do mar com 50 m de comprimento cada, paralelos a uma distância de 10 m entre si. Em seguida, foram distribuídas cinco parcelas de 1 m², distantes 10 m entre si, em cada um dos transectos (à direita ou à esquerda, por meio de sorteio prévio), totalizando 50 parcelas.

Foram consideradas ervas todos os indivíduos distinguíveis no nível do solo, incluindo os “rametes” das espécies rizomatosas ou estoloníferas (muito frequente nas dunas). A cobertura vegetal (CV) foi obtida a partir da estimativa visual (Brower e Zar, 1977) com auxílio de uma parcela de 1m² subdividida em 100 quadrículos menores de 10×10cm (Amorim et al., 2016).

Os indivíduos dentro dos critérios de inclusão foram coletados, de acordo com Peixoto

e Maia (2013), e identificados no Laboratório de Estudos Botânicos (LEB) do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). O material identificado foi incorporado ao acervo do Herbário MAR (Almeida Jr., 2015). A organização das famílias seguiu o APG IV (2016) e para a verificação dos nomes dos autores foram consultadas as plataformas Flora e Funga do Brasil (www.floradobrasil.jbrj.gov.br) e o Tropicos® (<https://www.tropicos.org>).

Análise de dados

Os parâmetros estruturais, a frequência relativa (FR), a cobertura relativa (CR) e o valor de importância (VI) foram calculados usando o programa EXCEL® 2010. A densidade não foi estimada devido à dificuldade de individualização de alguns espécimes, conforme Carvalho e Sá (2011) e Araujo et al. (2016).

O valor de importância (VI) foi obtido a partir da somatória da frequência e dominância relativas, seguindo metodologias utilizadas em estudos direcionados para o estrato herbáceo em áreas litorâneas (Araujo et al., 2016, Amorim et al., 2016, Santos et al., 2019). Também foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e a equabilidade de Pielou (J'). Para ambos os índices, foram utilizados os dados de cobertura vegetal e frequência das espécies como medida de abundância (Magurran, 1988).

A curva de acumulação de espécies, utilizada para medir a suficiência amostral do estrato herbáceo, foi construída a partir dos dados de abundância das espécies por parcela, utilizando o programa R Studio versão 1.2.5001 (R STUDIO TEAM, 2019). Foram calculados dois valores de riqueza por meio dos estimadores Chao 1 e Jackknife 1 que são sensíveis à presença de espécies raras (Gotelli e Chao, 2013). Esses valores foram plotados juntamente com a curva de acumulação, com auxílio das funções *estaccum* R para o cálculo de Chao 1 e *poolaccum* para o cálculo de Jackknife 1, presentes no pacote *vegan* (Oksanen et al., 2015).

Resultados e Discussão

Foram amostrados 643 indivíduos herbáceos, pertencentes a 19 famílias, 32 gêneros e 37 espécies (Tabela 1). Fabaceae (10 espécies, 27%), Cyperaceae (6 spp., 16%) apresentaram o maior número de espécies. A presença de espécies destas famílias nas dunas do litoral nordestino (Menezes et al., 2012, Araujo et al., 2016, Santos et al., 2019) pode estar relacionada a capacidade de se desenvolverem em ambientes de solos com baixo teor de nutrientes (Britto et al., 1993). Em relação as formas de vida, algumas caméfitas e terófitas que se desenvolvem de forma reptante, quando associadas a outras hemicriptófitas formam touceiras ou grandes aglomerados nas dunas.

Tabela 1 – Parâmetros fitossociológicos das espécies herbáceas das dunas da praia do Caúra, São José de Ribamar, Maranhão. Ordem decrescente do valor de importância. Legenda: FV = Forma de vida; Hc = hemicriptófitas; Hp = holoparasita; Te = terófitas; Cf = caméfitas; Tr = Trepadeira; CA = cobertura absoluta (%); FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); CR = cobertura relativa; VI = valor de importância.

ESPÉCIES	FAMÍLIA	FV	CA	FA	FR	CR	VI
<i>Paspalum maritimum</i> Trin.	Poaceae	Te	2631	0,62	16,89	34,77	51,66
<i>Chamaecrista hispidula</i> (Vahl) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	Cf	661	0,34	9,26	8,74	18,00
<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	Fabaceae	Tr	532	0,36	9,81	7,03	16,84
<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Amaranthaceae	Te	622	0,16	4,36	8,22	12,58
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	Poaceae	Te	576	0,14	3,81	7,61	11,43
<i>Galactia striata</i> (Jacq.) Urb.	Fabaceae	Tr	259	0,2	5,45	3,42	8,87
<i>Portulaca halimoides</i> L.	Portulacaceae	Te	208	0,14	3,81	2,75	6,56
<i>Chamaecrista diphylla</i> (L.) Greene	Fabaceae	Cf	178	0,14	3,81	2,35	6,17
<i>Pycnus</i> sp.	Cyperaceae	Te	244	0,1	2,72	3,22	5,95
<i>Blutaparon portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears	Amaranthaceae	Cf	142	0,14	3,81	1,88	5,69

<i>Fimbristylis cymosa</i> R.Br.	Cyperaceae	Cf	379	0,01	0,27	5,01	5,28
<i>Mollugo verticillata</i> L.	Molluginaceae	Te	192	0,06	1,63	2,54	4,17
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Cyperaceae	Te	200	0,04	1,09	2,64	3,73
<i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	Cf	49	0,1	2,72	0,65	3,37
<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) H. Hara	Onagraceae	Cf	90	0,08	2,18	1,19	3,37
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	Lamiaceae	Hc	33	0,1	2,72	0,44	3,16
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey	Rubiaceae	Cf	63	0,08	2,18	0,83	3,01
<i>Zornia guanipensis</i> Pittier	Fabaceae	Cf	103	0,06	1,63	1,36	3,00
<i>Xyris anceps</i> Lam.	Xyridaceae	Te	20	0,08	2,18	0,26	2,44
<i>Ctenodon paniculatus</i> (Willd. ex Vogel) D.B.O.S. Cardoso, P.L.R. Moraes & H.C. Lima	Fabaceae	Te	18	0,08	2,18	0,24	2,42
<i>Schultesia guianensis</i> (Aubl.) Malme	Gentianaceae	Te	11	0,08	2,18	0,15	2,33
<i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb.	Convolvulaceae	Cf	93	0,04	1,09	1,23	2,32
<i>Cyperus sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük.	Cyperaceae	Te	43	0,06	1,63	0,57	2,20
<i>Cassytha filiformis</i> L.	Lauraceae	Hp	92	0,02	0,54	1,22	1,76
<i>Euploca polyphylla</i> (Lehm.) J.I.M. Melo & Semir	Boraginaceae	Hc	9	0,06	1,63	0,12	1,75
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	Fabaceae	Te	6	0,06	1,63	0,08	1,71
<i>Hexasepalum</i> sp.	Rubiaceae	Te	3	0,06	1,63	0,04	1,67
<i>Bulbostylis</i> sp.	Cyperaceae	Te	27	0,04	1,09	0,36	1,45
<i>Asemeia martiana</i> (A.W. Benn.) J.F.B. Pastore & J.R. Abbott	Polygalaceae	Cf	4	0,04	1,09	0,05	1,14
<i>Turnera subulata</i> L.	Turneraceae	Cf	4	0,04	1,09	0,05	1,14
<i>Cyperus ligularis</i> L.	Cyperaceae	Te	29	0,02	0,54	0,38	0,93
<i>Buchnera nordestina</i> Scatigna	Orobanchaceae	Cf	25	0,02	0,54	0,33	0,88
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Aizoaceae	Cf	7	0,02	0,54	0,09	0,64
Cucurbitaceae 1	Cucurbitaceae	Tr	6	0,02	0,54	0,08	0,62
<i>Cucumis</i> sp.	Cucurbitaceae	Tr	4	0,02	0,54	0,05	0,60
<i>Crotalaria retusa</i> L.	Fabaceae	Te	2	0,02	0,54	0,03	0,57
<i>Stylosanthes angustifolia</i> Vogel	Fabaceae	Cf	2	0,02	0,54	0,03	0,57

As espécies *P. maritimum* (51,66%), *C. hispidula* (18%), *C. brasilianum* (16,84%), *A. brasiliana* (12,58%) e *S. virginicus* (11,43%) destacaram-se por apresentarem os maiores valores de frequência, cobertura relativa e valor de importância (Tabela 1). Tanto *Paspalum maritimum* e *Sporobolus virginicus* também apresentaram os maiores VI e frequência relativa nas análises de Araújo et al. (2016) e Santos et al. (2019).

Poaceae é uma família comumente registrada nas áreas litorâneas por suas espécies possuírem diferentes estratégias de desenvolvimento e reprodução (p.e., variações dos tipos de raízes e dispersão pelo vento), estabelecendo-se de

forma eficiente (Peixoto e Costa, 2004). *Paspalum maritimum* é caracterizada por apresentar rizomas e estolhos muito longos, formando densas populações que contribuem para fixação nas dunas (Oliveira et al., 2013). Espécies de Cyperaceae também são bem-sucedidas nesses ambientes de dunas por causa da sua fácil propagação em solos arenosos devido aos ventos intensos (Amorim et al., 2016).

Chamaecrista hispidula e *Centrosema brasilianum* também foram relatadas em outros estudos florísticos de ambientes costeiros do litoral maranhense (Amorim et al., 2016; Araújo et al., 2016; Santos et al., 2019) e destacam-

se pela plasticidade morfológica e capacidade de se desenvolverem em diferentes condições ambientais ao longo de toda a costa brasileira (Lorenzi, 2008).

A vegetação das dunas da praia do Caúra apresenta-se de forma não contínua, representada por moitas de *Chamaecrista hispidula*, com trechos que se alternam com espécies lenhosas e predominância de herbáceas prostradas, como *Alternanthera brasiliana*, *Centrosema brasilianum* e *Ipomoea imperati*, conforme fisionomia descrita por Guterres et al. (2019).

A curva de acumulação das espécies destaca que o esforço amostral foi suficiente, contemplando, aproximadamente, 84% do total de espécies, quando se compara com o estimador Chao 1 que prevê uma comunidade constituída por 44 espécies (Fig. 3). Esses valores também foram considerados elevados (cerca de 80% das espécies) quando observado o estimador Jackknife 1 que determina, aproximadamente, 46 espécies para as dunas da Praia do Caúra (Fig. 4). Diante disso e considerando as particularidades comuns às áreas litorâneas, podemos afirmar que este estudo contemplou a representatividade das espécies presentes na área.

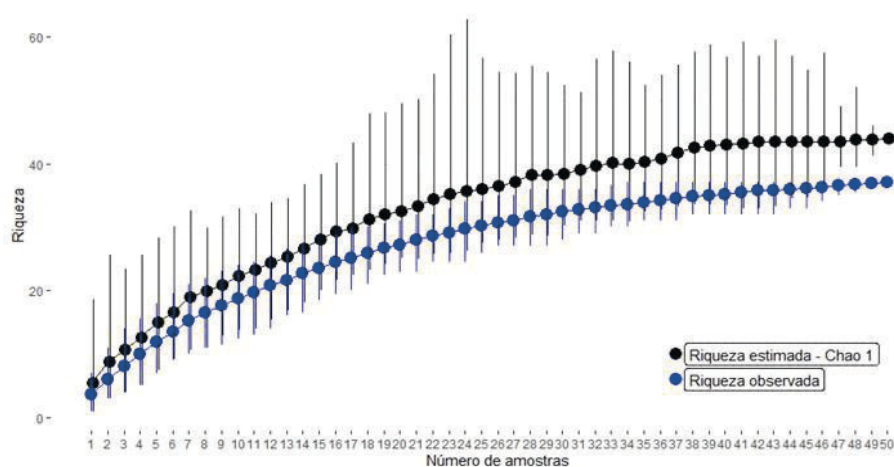


Figura 3 – Comparação entre os valores da curva de acumulação de espécies e os valores de riqueza esperados segundo o estimador Chao 1, para a flora herbácea das dunas da praia do Caúra, São José de Ribamar, Maranhão. Fonte: Silva, A.F. (2019).

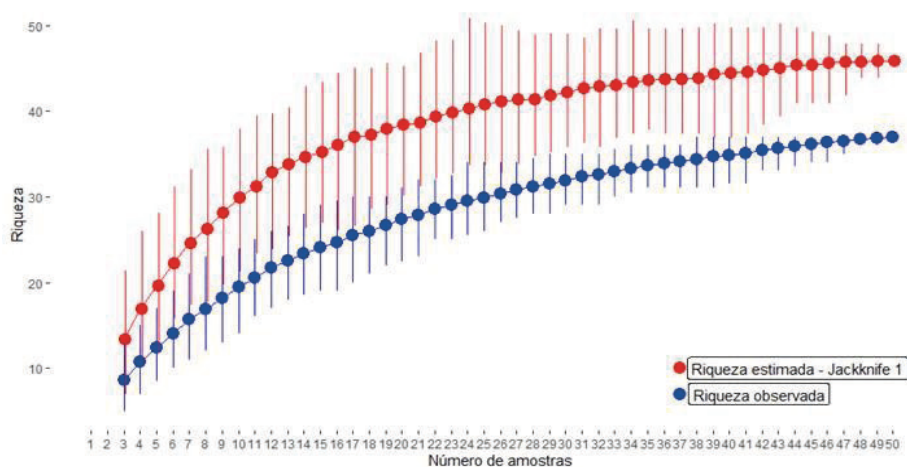


Figura 4 – Comparação entre os valores da curva de acumulação de espécies e os valores de riqueza esperados segundo o estimador Jackknife 1, para a flora herbácea das dunas da praia do Caúra, São José de Ribamar, Maranhão. Fonte: Silva, A.F. (2019).

As dunas da praia do Caúra apresentaram $H' = 2,37$ nats/ind e $J' = 0,62$, demonstrando alta diversidade quando comparada a outras áreas de dunas. Esses índices são próximos aos valores registrados por Araújo et al. (2016), $H' = 1,69$ nats.m⁻² e $J' = 0,47$, e Santos et al. (2019), $H' = 1,58$ nats.m⁻² e $J' = 0,42$, na praia de São Marcos, em São Luís do Maranhão. Amorim et al. (2016) encontraram $H' = 2,47$ nats.m⁻² e $J' = 0,64$ para as dunas da praia de Araçagi, situada entre os municípios de São José de Ribamar e Paço do Lumiar. Cabe ressaltar que a diversidade do componente herbáceo pode estar relacionada aos impactos antrópicos registrados nas dunas da Ilha do Maranhão. Esses impactos podem estar contribuindo para o estabelecimento de espécies ruderais ou invasoras de ampla distribuição que disputam recursos com as plantas típicas ou nativas das dunas (Amorim et al., 2016; Guterres et al., 2019).

A presença de espécies invasoras no componente herbáceo torna-se uma ameaça à flora nativa. Pivello et al. (1999), destacaram que em área de cerrado, as gramíneas invasoras são consideradas como um grande problema para a conservação da área. Amorim et al. (2016), Araújo et al. (2016) e Santos et al. (2019), destacaram a importância das herbáceas sobre as dunas, mas alertaram que as alterações antrópicas (poluição, especulação imobiliária, queimadas intencionais, entre outros) interferem no arranjo da vegetação e possibilitam a entrada de espécies ruderais e/ou invasoras nesses ambientes.

Os valores dos índices encontrados no presente estudo foram superiores aos das dunas de São Marcos e semelhantes aos das dunas da praia de Araçagi. Em relação ao arranjo estrutural, as áreas possuem características parecidas, como a composição de espécies, a densidade de indivíduos e presença de espécies ruderais, além de serem áreas que apresentam uma forte pressão antrópica, o que influencia diretamente na organização espacial das espécies.

Outro fator que influencia diretamente a paisagem da região é o estabelecimento de terófitos, como *Cyperus ligularis* e *Crotalaria retusa*, tornando-se espécies oportunistas por serem resistentes às alterações ambientais e as primeiras a se estabelecerem no ambiente (Guterres et al., 2019). Associados a isso, os focos de queimadas

e a remoção da cobertura vegetal para ocupação humana também têm contribuído para alteração da vegetação local (Guterres et al., 2019). Alguns estudos têm demonstrado que tais perturbações facilitam o estabelecimento das espécies ruderais, invasoras e/ou exóticas (Amorim et al., 2020). Esse fato contribui para o aumento da competição destas com as espécies típicas das dunas, reduzindo, por sua vez, a riqueza e a composição original, levando a uma descaracterização da flora nativa (Rocha et al., 2004b; Rocha et al., 2007; Araújo et al., 2016).

Apesar da importância ecológica da vegetação de dunas, ainda é intensa a degradação dessa flora ao longo do litoral do país, gerando diversos impactos negativos (Zanella et al., 2010). As dunas sem cobertura vegetal apresentam maior deslocamento de grãos de areia pelos ventos, dificultando a fixação ou estabelecimento das sementes (Silva e Melo Jr., 2016), impossibilitando o desenvolvimento das plantas nas áreas de dunas.

Conclusões

Diante dos dados apresentados, pode-se concluir que a análise fitossociológica da composição herbácea possibilitou observar que as dunas da praia do Caúra apresentaram alta diversidade e equabilidade, auxiliando no conhecimento da vegetação do litoral do Nordeste. As ações antrópicas estão influenciando a vegetação desses ambientes, favorecendo o desenvolvimento de espécies consideradas ruderais e/ou invasoras.

O arranjo estrutural evidenciou a presença de espécies terófitas, caméfitas e hemiciptófitas (eretas e reptantes), formando grandes aglomerados. As famílias Fabaceae e Cyperaceae destacaram-se como as mais expressivas por serem resistentes a ambientes adversos. Foi possível perceber a importância ecológica do componente herbáceo para as dunas do Maranhão e a necessidade de ampliar os estudos que buscam entender os padrões de diversidade das áreas de dunas e restinga. Diante dessas alterações que vêm sendo registradas em diferentes dunas do Estado, reforça-se a urgência em desenvolver pesquisas direcionadas ao manejo e conservação desses ambientes a fim de resguardar a riqueza e diversidade vegetal.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo financiamento do projeto. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa produtividade do último autor. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (finance code 001) pela concessão da bolsa de mestrado concedida à primeira autora. A Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e o Laboratório de Estudos Botânicos (LEB) pela estrutura física e recursos humanos.

Referências

- Acosta A et al. Coastal vegetation zonation and dune morphology in some mediterranean ecosystems. *Journal of Coastal Research*, 23(6): 1518-1524, 2007.
- Almeida Jr. EB. Herbário do Maranhão, Maranhão (MAR). *Unisanta Bioscience*, 4(6): 129-132, 2015.
- Alvares CA et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728, 2013.
- Amorim IFF, Santos-Filho FS e Almeida Jr. EB. 2016. Fitossociologia do estrato herbáceo de uma área de dunas em Araçagi, Maranhão. p. 29-44. In: Almeida Jr. EB, Santos-Filho FS (orgs.). *Biodiversidade do Meio Norte do Brasil: conhecimentos ecológicos e aplicações*. Editora CRV, Curitiba.
- Amorim IFF et al. 2020. Espécies exóticas do estrato herbáceo das áreas de dunas na Ilha do Maranhão, Nordeste do Brasil. p. 15-28. In: Santos-Filho FS, Almeida Jr. EB (orgs.). *Biodiversidade do Meio Norte do Brasil: conhecimentos ecológicos e aplicações*, 1ed. Editora CRV, Curitiba, v.3.
- APG IV. 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: 1-20, 2016.
- Araujo ACM, Silva ANF, Almeida Jr. EB. Caracterização estrutural e status de conservação do estrato herbáceo de dunas da Praia de São Marcos, Maranhão, Brasil. *Acta Amazonica*, 46(3): 247-258, 2016.
- Assis MA et al. Florestas de restinga e de terras baixas na planície costeira do sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. *Biota Neotropica*, 11(2): 103-121, 2011.
- Boeger MRT e Gluzezak RM. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, 61(1-2): 73-82, 2006.
- Britto IC et al. Flora fanerogâmica das dunas e lagoas do Abaeté, Salvador, Bahia. *Sitientibus*, 11: 31-46, 1993.
- Brower JE e Zar JH. 1977. Biotic sampling methods, p. 65-105. In: Brower JE, Zar JH (orgs.). *Field and laboratory methods for general ecology*. Iowa: Wm. C. Brown, Company, Dubuque.
- Cantarelli JRR et al. Tipos fisionômicos e flora vascular da restinga da APA de Guadalupe, Pernambuco, Brasil. *Insula*, 41: 95-117, 2012.
- Carvalho DA e Sá CFC. Estrutura do estrato herbáceo de uma restinga arbustiva aberta na APA de Massambaba, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, 62(2): 367-378, 2011.
- Chakraborty T, Mondal AK e Parui SM. Studies on the prospects and some problems of sand dune vegetation at the fragile coastal zones of West Bengal and Orissa, in Eastern India. *African Journal of Plant Science*, 6: 48-56, 2012.
- CONAMA. Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites das Áreas de Preservação Permanente. *Diário Oficial da União*, nº 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1.68.
- Gotelli NJ e Chao A. Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data. *Encyclopedia of biodiversity*, 5: 195-211, 2013.
- Guterres AVF et al. Flora do estrato herbáceo da restinga da praia do Caúra, São José de Ribamar, Maranhão. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 29(2): 1-10, 2019.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>> INMET. Acesso em: 5/3/2021.
- Lima PB et al. Altered herb assemblages in fragments of the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 191: 588-595, 2015.
- Lima GP e Almeida Jr. EB. Diversidade e similaridade florística de uma Restinga ecotonal no Maranhão, Nordeste do Brasil. *Interciência*, 43(4): 275-282, 2018.
- Lorenzi H. 2008. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas e tóxicas. 4ª ed. Editora Nova Odessa, São Paulo. 572p.
- Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. 179p.

- Menezes CM et al. Composição florística e fitossociologia de trechos da vegetação praial dos litorais norte e sul do Estado da Bahia. *Revista Biociências*, 18: 35-41, 2012.
- Oksanen J et al. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.3-1. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>, 2015.
- Oliveira RC et al. *Paspalum* (Poaceae) no Rio Grande do Norte, Brasil. *Rodriguésia*, 64: 847-862, 2013.
- Peixoto AR e Costa CSB. Produção primária líquida aérea de *Spartina densiflora* Brong. (Poaceae) no estuário da laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Botânica*, 59(1): 27-34, 2004.
- Peixoto AL e Maia LC. 2013. *Manual de Procedimentos para Herbários*. INCT-Herbário virtual para a Flora e os Fungos. Editora Universitária UFPE, Recife. 52p.
- Pivello VR, Shida CN e Meirelles ST. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 8: 1281-1294, 1999.
- Rocha CFD, Esteves FA e Scarano FR. 2004a. *Pesquisas Ecológicas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba*. Ecologia, História Natural e Conservação. Editora Rima, São Carlos. 376p.
- Rocha CFD et al. Habitat disturbance in the Brazilian coastal sand dune vegetation and related richness and diversity of bromeliad species. *Vidalia*, 2: 49-55, 2004b.
- Rocha CFD et al. The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: habitat loss and risk of disappearance. *Brazilian Journal of Biology*, 67: 263-273, 2007.
- R STUDIO TEAM. *R Studio: Integrated Development for R*. Rstudio, Inc., Boston, MA. Disponível em: <http://www.rstudio.com/>. 2019. Acesso em 23/5/2021.
- Santos CR, Amorim IFF e Almeida Jr. EB. Caracterização fitossociológica do componente Halófilo-psamófilo em uma área de dunas, Maranhão, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 29(1): 1-8, 2019.
- Santos-Filho FS et al. Fisionomia das restingas do Delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 32: 18- 227, 2010.
- Silva MM e Melo-Júnior JCF. Composição florística e estrutural de uma comunidade herbáceo-arbustiva de restinga em Balneário Barra do Sul, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Biociências*, 14: 207-214, 2016.
- Scarano FR. Structure, function and floristic relationships of plants communities in stressful habitats marginal to Brazilian Atlantic Rainforest. *Ann. Bot.* 90: 517-524, 2002.
- Zanella NRZ, Prudencio M e Castellani TT. Análise da cobertura vegetal em duna semifixa dez anos após a aplicação de técnicas de restauração no Parque Municipal das Dunas da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina. *Biotemas*, 23: 49-58, 2010.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.
Fluxo Contínuo
n.1, 2023

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886