



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**



**DIVERSIDADE E ARRANJO ESTRUTURAL DO COMPONENTE  
LENHOSO DA VEGETAÇÃO DE DUNAS URBANAS E NÃO URBANAS**

**Recife-PE**

**2019**

ARIADE NAZARÉ FONTES DA SILVA

**DIVERSIDADE E ARRANJO ESTRUTURAL DO COMPONENTE  
LENHOSO DA VEGETAÇÃO DE DUNAS URBANAS E NÃO URBANAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Botânica da Universidade  
Federal Rural de Pernambuco-PPGB/UFRPE  
como requisito para obtenção do título de  
Mestre em Botânica

ORIENTADORA: Pra. Dra. Carmen Silvia Zickel  
COORIENTADOR: Prof. Dr. Eduardo Bezerra de Almeida Jr.

Recife-PE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586d Silva, Ariade Nazaré Fontes da.  
Diversidade e arranjo estrutural do componente lenhoso da vegetação de dunas urbanas e não urbana / Ariade Nazaré Fontes da Silva. – Recife, 2019.  
47 f.: il.

Orientador(a): Carmen Silvia Zickel.  
Coorientador(a): Eduardo Bezerra de Almeida Jr.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Recife, BR-PE, 2019.  
Inclui referências.

1. Dunas 2. Vegetação lenhosa 3. Antropização I. Zickel, Carmen Silvia, orient.  
II. Almeida Jr., Eduardo Bezerra de, coorient. III. Título

CDD 581

**DIVERSIDADE E ARRANJO ESTRUTURAL DO COMPONENTE  
LENHOSO DA VEGETAÇÃO DE DUNAS URBANAS E NÃO URBANAS**

---

Presidente da Banca/Orientador:

---

Pra. **Dra. Carmen Silvia Zickel** - Orientadora  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

---

**Dr. Kleber Andrade da Silva** – Titular  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Dra. Patrícia Barbosa Lima**– Titular  
Bióloga – SEDUC/PE

---

**Dra. Elba Maria Nogueira Ferraz** -Suplente  
Instituto Federal de Pernambuco

---

**Dra. Elcida de Lima Araújo** –Suplente  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife-2019

PE

***DEDICO***

*A minha família, meus pais Benedita Fontes e José Ribamar Silva e irmãos Ana Patrícia Fontes, Ana Caroline Fontes e Daniel Arthur Fontes por todo amor, carinho e dedicação que foram essenciais para realização desta conquista.*

*Ao amigo, Eduardo Almeida Jr., por sua confiança, apoio e ensinamentos que são importantíssimos na minha vida e tanto contribuíram para conclusão desta etapa.*

*Muito obrigada!!!!*

## **AGRADECIMENTOS**

A finalização de mais uma etapa da minha trajetória, profissional e pessoal, só foi possível devido ao esforço conjunto de pessoas que doaram um pouco de si para realização do meu sonho. A vocês, o meu mais sincero e eterno, **MUITO OBRIGADA!!!!**

A Deus, por ter me conceder o dom da vida e por ser o meu apoio em todos os momentos.

A minha orientadora Carmen Silvia Zickel, que mesmo não me conhecendo, aceitou me orientar, eu estando no Maranhão e você em Recife. Obrigada pela acolhida, parceria, carinho, conselhos e amizade (mesmo eu quase não falando). Que nossa parceria seja longa e renda grandes conquistas.

Ao meu coorientador Eduardo Bezerra de Almeida Jr., pois seus ensinamentos, sua força de vontade, sua coragem e amizade que me motivaram a ir além, e eu fui..... e olha onde cheguei.... Serei eternamente, grata por todos as contribuições que fez para que chegasse até aqui.

Aos membros da banca Dr. Kleber Andrade da Silva e Dra. Patrícia Barbosa Lima pelas contribuições que ajudaram no enriquecimento da dissertação quanto no meu crescimento profissional.

A Dr.<sup>a</sup> Patrícia Barbosa Lima por sua imensa paciência em me ensinar a fazer as análises.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica-PPGB/UFRPE por todo apoio concedido desde a realização da seleção no Maranhão até a conclusão desta dissertação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa.

Aos pesquisadores que se dispuseram a avaliar o meu projeto ao longo das etapas do mestrado; Juliana Santos (Seminário A), Tássia Ribeiro e Patrícia Lima (Seminário Integrado) e Kleber Andrade (seminário B). A contribuição de vocês foi muito importante para o meu enriquecimento profissional, obrigada.

A Cynara Leleu, por sua disponibilidade, paciência e colaboração em sempre ajudar em todas as minhas pendências na secretaria. Obrigada.

Aos companheiros de campo, Aline Duarte, Ana Cássia Araujo, Aryana Guterres, Brenda Paiva, Bruna Correia, Camilla Pires, Catherine Rios, Eduardo Almeida Jr., Gabriela Amorim, Hynder Lima, Ingrid Amorim, Ingrid Santana, Jéssica Sousa, Kauê Dias, Luann Costa, Luciana Belfort, Marina Soares e Marlla Arouche, vocês foram essenciais para que eu conseguisse chegar até aqui. Foram muitas aventuras, subindo e descendo dunas íngremes, passado muitas raivas por exemplo, quando fomos expulsos da duna pelo comandante do corpo de bombeiros, pelos inúmeros espinhos de tucum e cansação que deixaram marcas por meses. Mesmo com tantas dificuldades sempre havia alegria, companheirismo e determinação. Muito obrigada, vocês são sensacionais!!!!

Aos amigos do LAFLEC, Allison Galvão. Angélica Cândida, Carmen Zickel, Cassia Zickel, Maria Claudjane, Patricia Lima, Renata Lima, Tássia Ribeiro, que me acolheram com tanto carinho. Obrigada por compartilharem bons momentos comigo e a partir desta nova etapa serão mais duradouros.

Aos amigos do LEB, Alessandro Silva, Aline Duarte, Ana Cássia Araujo, Aryana Vasques, Brenda Izídio, Bruna Correia, Camila Pires, Catherine Rios, Eulália Silva, Flávia Serra, Gabriela Amorim, Gustavo Lima, Hynder Lima, Ingrid Amorim, Ingrid Santana, Jailson Moreira, Jessica dos Santos, Kauê Dias, Luana Mendes, Luann Costa, Luciana Belfort, Luciano Mamede, Maira, Mariana Utta, Marina Soares, Marlla Arouche, Michelle Lacerda e Monielle Alencar e Thaumana Oliveira por todos os momentos vivenciados ao longo destes oito anos de laboratório. Vocês são fundamentais na minha história. Obrigada.

Aos meus pais, Benedita Fontes José Ribamar da Silva, por serem a base que sempre me sustenta a minha vida e aos meus irmãos, Patrícia Fontes, Caroline Fontes, Daniel Fontes, todas as palavras do mundo seriam poucas para expressar o meu amor por vocês. Obrigada por sempre estarem comigo.

A família Barbosa Lima, Sr. Ivan, Dona Clea, Tiago, Patrícia e Matheus que por tantas vezes me receberam com quanto amor e carinho em sua casa, eu já me sinto parte da família. Muito obrigada, serei eternamente grata por tudo que vocês fazem por mim.

Aos amigos Wesley Cordeiro e André Borda que gentilmente sempre me receberam em sua casa. Obrigada pela amizade, companheirismo, ensinamentos e pelos bons momentos proporcionados.

Aos amigos Juliana Aureliano e João Aureliano, obrigada pela amizade. É ótimo tê-los na minha vida.

Minhas idas e vindas a Recife me renderam grandes histórias e ótimos amigos. A vocês, Juliana Santos, Leidiana Lima, Josivan Soares, Timóteo Silva, Andresa Alves, Juliane Hora, Jhone Mendes. Muito Obrigada, por me proporcionarem estes momentos!!!

A turma de mestrado 2017.1, pela amizade e experiências adquiridas ao longo destes dois anos e de modo bem especial, a Renata Lima, Irmã Carvalho, Natália Carvalho, Silmara Nepomuceno, Swami Costa e Thatiany Teixeira pelo apoio e amizade compartilhados durante estes dois anos. Obrigada!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUÇÃO GERAL.....	12
REVISÃO DE LITERATURA.....	13
Ecosistema de Dunas no Brasil .....	13
A diversidade e arranjo estrutural contribuindo para determinar impactos antrópicos sobre a vegetação lenhosa.....	16
Os Impactos Humanos nas Dunas .....	18
REFERÊNCIAS .....	21
INTRODUÇÃO .....	28
MATERIAIS e MÉTODOS .....	29
Área de estudo.....	29
Coletas dos dados .....	30
Análise dos dados .....	30
RESULTADOS.....	31
DISCUSSÃO .....	37
CONCLUSÃO .....	39
REFERÊNCIAS .....	39
Ciccarelli, D. (2015). Mediterranean coastal dune vegetation: Are disturbance and stress the key selective forces that drive the psammophilous succession? <i>Estuarine, Coastal and Shelf Science</i> , v. 165, p. 247-253.....	40
LISTA DE FIGURAS .....	45
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
Normas da Revista.....	48

## RESUMO

As dunas formam um sistema dinâmico de habitats variados que são responsáveis pela contenção dos sedimentos arenosos e manutenção da diversidade biológica, porém, atividades antrópicas têm descaracterizado este ecossistema. Diante disso, o estudo responderá: como está estruturada a comunidade vegetal lenhosa em dunas urbanas e não urbanas? A urbanização pode interferir na riqueza, diversidade e equabilidade das espécies lenhosas? A composição florística de dunas urbanas e não urbanas será distinta? É possível destacar espécies indicadoras para cada ambiente? Para responder esta pergunta, testamos as hipóteses: dunas urbanas possuem menor riqueza, diversidade e equabilidade de espécies lenhosas em comparação às dunas não urbanas e a composição florística será distinta, destacando espécies indicadoras para cada ambiente. As coletas foram realizadas nas praias de São Marcos e Caolho consideradas dunas urbanas e na praia Guia e Ilha de Curupu, denominadas dunas não urbanas. Em cada área foi feita análise fitossociológica do componente lenhoso por meio do método de ponto quadrante estabelecendo transecções com 10m de distância entre si. Com base nos dados fitossociológicos, foi aplicado o teste t de Student para verificar diferenças na riqueza das espécies, uma Análise de Escala Multidimensional Não-Métrica para comparar a composição florística das dunas urbanas e não urbanas, o teste t de Hutcheson para verificar diferenças na diversidade de espécies das áreas urbanas e não urbanas e uma análise de Espécies Indicadoras. Foram amostradas um total de 87 espécies, sendo 61 espécies amostradas nas dunas urbanas, 46 spp. nas não urbanas e 20 espécies foram comuns aos dois ambientes. Os resultados mostram que a diversidade foi a maior nas dunas não urbanas quando comparado às urbanas, na equabilidade a vegetação das dunas urbanas é menos heterogênea do que das não urbanas, já a riqueza média de espécies foi maior nas dunas não urbanas, deste modo, é possível inferir que a constante remoção da vegetação para avanço da urbanização e turismo, promovem a formação de áreas abertas que associado a características ambientais como elevada luminosidade e baixa umidade do solo, são condições favoráveis para o estabelecimento de plantas invasoras com grande potencial colonizador e recrutador. O estabelecimento destas espécies pode provocar uma redução na cobertura de espécies naturais, desestabilizando a comunidade e propiciando o estabelecimento de espécies generalistas e possivelmente invasoras, contribuindo para elevar a riqueza específica nas dunas urbanas, contudo, desestabiliza a diversidade e equabilidade da comunidade vegetal. Na análise de espécies indicadoras a partir do valor de indicação obteve-se uma listagem com 11 espécies consideradas típicas das dunas não urbanas e seis das urbanas, deste modo, é possível observar que as espécies indicadoras compõem o grupo de espécies mais representativas de cada ambiente. Diante dos dados apresentados nesse estudo, enfatiza-se a urgência no emprego de medidas de restauração e conservação das dunas urbanas e que estas medidas também sejam aplicadas as dunas não urbanas, de modo que em ambas as áreas amostradas, o processo de resiliência garanta os atributos ecológicos da comunidade vegetal.

**Palavras Chaves:** Ecossistema costeiro, plantas arbustiva-arbórea, antropização.

## ABSTRACT

The dunes are dynamic systems shaped by a high variety of habitats which are responsible for the contention of sandy sediments and maintenance of biological diversity. However, anthropic activities have changed this ecosystem. Given this, this study aims to answer the following question: how is structured the assembly of woody species in urban and non-urban dune? To answer this question, we test the hypotheses: urbanized dunes have less richness, diversity and equability of woody species compared to non-urbanized dunes, and the floristic composition of urban and non-urban dunes will be distinct, so, it will occur in each environment indicator species. The data collection was carried out in the beaches of São Marcos and Caolho (both of them are considered as urban dunes) and on Guia beach and Curupu Island (non - urban dunes). In each area, a phytosociological analysis of the woody component was done by the quadrant method, establishing transects with 10m of distance between them. Each transection quadrants was plotted with distance of 10m between them, totaling 50 points. The Student's t-test was used to verify differences in species richness, a Non-Metric Multidimensional Scale Analysis was used to compare the floristic composition of urban and non-urban dunes, the Hutcheson t-test was applied to verify differences in species diversity in urban areas and non-urban and an indicator species analysis. A total of 87 species were sampled, being 61 species sampled in the urban dunes, 46 spp. and 20 species were common to both environments. The results show that the diversity was greater in the non - urban dunes than in the urban dunes, in relation to the equability the vegetation of the urban dunes is less heterogeneous than in the non - urban dunes, since the average species richness was higher in the non - urban dunes. It is possible to infer that the constant removal of vegetation for the advancement of urbanization and tourism, promote the formation of open areas associated with environmental characteristics such as high luminosity and low soil moisture, are favorable conditions for the establishment of invasive plants with great colonizing potential and recruiter. The establishment of these species may lead to a reduction in the coverage of natural species, destabilizing the community and promoting the establishment of invasive or generalist species, which contributes to increase the specific richness. However, destabilizing the diversity and equability of the plant community. In the analysis of indicator species from the indication value, a list was obtained with 11 species considered typical of the non-urban dunes and six of the urban dunes, thus it is possible to observe that the indicator species make up the group of species most representative of each environment. Considering the data presented in this study, it is emphasized the urgency in the use of measures of restoration and conservation of the urban dunes as a way to guarantee the resilience process and the continuity of the ecological processes of these areas.

**Keywords:** Coastal ecosystem, shrub-tree plants, anthropization.

## INTRODUÇÃO GERAL

As dunas estão entre os ecossistemas mais dinâmicos em regiões costeiras. Apresentam uma grande heterogeneidade ambiental resultante dos processos sedimentológicos, biogeográficos e climáticos que contribuem para determinar o mosaico vegetacional que se estabelece nestas áreas e contribuem na composição, estrutura e diversidade da vegetação. Particularmente na costa litorânea do Brasil, existem poucas informações sobre a riqueza específica da vegetação de dunas (SILVA e OLIVEIRA, 1989; Danilevicz et al., 1990; FREIRE 1990; BRITO et al., 1993; FREIRE e MONTEIRO, 1993; MATIAS e NUNES, 2001; LEITE e ANDRADE, 2004; ALMEIDA JR. e ZICKEL, 2009; AMORIM et al., 2016 e SILVA et al., 2016).

E quando se trata dos atributos ecológicos dos estratos vegetacionais, essas informações são mais escassas, principalmente para a vegetação lenhosa (DAMASO 2008; SILVA et al. 2018). Tal conhecimento possibilita entender as condições ambientais da comunidade por meio de levantamentos estruturais, processos de recrutamento, regeneração e ocupação de área e assim determinar os níveis de organização ecológica, bem como a estabilidade da comunidade vegetal, sobretudo para os ecossistemas litorâneos, dentre os quais se destacam as dunas que estão sob forte pressão antrópica em decorrência dos processos de urbanização (LONGHI et al. 2000; MELO, 2008).

O avanço da ocupação humana nas dunas modifica as características ambientais mediante a construção de empreendimentos imobiliários e turísticos, contenção dos sedimentos, da água marinha e do vento, extração dos sedimentos arenosos, retirada da cobertura vegetal natural para o estabelecimento de espécies invasoras, exóticas, ornamentais e/ou comerciais (YILMAZ 2002; HERNÁNDEZ-CORDERO et al 2018). Todas estas atividades modificam o fluxo eólico e a estabilidade dos sedimentos arenosos, causam processos erosivos e podem ter efeitos diretos sobre a composição e diversidade da comunidade vegetal (ANFUSO et al. 2011; ATTORRE et al. 2012; CICARRELLI 2014).

Diante destes fatos, surgem os seguintes questionamentos; como está estruturada a comunidade vegetal lenhosa em dunas com diferentes níveis de urbanização? As divergências de urbanização podem interferir na riqueza, diversidade e equabilidade das espécies lenhosas? A composição florística de dunas urbanas e não urbanas será distinta? É possível destacar espécies indicadoras para cada ambiente? Deste modo, somados a ausência de estudos ecológicos que comparem os atributos da vegetação de dunas urbanas e não urbanas, o

presente estudo testou as hipóteses que as dunas urbanas possuem menor riqueza, diversidade e equabilidade de espécies lenhosas em comparação às dunas não urbanas e a composição florística de dunas urbanas e não urbanas será distinta, destacando espécies indicadoras para cada ambiente.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **Ecosistema de Dunas no Brasil**

As dunas são depósitos eólicos formados pelo acúmulo de sedimentos arenosos que podem ocupar regiões próximas ou distantes da costa (ALMEIDA e SUGUIO, 2012). Os campos de dunas estão presente em 20% das áreas litorâneas do mundo (CARRANZA et al., 2018) e no Brasil podem ser encontradas principalmente entre a baía de São Marcos (Maranhão) e o cabo Calcanhar (Rio Grande do Norte), em Sergipe-Alagoas (planície costeira do rio São Francisco), no Rio de Janeiro (região de Cabo Frio) e na costa meridional entre a ilha de Santa Catarina e o extremo sul do Rio Grande do Sul (BRANDÃO, 2008).

As dunas podem ser classificadas em livres e semifixas ou vegetadas (GIANNINI et al., 2005). Quando livres se caracterizam pelo deslocamento das massas de areia, onde nas regiões costeiras este movimento ocorre da praia em direção ao interior, sendo, portanto, denominadas transgressivas, já as dunas vegetadas, como o próprio nome sugere, são dunas eu se caracterizam pela forte presença da vegetação, este tipo de dunas também é reconhecido como frontais, incipientes (embrionárias) e estabelecidas (GIANNINI et al., 2005). As dunas compõem um sistema dinâmico e vulnerável que se caracteriza pela vulnerabilidade ambiental devido à insuficiência de nutrientes, elevada salinidade, ação eólica e o nível do lençol freático (BRITTO et al., 1993; CARBONI et al., 2009).

A vegetação que se estabelece nas dunas forma um gradiente vegetacional que compreende espécies herbáceas psamófila-reptantes, estoloníferas e rizomatosas que são as primeiras a colonizar as áreas próximas a linha da praia (CORDAZZO et al., 2006). Estas plantas formam barreiras que agem sobre a intensidade do vento, diminuindo a mobilidade dos grãos de areia e propiciando a formação de novos aglomerados de sedimentos, por isso, estas plantas são indicadas como estabilizadoras iniciais (GRUNEWALD e SCHUBERT, 2005).

Geralmente, essas espécies pertencem às famílias Poaceae e Cyperaceae que se destacam por apresentarem mecanismos de propagação vegetal, dispersão pelo vento, além de

serem propícias aos locais com intensa luminosidade (CABRAL FREIRE e MONTEIRO, 1993; ALMEIDA JR. e ZICKEL, 2009; ALMEIDA JR. et al., 2017). As espécies herbáceas também contribuem para o sequestro de carbono (BONITO et al. 2017) e as plantas lenhosas apresentam uma grande resistência a fenômenos naturais como tempestades e tsunamis (MASCARENHAS e JAYAKUMAR, 2008; HAYASAKA et al., 2012), ratificando os benefícios fornecidos pela vegetação deste ecossistema.

Danilevicz et al., (1990) descrevem a composição e estrutura da vegetação herbácea arbustiva das dunas da praia do Ferrugem (SC) que se distribuem em trechos de dunas frontais, dunas quase planas e baixadas úmidas. Os dados fitossociológicos relevam baixos valores de densidade e cobertura uma descontinuidade na distribuição dos espécimes. Nas dunas frontais se destacam as espécies *Spartina ciliata* Brongn., *Senecio crassiflorus* (Poir.) DC., *Hydrocotyle bonariensis* Lam. e *Mariscus pedunculatus* (R. Br.) Koyama., nas dunas com mais de 7 m de altura tem-se uma vegetação psamófila representada por *Smilax campestris* Griseb., *M. pedunculatus* (R. Br.) Koyama e *Polygala cyparissias* A.St.-Hil. & Moq. E na formação arbustiva, que segundo os autores, muito se assemelha as matas de restinga, destacando *Guapira opposita* (Vell.) Reitz, *Rapanea parvifolia* (A.DC.) Mez, *Gomidesia palustres* (DC.) Kausel e *Tabebuia pulcherrima* Sandwith.

Castellani et al., (1995) acompanharam por 2 anos as variações na composição e abundância de espécies de dunas entre baixada úmida da praia de São Joaquina (SC), em área alagada, parcialmente e totalmente alagada. Segundo os autores, a área alagada manteve os maiores valores de cobertura total, em contrapartida, obteve menor riqueza específica, já os outros dois trechos (parcialmente e totalmente alagado), houve um incremento na cobertura e riqueza específica ao longo dos anos analisados e apenas no final do período amostral, houve redução na cobertura e riqueza.

Assis et al., (2000) analisaram por meio dados florísticos e fitossociológicos a estrutura da vegetação herbácea arbustiva das dunas frontais da praia de Ulé (ES) e encontraram 53 espécies distribuídas em 33 famílias. Nos dados estruturais, *Dalbergia ecastophyllum* e *Chrysobalanus icaco* L. apresentaram os maiores valores de importância e principalmente de dominância. Segundo os autores, essas espécies são amplamente encontradas em áreas de dunas do Nordeste ao Sul do país. Segundo Dias e Menezes (2007) a vegetação herbácea que se desenvolve no cordão-duna da praia de Santo Antônio (BA) apresenta baixa riqueza específica, porém, com elevada abundância, cobertura, frequência de *Remirea maritima* Aubl. Além disso, as espécies *Marsypianthes chamaedrys* (Vahl) Kuntze, *Polygala cyparissias* A.

St. -Hil, *Mitracarpus* sp. e *Stenotaphrum secundatum* (Walter) Kuntze, se distribuem a partir dos 3 m da zonação preamar.

Palma e Jarenkow (2008) ao estudarem a estrutura da vegetação herbácea das dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul encontraram uma vegetação herbácea com espécies baixas, com tamanhos variando 1 a 10 cm. Para os autores, esses valores representam uma vegetação formada principalmente por herbáceas estoloníferas e rastejantes, As espécies que obtiveram maior valor de importância neste estudo foram *Panicum racemosum* (P. Beauv.) Spreng., *Senecio crassiflorus* (Poir.) DC. e *Hydrocotyle bonariensis* Lam. devido aos altos valores de frequência e cobertura.

Amorim et al., (2016) realizaram o estudo fitossociológico do estrato herbáceo das dunas da praia do Araçagi (MA) e destacam que a vegetação desta área apresenta, majoritariamente, estolões ou rizomas que possibilitam a formação de moitas que recobrem, quase totalmente o solo, principalmente as espécies *Paspalum maritimum* Trin., *Chamaecrista diphylla* (L.) Greene, (ambas com maior valor de importância, respectivamente) e *Chamaecrista rotundifolia* (Pers.) Greene. Já as dunas da praia de São Marcos (MA) o estrato herbáceo é formado de ervas e subarbustos que atingem, em média, 40 cm, distribuídas em sete formas de vida (caméfitos, terófitos, hemicriptófitos, trepadeiras e holoparasitas). A espécie com maior valor de importância é *P. maritimum* Trin., acrescida de *Paspalum ligulare* Nees e *Cassitha filiformis* L. (ARAUJO et al., 2016) À medida que a vegetação herbácea contribui para a estabilização dos sedimentos, proporcionalmente aumenta os campos de dunas e favorece a colonização de novas espécies, principalmente plantas lenhosas situadas nas áreas pós-praia (GRUNEWALD e SCHUBERT, 2007; SANTOS et al., 2015).

Na região pós-praia se destacam as famílias, Fabaceae considerada importante estabilizadora dos sedimentos e Myrtaceae, bem representativa ao longo do litoral brasileiro devida sua relação direta com a Floresta Atlântica (SACRAMENTO et al., 2007). Estudos florísticos desenvolvidos em dunas das regiões Norte e Nordeste, destacam como espécies lenhosas abundantes *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunt, (Malpighiaceae), *Chrysobalanus icaco* L. (Chrysobalanaceae) e *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae) que geralmente se desenvolvem formando grandes moitas (SANTOS e ROSÁRIO, 1998; MATIAS e NUNES, 2000; SILVA et al., 2016).

Damaso (2009) analisando a estrutura da vegetação lenhosa do Parque Estadual das Dunas (RN), encontrou uma grande proporção de caules delgados, indivíduos ramificados

(cerca de 35,86%), com altura média dos espécimes por volta de 3,75 m e as três espécies com maior valor de importância encontradas para área de estudo foram *Maytenus distichophylla* Mart. ex Reissek., *Guapira laxa* (Netto) Furlan e *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. Já na costa amazônica do Pará, Silva et al., (2018), encontraram uma vegetação lenhosa com elevada diversidade beta nas praias: Apeu-Salvador (4.7), Bonifácio (3.1), Buraco Beach (4.2) e Camarauçu (3.2) com registro de *Astrocaryum vulgare* Mart. em todas as áreas. Destaca-se que a praia de Camarauçu apresentou o maior valor de área basal, dentre as áreas estudadas, apesar da baixa densidade de árvores. Os autores justificam que a grande área basal da vegetação desta praia é ocasionada pelos elevados diâmetros dos espécimes de *Anacardium occidentale* L. e que a baixa diversidade e riqueza é em decorrência ao alto valor de importância de *A. occidentale* L., e dominância relativa de *Himatanthus articulatus* (Vahl) Woodson e *A. vulgare* Mart.

### **A diversidade e arranjo estrutural contribuindo para determinar impactos antrópicos sobre a vegetação lenhosa**

A diversidade e o arranjo estrutural são atributos ecológicos que utilizam índices de diversidade e parâmetros estruturais para caracterizar a comunidade vegetal, revelando as condições em que se encontram as espécies no ecossistema (LONGHI et al., 2000; MELO, 2008). Logo, fatores ambientais e, principalmente, antropogênicos podem causar alterações na composição florística e, conseqüentemente, na diversidade e estrutura da comunidade vegetal. Compilando listagens florísticas, Yilmaz (2002) ressalta que dunas perturbadas tendem a apresentar uma composição florística e cobertura vegetal predominantemente formada por espécies sinantrópicas e baixa incidência de espécies naturais, principalmente em áreas com desenvolvimento de atividades agrícolas e recreativas.

Medeiros et al., (2010) ressaltaram que apesar da presença de indivíduos lenhosos ramificados ser comum em restingas, o elevado número de espécimes perfilhados pode representar uma estratégia de rebrota em contrapartida aos possíveis indicativos de degradação antrópica. Em Alagoas, especificamente no litoral Sul, a análise estrutural revelou um maior número de indivíduos jovens (concentrado na primeira classe de diâmetro), além disso, os autores destacam que a vegetação apresenta um porte médio, com caules de dimensão pequena, com diferenças no comprimento dos indivíduos e espécies consideradas ruderais ou de ampla distribuição na região litorânea. A Reserva Natural Nossa Senhora do Outeiro de Maracaípe (PE) foi considerada por Almeida Jr. et al., (2011) a restinga mais

conservada do estado devido à contínua cobertura e maiores valores de diversidade e equabilidade já registrados para o litoral nordestino.

Alberio e Comparatone (2013) tiveram como objetivo avaliar os padrões de invasão das espécies exóticas lenhosas *Populus alba* L. e *Acacia longifolia* (Andrews) Willd. em dunas de áreas invadidas e não invadidas. Foram encontradas nas áreas não invadidas maiores valores de riqueza e diversidade, já nas áreas invadidas as taxas de cobertura de exóticas foram maiores e a riqueza menor, logo, fatores como; grau de dominância e monopolização podem explicar a baixa diversidade, enquanto taxas de extinção e recolonização de espécies, a alta diversidade.

Comparando a composição estrutural da vegetação lenhosa da restinga de Cabedelo (PB) com outros estudos da região Nordeste, Vicente et al., (2014) destacaram que as variações nos valores de riqueza entre as diferentes áreas do litoral nordestino, podem ser ocasionadas pelas diferenças nos níveis pressões antrópicas ocorridas, principalmente pelo corte da vegetação. Santos et al. (2015) a equabilidade ( $J'$ ) no valor de 0,861 encontrada para a vegetação lenhosa da restinga Refúgio da Vida Silvestre do Rio dos Frades, Litoral Sul (BA) representa uma distribuição regular de espécies e desta forma, a comunidade desta área se mantém equilibrada. Para os autores, a distribuição regular está associada a ausência de atividades humanas, logo, a área de estudo se mantém desta forma por se tratar de uma Área de Proteção Ambiental (APA).

Zickel et al., (2015) ressaltam os altos impactos antrópicos que a restinga de Ariquindá (PE) vem sofrendo, o que reflete na composição vegetal, com o elevado número de indivíduos de *Anacardium occidentale* L e *Byrsonima gardneriana* e a presença de *M. salzmannii* (A.DC.) H.J.Lam., *Andira nitida* Mart. ex Benth. e *Ocotea gardneri* (Meisn.) Mez nas classes de altura mais baixas onde são mais frequentes indivíduos jovens, demonstrando que a vegetação está em constante regeneração.

Estudos florísticos e fitossociológicos realizados na Ilha do Maranhão salientam para o estabelecimento de espécies ruderais como *Paspalum maritimum* Trin. e *Chamaecrista diphylla* (L.) Greene, entre outras, e alterações no arranjo estrutural e na composição florística (AMORIM et al., 2016; ARAUJO et al., 2016; SILVA et al., 2016). Essas alterações se devem, principalmente, ao intenso fluxo de pessoas andando nas dunas, remoção da vegetação para a construção de calçadas, a grande quantidade de bares e construções imobiliárias que contribuem para o aumento da perda de cobertura vegetal (CABRAL FREIRE e MONTEIRO, 1993).

## Os Impactos Humanos nas Dunas

A conservação da diversidade vegetal nas dunas costeiras tem se tornado um fator preocupante devido, principalmente, ao aumento alarmante das atividades humanas nestas áreas (CARBONI et al., 2009; VECCHIO et al., 2015; HERNÁNDEZ-CORDERO et al., 2018). As pressões antropogênicas que mais contribuem para descaracterização deste ecossistema estão associadas a projetos urbanização e turismo que geram a construção de empreendimentos imobiliários, contenção da água e do vento, extração dos sedimentos arenosos e retirada da cobertura vegetal natural (YILMAZ, 2002; ZINNERT et al., 2016; PÁGAN et al., 2017; HERNÁNDEZ-CORDERO et al., 2018). Deste modo diferentes métodos e abordagens foram realizados para compreender as transformações ocasionadas pela ação humana.

Pgáan et al., (2016) utilizaram imagens áreas do período de 1950 a 2014 para analisar a evolução histórica da praia Marineta Cassiana, Espanha. Os autores encontram que o avanço do desenvolvimento urbano desencadeou processos erosivos que reduziram a linha da praia, a medida de quase desaparecer em 1984. Já Hernández-Cordero et al., (2018) utilizaram métodos geomorfológicos como indicadores de mudanças ambientais nas dunas costeiras da Maspalomas (Ilhas Canarias, Espanha) nos anos de 1961 (antes do início das atividades turísticas) e 2003. Foi demonstrado uma redução na área ocupada pelas dunas (cerca de 66,4%) e modificações na dinâmica dos ventos, interferindo diretamente nos processos de sedimentação, além de reduzirem a área ocupada pela vegetação.

O turismo é uma das principais atividades socioeconômicas das áreas costeiras (VASCONCELOS e CORIOLANO, 2008). Portanto, a facilidade de acesso à praia causa tráfego de veículos e pessoas, pisoteio da vegetação e a eutrofização das dunas ocasionado pelos dejetos orgânicos deixados na praia pelos turistas. Logo, todos estes impactos contribuem para a perda de cobertura vegetal, alterações na diversidade, densidade e riqueza vegetal (GRUNEWALD e SCHUBERT; GRUNEWALD, 2005; GRUNEWALD, 2006; PURVIS et al., 2015; SEER et al., 2016; COOMBES et al., 2017).

Cabe destacar, que o tráfego de veículos e pessoas também causam um decréscimo na altura da vegetação, principalmente das espécies arbustivas, como apontado por Richard et al., (1994), que estudaram as dunas da África do Sul. Segundo os autores, é possível que a rápida recuperação da vegetação pioneira esteja relacionada com o acelerado crescimento destas

espécies, no entanto, a vegetação arbustiva tende a apresentar os danos por períodos mais prolongados.

A partir de coletas de campo e dados bibliográficos foi possível determinar que as dunas do Balneário Cassino (RS) estão submetidas aos impactos humanos como à extração de areia, herbívoros por gados e cavalos, atividades recreativas, deposição de poluentes, lixo e lama, entre outros impactos antrópicos da região, além disso, as pressões antrópicas também provocaram o desaparecimento *Sesuvium portulacastrum* (L.) L. e redução na densidade de *Blutaparon portulacoides* (A.St.-Hil.) Mears (ROSA e CORDAZZO, 2007).

Os impactos humanos causam perda e fragmentação de habitat, segundo Malavasi et al., (2018), as espécies raras são as primeiras a desaparecer. O estudo de Pasta et al., (2017) demonstraram que a degradação e fragmentação podem ter alterado a distribuição da espécie *Calendula maritima* Guss., que já foi considerada endêmica da costa da Silícia, Itália. No entanto, os autores identificaram três ambientes de ocorrência da espécie, sendo elas, áreas com maior incidência de plantas ruderais, em ambientes rochosos e com vegetação psamófila.

Estudos desenvolvidos no Egito, África do Sul, Turquia, Bélgica, França e Golfo do México ampliam a lista de impactos dos quais as dunas costeiras são submetidas, dentre eles; atividades de piscicultura, agricultura, pastoreio, pisoteio, corte excessivo, poluição, indústrias de cerâmica, mineração, acampamento militar e ervas daninhas exóticas promovem reduções na cobertura e superfície do solo, na riqueza específica e causam processos erosivos (GAD, 2002; EFE e TAGIL, 2008; KOHYANI et al., 2008; LUCREZI et al., 2014; PELAEZ et al., 2014; MOHAMED et al., 2017). Cabe ressaltar que as perturbações listadas afetam a vegetação de modo variável, dependendo da intensidade e frequência, de modo a formar agrupamentos vegetacionais, que tem a dominância de plantas associados e resistentes a cada tipo de impacto (BRUNBJERG et al., 2012; ABDELAAL et al., 2018).

Carranza et al. (2018) investigaram que ao longo de 53 anos de expansão urbana da costa do mar Adriático houve reduções na cobertura vegetal de espécies pioneiras anuais causando grandes perdas na estocagem de carbono. Os dados deste trabalho ampliam os conhecimentos sobre os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas dunas costeiras e reforçam a necessidade de conservação deste ecossistema. As políticas públicas de preservação das dunas podem ser feitas através de medidas simples ou complexas dependendo do grau de deterioração, como apontando por Zanella et al., (2010). Esses autores propuseram o plantio de espécies de rápido crescimento, cercas de madeira, adição de solo e propágulos de bancos de sementes com microrganismos simbióticos e decompositores como medidas que podem

ser utilizadas na contenção dos sedimentos, para atenuar a ação do vento e manter a umidade do solo. Nesse contexto, ações de manejo ou recuperação são necessárias para manter a vegetação das dunas.

## REFERÊNCIAS

- ABDELAAL, M.; FOIS, M.; FENU, G. The influence of natural and anthropogenic factors on the floristic features of the northern coast Nile Delta in Egypt. **Plant Biosystems**, 152(3), 407–415, 2018.
- ALBERIO, C.; COMPARATORE, V. Patterns of woody plant invasion in an Argentinean coastal grassland. **Acta Oecologica-International Journal of Ecology**, 54, 65–71, 2014.
- ALMEIDA Jr, E. B.; ZICKEL, C. S. Fisionomia Psamófila-Reptante: Riqueza e Composição de Espécies na Praia de Pipa, Rio Grande do Norte, Brasil, **Pesquisas Botânicas**, São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas, 2009.
- ALMEIDA Jr., E. B.; SANTOS-FILHO, F. S.; ARAÚJO, E. L.; ZICKEL, C. S. Structural characterization of the woody plants in restinga of Brazil. **Journal of Ecology and the Natural Environment** 3: 95-103, 2011.
- ALMEIDA Jr. et al. Checklist of the flora of the Restingas of Maranhão State, Northeast, Brazil. **Indian Journal of Applied Research**. v 7/6, 603-612. 2017.
- AMORIM, G. dos S.; AMORIM, I. F. F.; ALMEIDA Jr. E. B. Flora de uma área de dunas antropizadas na praia de Araçagi, Maranhão. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 22(2), 18-29, 2016.
- ANFUSO, G.; PRANZINI, E.; VITALE G. An integrated approach to coastal erosion problems in northern Tuscany (Italy): Littoral morphological evolution and cell distribution. **Geomorphology** 129, 204-214, 2011.
- ARAUJO, A.C. M.; SILVA, A. N.F., ALMEIDA Jr. E. B. Caracterização estrutural e status de conservação do estrato herbáceo de dunas da Praia de São Marcos, Maranhão, Brasil. **Acta Amazonica** vol. 46(3) 2016: 247 - 258. 2016.
- ATTORRE, F. et al. A methodological approach for assessing the effects of disturbance factors on the conservation status of Mediterranean coastal dune systems **Applied Vegetation Science**, v 16(2), 333–342, 2012.
- ASSIS, A. M.; CANAL, M.; ZAMBOM, O.; PEREIRA, O. J. **Estrutura da Vegetação sobre as Dunas Frontais de Ulé, Municípios de Guarapari E Vila Velha, Es.** In: 5º Simpósio De Ecossistemas Brasileiros: Conservação, Vitória. Anais. São Paulo: v. 1, 430-438, 2000.
- BONITO, A., et al. CO<sub>2</sub> sequestration in two mediterranean dune areas subjected to a different level of anthropogenic disturbance. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, 196, 22-30. 2017.
- BRANDÃO, R. de L., Regiões Costeiras p 89 a 97 em SILVA, C. R. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**, Rio de Janeiro: CPRM, 264 p, 2008.

BRITTO, I. C. et al. Flora fanerogâmica das dunas e lagoas de Abaeté, Salvador, Bahia. **Sitientibus**, 11, 31-46, 1993.

BRUNBJERB, A. K. et al. Disturbance in dry coastal dunes in Denmark promotes diversity of plants and arthropods. **Biol. Conserv.**, 182: 245-253, 2015.

CABRAL-FREIRE, M.C.C. & MONTEIRO, R. Florística das praias da Ilha de São Luiz, estado do Maranhão (Brasil): diversidade de espécies e sua ocorrência no litoral brasileiro. **Acta Amazonica** 23: 125-140, 1993.

CALVÃO, T., PESSOA, M. F., & LIDON, F. C. Impact of human activities on coastal vegetation - A review. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, 25(12), 926–944. 2013.

CARBONI M. et al. Assessing conservation status on coastal dunes: A multiscale approach **Landscape and Urban Planning** 91, 17–25. 2009.

CARRANZA, M. L., et al. Assessing land take and its effects on dune carbon pools. An insight into the Mediterranean coastline. **Ecological Indicators**, 85, 951–955, 2018.

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Avaliação da recomposição da cobertura vegetal de dunas de rejeito de mineração, em Mataraca/PB. **Acta Botânica Brasileira**, 7(2), 107-117, 1993.

CASTEILANT, T. T.; FOLCHINI, R.; SCHERER, K. Z. Variação Temporal da Vegetação em um Trecho de Baixada, Úmida entre Dunas, Praia da Joaquina, Florianópolis, (SC). **Insula** 24, 37-72, 1995.

CICCARELLI, D. Mediterranean Coastal Sand Dune Vegetation: Influence of Natural and Anthropogenic Factors. **Environmental Management**. 54:194–204, 2014. doi 10.1007/s00267-014-0290-2.

COOMBES, E. G., JONES, A. P., & SUTHERLAND, W. J. The biodiversity implications of changes in coastal tourism due to climate change. **Environmental Conservation**, 35(4), 319-330. 2008.

CORDAZZO, C. V.: PAIVA, J.B. de SEELIGER, U. **Plantas das Dunas da Costa Sudoeste Atlântica**, Pelotas USEB,107p, 2006.

DAMASO, P. P. **Vegetação dunar: Caracterização estrutural de dunas no município de Natal-RN como subsídio para a implantação de técnicas de reflorestamento, recuperação e conservação do ecossistema**. 79f. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2009.

DANILEVICZ, E.; JANKE, H.; PANKOWSKI, L. H. S. Florística e estrutura da comunidade herbácea e arbustiva da Praia do Ferrugem, Garopaba, SC. **Acta Botanica Brasilica** 4, 21-34, 1990.

DIAS, F. J. K; MENEZES, C. M. Fitossociologia da vegetação sobre um cordão-duna no Litoral Norte da Bahia, Mata de São João, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 5 (2), 1171-1173, 2007.

EFE, R. TAGIL, S. The use of multi-temporal and multispectral landsat data to determine change detection around tuz lake on seyhan delta. **Fresenius Environmental Bulletin**. 17(5), 2008.

FREIRE M. S. B. Levantamento Florístico do Parque Estadual das Dunas do Natal, **Acta Botânica Brasileira**. 4(2): 1990.

FREIRE, M.C.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**. 23, 2-3,125-140, 1993.

GAD. Changes in Land Use and Land Cover in Arid Southern Mediterranean on the Long Term Using Remote Sensing and Gis-A Case Study of Northwest Egypt. (2002). In Barnes I.(eds) **Global Atmospheric Change and its Impact on Regional Air Quality**. Nato Science Series (Series IV: Earth and Environmental Sciences) vol. 16 Springer, Dordrecht.

GIANNINI, P.C.F et al. Dunas e Paleodunas Eólicas Costeiras e Interiores. p. 235 - 257. In: SOUZ, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S; OLIVEIRA, P.E. (Orgs.) **Quaternário do Brasil**. Hols, Ribeirão Preto. 2005.

GRUNEWALD, R. Assessment of damages from recreational activities on coastal dunes of the southern Baltic Sea. **Journal of Coastal Research**, 22(5), 1145– 1157, 2006.

GRUBER, N. L. S. **Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira**. Porto Alegre: GRAVEL. 81-89. 2003.

HAYASAKA, D., GOKA, K., THAWATCHAI, W., FUJIWARA, K. Ecological impacts of the 2004 Indian Ocean tsunami on coastal sand-dune species on Phuket Island, Thailand. **Biodiversity and Conservation**, 21(8), 1971–1985. 2004.

HERNÁNDEZ-CORDERO, A. I; HERNÁNDEZ-CALVENTO, L.; HESP, P. A.; PÉREZ-CHACÓN, E. Geomorphological changes in an arid transgressive coastal dune field due to natural processes and human impacts. **Earth Surface Processes and Landforms**, 43(10), 2167–2180.2018.

KOHYANI, T.; BOSSUYT, B.; BONTE, D.; HOFFMANN, M. Grazing as a management tool in dune grasslands: evidence of soil and scale dependence of the effect of large herbivores on plant diversity. **Biol. Conserv.**, 141, 1687-1694, 2008.

LEITE, A. V. de L.; ANDRADE, L. de H, C. Riqueza de espécies e Composição Florística em um Ambiente de Duna Após 50 anos de Pressão Antrópica: um Estudo na Praia de Boa Viagem, Recife, PE, Brasil, **Biotemas**, 17 (1), 29 - 46, 2004.

LONGHI, S. J. et al. Aspectos Fitossociológicos de Fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**. 10 (2), 59-74. 2000.

- LUCREZI S, SAAYMAN M, VAN DER MERWE, P. Influence of infrastructure development on the vegetation community structure of coastal dunes: Jeffreys Bay, South Africa. **Coast. Conserv.** 18: 193, 2014.
- MALAVASI, M.; BARTAK, V.; CARRANZA, M. L.; SIMOVA, P.; ACOSTA, A. T.R. Landscape pattern and plant biodiversity in Mediterranean coastal dune ecosystems: Do habitat loss and fragmentation really matter? **Journal of Biogeography**, 1367-1377, 2018.
- MASCARENHAS, A., JAYAKUMAR, S. An environmental perspective of the post-tsunami scenario along the coast of Tamil Nadu, India: Role of sand dunes and forests. **Journal of Environmental Management**, 89 (1), 24–34. 2008.
- MATIAS, L.Q; NUNES, E.P. Levantamento Florístico da área de Proteção Ambiental de Jericoacoara, Ceará. **Acta bot. bras.** 15(1), 35-43. 2001.
- MEDEIROS, D.P. DE; SANTOS-FILHO, F.S.; ALMEIDA JR. E.B DE; PIMENTEL, R.M.M.; ZICKEL, C.S. (2010). Estrutura do Componente Lenhoso de uma Restinga no Litoral Sul de Alagoas, Nordeste, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 03 146–150.
- MELO, A. S., 2008. O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade. **Biota Neotropica** 8, 21–27.
- PAGÁN, J. I., LÓPEZ, I., ARAGONÉS, L., & GARCIA-BARBA, J. The effects of the anthropic actions on the sandy beaches of Guardamar del Segura, Spain. **Science of the Total Environment**, 601–602, 1364–1377, 2017.
- PALMA, B. C.; JARENKOW, J. A. Estrutura de uma formação herbácea de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociência**, 16 (2), 114 - 124. 2008.
- PASTA, S., GARFI, G., CARIMI, F., & MARCENO, C. Human disturbance, habitat degradation and niche shift: the case of the endemic *Calendula maritima* Guss. (W Sicily, Italy). **Rendiconti Lincei-Scienze Fisiche e Naturali**, 28(2), 415–424, 2017.
- PELAEZ, L. AL.; MORENO CASASOLA, P. & LÓPEZ ROSAS, H. Hydrophyte composition of dune lakes and its relationship to land-use and water physicochemistry in Veracruz, Mexico. **Marine and Freshwater Research**. 65(4):312 2014.
- PGÁAN, J. I., ARAGONÉS, L., TENZA-ABRIL, A. J., & PALLARÉS, P. The influence of anthropic actions on the evolution of an urban beach: Case study of Marineta Cassiana beach, Spain. **Science of the Total Environment**, 559, 242–255, 2016.
- PURVIS, K. G., GRAMLING, J. M., & MURREN, C. J. Assessment of Beach Access Paths on Dune Vegetation: Diversity, Abundance, and Cover. **Journal of Coastal Research**, 31(5), 1222–1228, 2015.
- ROSA, L. S. da; CORDAZZO, C. V. Perturbações Antrópicas na Vegetação das Dunas da Praia do Cassino (RS). **Cadernos de Ecologia Aquática** 2 (2): 1-12, 2007.

- SACRAMENTO, A.C.; Zickel, C.S. & Almeida Jr., E.B. 2007. Aspectos florísticos da vegetação de restinga no litoral de Pernambuco. **Revista Árvore** 31: 1121-1130.
- SANTOS, J. U. M. dos & ROSARIO, C. da S. Levantamento da Vegetação Fixadora das Dunas de Algodual- Pará, **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, 4 (1) 1988.
- SANTOS, O. M.; OLIVEIRA, N.C.; NOVAIS, R.F. Observações preliminares sobre fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em plantas crescendo em dunas na Bahia, **Revista Ceres** 191-202, 1995.
- SANTOS, V. J.; ZICKEL, C. S.; ALMEIDA Jr. E. B. Composição estrutural do estrato arbustivo-arbóreo de uma floresta de restinga no sul da Bahia, Brasil. **Pesquisa Botânica** 68, 257-269, 2015.
- SILVA, J. G.; OLIVEIRA, A. S. A vegetação de restinga no município de Maricá, RJ. **Acta Botanica Brasilica** 3(2): 253-272, 1989.
- SILVA, A. N. F.; ARAUJO, A. C. M.; ALMEIDA Jr. Flora Fanerogâmica das dunas da praia de São Marcos, São Luís, MA p 11 a 28 em ALMEIDA Jr., E. B.; SANTOS-FILHO. **Biodiversidade do Meio Ambiente; conhecimentos ecológicos e aplicações**. Curitiba, CVC, 2016.
- SILVA, R. M., REIS, Â. C. A., & MEHLIG, U. Diversity and dominance patterns in Amazon coast dune forest island tree communities. **Plant Ecology** 219(3), 343–357, 2018.
- VAN DER BIEST, K. et al. Dune dynamics safeguard ecosystem services. **Ocean and Coastal Management**, 149, 148–158. 2017.
- VECCHIO, S. D. et al. Changes in plant species composition of coastal dune habitats over a 20-year period **AoB PLANTS** 7, 2015.
- VICENTE, A.; ALMEIDA Jr., E. B. CANTARELLI, J. J. R.; SACRAMENTO, A. C. Composição estrutural da vegetação lenhosa da restinga de Cabedelo, Paraíba. **Revista de Geografia** 31, 183-196. 2014.
- VILAR, J. W. C. O espaço litorâneo de Sergipe (Brasil): uma revisão dos estudos geográficos 2008 in **Geonordeste: Revista de Pós-Graduação em Geografia** Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2008.
- YILMAZ, K. T. Evaluation of the phytosociological data as a tool for indicating coastal dune degradation. **Israel Journal of Plant Sciences** Vol. 50 pp. 229–238. 2002.
- ZANELLA, N. R. Z.; PRUDENCIO, M.; CASTELLANI, T. T. Análise da cobertura vegetal em duna semifixa dez anos após aplicação de técnicas de restauração no Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina **Biotemas**, 23(3), 49-58, 2010.
- ZINNERT, J. C., et al. Spatial-Temporal Dynamics in Barrier Island Upland Vegetation: **The Overlooked Coastal Landscape**. 19(4), 685–697, 2016.

Manuscrito submetido Journal of Coastal Conservation

**COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DA VEGETAÇÃO LENHOSA EM DUNAS  
COSTEIRAS URBANAS E NÃO URBANAS**

Ariade N. F. Silva, Eduardo B. Almeida Jr., Carmen S. Zickel

## COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DA VEGETAÇÃO LENHOSO EM DUNAS COSTEIRAS URBANAS E NÃO URBANAS

Ariade N. F. Silva<sup>1</sup>, Eduardo B. Almeida Jr.<sup>2</sup>, Carmen S. Zickel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE, BR, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n. – Dois Irmãos, CEP:52171-900, Recife – PE.

<sup>2</sup>Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão. Av. dos Portugueses, 1966, Campus do Bacanga. CEP: 65085-580 São Luís - MA, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n. – Dois Irmãos, CEP:52171-900, Recife – PE. Brasil

Email: 1: [ariade\\_22@hotmail.com](mailto:ariade_22@hotmail.com)

### Resumo

As dunas costeiras estão sob forte influência de fatores ambientais que determinam a composição e diversidade da comunidade vegetal, contudo este ecossistema está em constante pressões antrópicas, logo o nosso estudo objetivou analisar a composição e diversidade da assembleia lenhosa de dunas urbanas e não urbanas. Para o estudo foram escolhidas duas praias urbanas e duas não urbanas onde foram feitas análises fitossociológicas de ponto quadrante em um total de 200 pontos amostrados O critério de inclusão foram plantas lenhosas com diâmetro a altura do solo  $\geq 3$ cm. Posteriormente, foi realizado o teste t de Student para averiguar diferenças na riqueza específica, teste t de Hutcheson para obter a significância dos índices de diversidade a diversidade das diferentes áreas estudadas, análise de Escalas Multidimensionais Não-Métricas para comparar a composição dos ambientes e uma análise de espécies indicadoras Os resultados mostram uma diversidade maior nas dunas não urbanas, na equabilidade a vegetação das dunas urbanas é menos heterogênea do que das não urbanas, e a riqueza média de espécies foi maior nas dunas não urbanas, deste modo, é possível inferir que o elevado nível de urbanização e turismo alinhado ao intenso fluxo de pessoas nas dunas urbanas alteram a riqueza, densidade e distribuição das espécies lenhosas. A remoção da vegetação, a elevada luminosidade e baixa umidade do solo tornam as dunas, ambientes propícios para o desenvolvimento de plantas com grande potencial colonizador e recrutador. A composição florística das dunas urbanas e não urbanas foram distintas. Na análise de espécies indicadoras obteve-se 11 espécies consideradas típicas das dunas não urbanas e seis das urbanas. Conclui-se, que existem diferenças na composição e diversidade da vegetação lenhosa de dunas urbanas e não urbanas e se destaca a necessidade de medidas de restauração e conservação das dunas urbanas e medidas protetivas as não urbanas para que ambas garantam a continuidade dos processos ecológicos destas áreas.

**Palavra-chaves:** espécies lenhosas, ecossistema litorâneo, riqueza , antropização.

**Agradecimentos:** Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq pela bolsa da primeira autora e a bolsa de Produtividade em Pesquisa do terceiro autor. Fundação de Amparo à Pesquisa Estado do Maranhão/FAPEMA por financiar o projeto e a bolsa de Produtividade em Pesquisa do segundo autor.

## INTRODUÇÃO

Vários eventos, em escalas globais (migração, especiação e extinção) e regionais (fatores abióticos, bióticos, composição e configuração da paisagem) contribuem como fatores determinantes da composição de comunidades vegetais, que sob simultânea ação integrada ou isolada destes fatores, caracterizam os atributos ecológicos tais como riqueza, estrutura e diversidade vegetal (Brunbjerg et al., 2014). Neste contexto, as comunidades vegetais de dunas são particularmente intrigantes devido o dinamismo e complexidade ambiental resultante da interação fatores regionais que agem formando um zoneamento vegetacional de espécies herbáceas e lenhosas, que varia dependendo da localidade (Cicarrelì, 2015; Silva et al. 2018).

Para as dunas costeiras, os principais fatores ambientais que moldam a sua heterogeneidade vegetal estão envolvidos na estabilidade do substrato, a ação eólica, a variação da maré, e escassez de água e nutrientes do solo, além da variação no lençol freático (Carboni et al., 2009). Contudo, além dos fatores ambientais, as dunas costeiras estão sob forte pressão antrópica causada principalmente pela urbanização (Moreno-Casasola et al., 2008). A ocupação humana nas dunas costeiras pode interferir diretamente nos fatores ambientais (Juriado et al. 2016).

Frente a acentuada pressão antropogênica nas dunas costeiras, a maioria dos estudos tem utilizado o Sistema de Informação Geográfica (SIG) para examinar por grandes períodos como estes impactos tem modificado os processos sedimentológicos e geomorfológicos (Gad, 2002; Efe e Tagil 2008; Santana Cordero et al. 2016; Zinnert et al. 2016; Págan et al 2017). Outros têm analisado as possíveis alterações promovidas pelo estabelecimento de espécies invasoras nas dunas, de forma comparativa a composição, sem avaliar a diversidade, de dunas urbanas e não urbanas (Ylmaz 2002; Alberio e Comparatone 2013).

Deste modo, o nosso estudo buscou informações sobre a composição e diversidade de dunas costeiras e para isto, nos questionamos como se encontra a assembleia de espécies lenhosas de áreas de dunas estruturadas a partir de diferentes processos de interferência antrópica e qual a sua composição de espécies? Para responder esta pergunta, testamos as hipóteses que as dunas urbanizadas possuem menor riqueza, diversidade e equabilidade de espécies lenhosas em comparação às dunas não urbanizadas e que encontraríamos uma composição florística distinta entre dunas urbanas e não urbanas, destacando espécies indicadoras para cada ambiente.

## MATERIAIS e MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi conduzido em duas praias consideradas urbanas (praia de São Marcos e Caolho) e duas não urbanas (praia da Guia e Ilha de Curupu) ambas localizadas no estado do Maranhão, Nordeste, Brasil (Figura 1). As praias de São Marcos e Caolho constituem as praias que se distribuem de uma única orla, situada a aproximadamente 8 km do centro da capital, São Luís, e é um dos principais pontos turísticos da cidade. Estas praias apresentam dois conjuntos de dunas, o primeiro compreende dunas estreitas e modificadas devido à construção da via de acesso à praia e o segundo conjunto possui relevo íngreme com dunas que podem atingir 35 m de altura (Silva et al. 2016).

Estas praias se caracterizam pela grande infraestrutura turística com hotéis de luxo, residências, bares, restaurantes e casas de festas, instalações hidráulicas e elétricas e utilização contínua das dunas para práticas esportivas e cerimônias religiosas, além de estruturas para acampamento militar. Por estarem situadas em uma região estratégica da cidade, estas praias apresentam intenso tráfego de veículos nas suas proximidades (Araujo et al. 2016; Silva et al. 2016). Nestas áreas, já foram indicados 14 impactos antrópicos, dentre os quais remoção da vegetação para estabelecimento e ampliação de vias de acesso, instalação de quiosques comerciais, construção de calçadas; urbanização ocasionada pelas instalações residências e grande incidência de queimadas intencionais e/ou acidentais (Araujo et al. 2016). Diante destes fatos neste estudo, estas praias foram consideradas dunas urbanas.

As praias da Guia e Curupu apresentam um relevo suave e formações de dunas móveis e fixas e presença de falésias (IBGE 2017; Machado e Almeida Jr. 2018). São praias situadas em regiões afastadas do centro urbano (com aproximadamente 13 km e 32 km do centro de São Luís, respectivamente), formadas por comunidades de pescadores (Dias et al. 2006). Estas praias não compõem as áreas turísticas do estado não apresentam nenhuma das características citadas para dunas urbanas, deste modo, estas praias foram consideradas neste estudo como dunas não urbanas.

**Fig. 1:** Mapa da Ilha do Maranhão, com a localização das quatro áreas de dunas amostradas Dunas urbanas: praias de São Marcos e Caolho; Dunas não urbanas: praias da Guia e Ilha de Curupu. Fonte: Google Earth (adaptado por G. dos S. Amorim, 2018).

## Coletas dos dados

A amostragem fitossociológica foi realizada pelo método de ponto quadrante (Cottam e Curtis 1956), onde em cada área foram estabelecidas transecções que mantiveram 10 m comprimento e em cada transecção foram marcados pontos com distância de 10 metros entre si, totalizando 50 pontos em cada área. Em cada ponto quadrante foram mensurados quatro indivíduos vivos que apresentaram diâmetro a altura do solo (DAS)  $\geq 3$ cm.

## Análise dos dados

Para averiguar diferenças na riqueza específica entre os pontos quadrantes das dunas urbanas e não urbanas, foi utilizado o teste t de Student no programa Biostat 5.0 (Ayres et al. 2007). Com base na análise do teste t de Hutcheson (ZAR 1996), com  $\alpha = 0,05$  foi possível verificar diferenças de diversidade dos dois ambientes analisados. A composição florística das plantas lenhosas das dunas urbanas e não urbanas foi comparada por meio de uma Análise de Escalas Multidimensionais Não-Métricas (NMDS), a partir de uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis elaborada com dados de densidade de cada espécie por ponto quadrante (Krebs, 1989). Estes dados foram transformados em raiz quadrada, com o intuito de evitar qualquer efeito das espécies com elevada densidade (Santos et al., 2008; Lima, 2016). E para detectar se o tipo de ambiente influencia no arranjo estrutural evidenciado na NMDS, foi realizada uma Análise de Similaridade (ANOSIM). Tanto a NMDS quanto a ANOSIM foram analisados no software Primer 6.0 (Clarke e Gorley, 2005).

Para identificar espécies típicas das dunas urbanas e não urbanas, foi empregada a Análise de Espécies Indicadoras proposta por Dufrêne e Legendre (1997), a partir do pacote *labdsv* para o R versão 3.4.1 (Robert, 2013). Esta análise estimou a fidelidade e a exclusividade de cada espécie em um determinado ambiente, combinando os dados de densidade relativa de uma espécie com a frequência de ocorrência relativa no grupo de áreas obtendo, deste modo, o valor de indicação (*Indicator value*– IV) de cada espécie, além da significância estatística para cada um dos IV usando o processo de randomização descrito por Dufrêne e Legendre (1997) e após obtenção dos dados da análise, foi feito um ranking das espécies de cada ambiente no programa Sigma Plot 10.0.

## RESULTADOS

Os resultados indicam diferenças na comunidade vegetal lenhosa das dunas urbanas e não urbanas. Do total de espécies amostradas nas dunas urbanas (61 espécies), 47,12% foram exclusivas a este ambiente. As não urbanas (46 espécies) 29,88% foram específicas destas dunas e, da listagem total (87 espécies) 20 espécies foram comuns aos dois ambientes representando 22,98% da lista (Tabela 1).

Tabela 1 - Lista de espécies amostradas nas dunas urbanas e não urbanas. NUr- dunas não urbanas; Ur- dunas urbanas.

Famílias/Espécies	Dunas	
	NUr	Ur
<b>Anacardiaceae</b>		
<i>Anacardium occidentale</i> L.	X	X
<i>Spondias mombin</i> L.		X
<b>Annonaceae</b>		
<i>Annona exsucca</i> DC.		X
<b>Apocynaceae</b>		
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson		X
<b>Areaceae</b>		
<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	X	X
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.		X
<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E.Moore	X	
<b>Asteraceae</b>		
<i>Tilesia baccata</i> (L.f.) Pruski	X	
<i>Wedellia villosa</i> Gardner		X
<b>Bignoniaceae</b>		
<i>Adenocalymma</i> sp		X
<i>Fridericia dichotoma</i> (Jacq.) L.G.Lohmann		X
<b>Boraginaceae</b>		
<i>Cordia</i> sp		X
Boraginaceae		X
<b>Burseraceae</b>		
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand.	X	X

---

<b>Cactaceae</b>		
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	X	X
<b>Capparaceae</b>		
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl.	X	X
<b>Celastraceae</b>		
<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.		X
<b>Chrysobalanaceae</b>		
<i>Couepia</i> sp		X
<i>Hirtella racemosa</i> Lam		X
<i>Licania</i> sp		X
<b>Dilleniaceae</b>		
<i>Curatella americana</i> L.		X
<b>Fabaceae</b>		
<i>Abarema cochleata</i> (Willd.) Barneby & J.W.Grimes		X
<i>Andira</i> sp	X	
<i>Bauhinia</i> sp		X
<i>Chloroleucon acacioides</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	X	X
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	X	
<i>Entada polystachya</i> (L.) DC.		X
<i>Hymenaea courbaril</i> L.		X
<i>Inga</i> sp.	X	
<i>Samanea</i> sp	X	
Fabaceae 1		X
Fabaceae 3	X	
Fabaceae 4		X
<b>Hypericaceae</b>		
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.		X
<b>Lecythidaceae</b>		
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers		X
<i>Gustavia augusta</i> L.		X
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori		X
<b>Malpighiaceae</b>		

---

<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunt.	X	X
<i>Heteropterys eglandulosa</i> A. Juss.		X
<b>Malvaceae</b>		
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	X	X
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.		X
<i>Sterculia</i> sp	X	
<b>Melastomataceae</b>		
<i>Mouriri guianensis</i> Aubl.	X	
<b>Moraceae</b>		
<i>Ficus americana</i> subsp. <i>guianensis</i> (Desv.) C.C. Berg		X
<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	X	
Moraceae1	X	
<b>Myrtaceae</b>		
<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC	X	X
<i>Eugenia</i> aff <i>patrisii</i> Vahl.		X
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth.) DC.		X
<i>Eugenia stictopetala</i> Mart. ex DC.	X	X
<i>Myrcia cuprea</i> (O. Berg) Kiaersk		X
<i>Myrcia</i> aff. <i>laruotteana</i> Cambess.	X	X
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	X	
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	X	
<i>Psidium guajava</i> L.	X	
Myrtaceae 1	X	
<b>Nyctaginaceae</b>		
<i>Guapira pernambucensis</i> (Casar.) Lundell		X
<b>Ochnaceae</b>		
<i>Ouratea fieldingiana</i> (Gardner) Engl.	X	X
<b>Olacaceae</b>		
<i>Dulacia</i> sp	X	
<i>Heisteria cf ovata</i> Benth.		X
<b>Opiliaceae</b>		
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	X	X

---

<b>Polygonaceae</b>		
<i>Coccoloba latifolia</i> Lam.	X	X
<b>Rubiaceae</b>		
<i>Alibertia</i> aff. <i>edulis</i> (Rich.) A.Rich.	X	
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	X	
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltdl.	X	
<i>Cordia</i> aff <i>sessilis</i> (Vell.) Kuntze		X
<i>Guettarda angelica</i> Mart. ex Müll. Arg.	X	X
<i>Guettarda spruceana</i> Müll.Arg.	X	X
<i>Isertia spiciformis</i> DC.		X
<i>Tocoyena</i> aff. <i>sellowiana</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	X	X
<b>Salicaceae</b>		
<i>Casearia</i> aff <i>javitensis</i> Kunth		X
<b>Sapindaceae</b>		
<i>Pseudima frutescens</i> (Aubl.) Radlk.	X	X
<i>Matayba</i> cf. <i>camptoneura</i> Radlk.	X	
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	X	X
<b>Sapotaceae</b>		
<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev.	X	X
<i>Manilkara triflora</i> (Alemão.) Monach.		X
<i>Pouteria</i> sp 1	X	
<b>Solanaceae</b>		
<i>Solanum paludosum</i> Moric.	X	
<b>Simaroubaceae</b>		
<i>Simaba guianensis</i> subsp. <i>ecaudata</i> (Cronquist) Cavalcante		X
<b>Urticaceae</b>		
<i>Cecropia</i> sp		X
Morfoespécie 1		X
Morfoespécie 2	X	
Morfoespécie 3	X	

---

Morfoespécie 4		X
Morfoespécie 5		X
Morfoespécie 6	X	
Morfoespécie 7		X

A diversidade ( $H'$ ) entre os dois tipos de habitats, mostrou-se maior nas dunas não urbanas (3.261 nats/ind;  $t = -0,91028$ ;  $v = 593.1335$   $p < 0,05$ ) quando comparado as dunas urbanas (3.190nats/ind.). Além disso, a equabilidade registrada mostrou que a vegetação das dunas urbanas é menos heterogênea ( $J' = 0,761$ ) do que das não urbanas ( $J' = 0,793$ ). Nota-se também que a riqueza média de espécies foi maior nas dunas não urbanas ( $3,14 \pm 0,71$ ; Média  $\pm$  SD) quando comparado as dunas urbanas ( $2,79 \pm 0,99$ ). A composição florística das dunas urbanas e não urbanas foi distinta, como proposto na nossa hipótese e demonstrado na análise de ordenação NMDS com valor de stress de 0.1 (Fig 3). Análise do ANOSIM apontou uma correlação significativa entre o tipo de dunas e a similaridade taxonômica ( $r = 0,278$ ;  $p = 0,001$ ).

**Fig. 2:** Ordenação do NMDS das dunas urbanas e não urbanas. Triângulos com preenchimento preto representam as dunas não urbanas. Triângulos com preenchimento cinza representam as dunas urbanas

Na análise de espécies indicadoras a partir do valor de indicação obteve-se uma listagem com seis espécies indicadoras para as dunas urbanas e 11 espécies consideradas típicas das dunas não urbanas (Tabela 2). Entre as espécies indicadas para as dunas urbanas destaca-se *Attalea speciosa* (que apresentou o maior valor indicação  $IV^a$ ) seguida por *Agonandra brasiliensis* e *Lecythis lurida* (Figura 4). Para as dunas não urbanas destacam-se *Protium heptaphyllum* seguida de *Anacardium occidentale*, *Astrocaryum vulgare* e *Eugenia stictopetala* (Figura 3).

**Tabela 2.** Espécies lenhosas indicadoras, com as respectivas famílias botânicas. Hábitat: DUr– dunas urbanas; DnUr – dunas não urbanas.  $IV^a$ : Valor de Indicação. <sup>a</sup> = Valores de

significância para as espécies indicadoras, de acordo com as análises de Dufrene e Legendre (1997).

ESPÉCIES INDICADORAS	FAMÍLIA	HABITAT	IV <sup>a</sup>	P(valor) <sup>a</sup>
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	Arecaceae	DUr	0.4900	0.001
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	Opiliaceae	DUr	0.2400	0,001
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori	Lecythidaceae	DUr	0.1000	0.003
<i>Pseudima frutescens</i> (Aubl.) Radlk.	Sapindaceae	DUr	0.0727	0.024
Indeterminado1SM	-	DUr	0.0700	0.020
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Malvaceae	DUr	0.0600	0.044
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand.	Burseraceae	DnUr	0.4308	0.001
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	DnUr	0.3000	0.001
<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	Arecaceae	DnUr	0.1978	0.031
<i>Eugenia stictopetala</i> Mart. ex DC.	Myrtaceae	DnUr	0.1455	0.002
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltl.	Rubiaceae	DnUr	0.1200	0.001
<i>Coccoloba latifolia</i> Lam.	Polygonaceae	DnUr	0.1100	0.002
<i>Tilesia baccata</i> (L.f.) Pruski	Asteraceae	DnUr	0.0900	0.004
<i>Myrcia</i> aff. <i>laruotteana</i> Cambess.	Myrtaceae	DnUr	0.0818	0.019
<i>Solanum paludosum</i> Moric	Solanaceae	DnUr	0.0700	0.011
<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	DnUr	0.0600	0.032
<i>Matayba</i> cf. <i>camptoneura</i> Radlk.	Sapindaceae	DnUr	0.0600	0.023

**Fig. 3** - Curva de ranking das espécies indicadoras registrada para os dois ambientes analisados. (a) dunas urbanas e (b) dunas não urbanas no litoral maranhense, Nordeste do Brasil. As abreviações para as espécies indicadoras de ambos os habitats são as seguintes: Atsp - *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.; Agbr - *Agonandra brasiliensis* Miers ex Benth. & Hook.f.; Lelu - *Lecythis lurida* (Miers) S.A.Mori; Psfr - *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk; InSm - Indeterminado1SM; Aпти - *Apeiba tibourbou* Aubl.; Prhe - *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand.; Anoc- *Anacardium occidentale* L.; Asvu - *Astrocaryum vulgare* Mart.; Eust - *Eugenia stictopetala* Mart. ex DC.; Chob - *Chomelia obtusa* Cham. & Schltl.; Cola -

*Coccoloba latifolia* Lam.; Tiba - *Tilesia baccata* (L.f.) Pruski; Myla - *Myrcia* aff. *laruotteana* Cambess.; Sola - *Solanum paludosum* Moric.; Maca - *Matayba* cf. *camptoneura* Radlk.

## DISCUSSÃO

Os nossos resultados mostraram que nas dunas urbanas, apesar da elevada riqueza específica, aos valores de diversidade e equabilidade foram baixos se comparado as dunas não urbanas. Pode-se inferir que nas dunas urbanas, determinados grupos específicos apresentam alta dominância, enquanto outras espécies são raramente encontradas. Deste modo a representatividade das espécies lenhosas nestas áreas é estruturada de forma desigual, demonstrando que a comunidade pode estar em desequilíbrio (Melo 2008). Contudo, nas dunas não urbanas observa-se uma dinâmica contrária, pois, um número reduzido de espécies consegue ocupar o solo de forma mais heterogênea mantendo a riqueza média dos espécimes (Melo 2008).

Nas dunas urbanas, a constante remoção da vegetação devido ao avanço da urbanização e turismo, promovem a formação de áreas abertas que associado as características ambientais como elevada luminosidade e baixa umidade do solo, são condições favoráveis ao estabelecimento de plantas invasoras com grande potencial colonizador e recrutador (Santos-Filho et al. 2013; Almeida Jr et al. 2016). É possível que o acelerado estabelecimento e disseminação de espécies com esse potencial atrelado ao constante pisoteio humano, tenham provocado uma redução na cobertura de espécies naturais, desestabilizando a comunidade e propiciando o estabelecimento de espécies invasoras ou generalistas (Mason et al, 2008; Santoro et al. 2012; Silc et al. 2017). Contribuindo para que haja uma elevada riqueza específica, porém com interferência na diversidade e equabilidade da comunidade vegetal.

A riqueza, abundância e distribuição da vegetação podem ser determinados pelas características ambientais, tais como composição do solo e clima do meio ao qual estão inseridas, logo, se ocorrem distúrbios neste meio o padrão da composição florística tende a se diferenciar (van der Meulen e Jungerius 1989; Yilmaz 2002; Malavasi et al. 2018). Nosso estudo mostrou que dunas urbanas e não urbanas apresentam uma composição florística distinta, além de um elevado número de espécies exclusivas de cada ambiente analisado. Deste modo, nas dunas urbanas o crescimento do turismo e o desenvolvimento urbano podem ter ocasionado mudanças nos atributos biológicos da comunidade, o que propicia uma supressão na cobertura de espécies naturais e favorece o estabelecimento de espécies invasoras e ou generalistas (Stohelgren et al.1999; Qian e Ricklefs 2006) desestabilizando a

comunidade e alterando a diversidade, equabilidade da vegetação. Em contrapartida, o baixo registro de perturbações antrópicas nas dunas não urbanas, mantém elevada a diversidade e equabilidade da comunidade vegetal destas áreas, apesar da baixa riqueza específica.

A vegetação natural de dunas contribui para a manutenção da estabilidade e resistência da comunidade (Mason et al., 2008). Deste modo, a amostragem de espécies comuns aos dois ambientes analisados nos mostra que, apesar das pressões antrópicas, ainda é possível encontrar algumas espécies típicas de dunas compondo a diversidade florística das dunas urbanas maranhenses. No entanto, salienta-se que a ausência de medidas protetivas a longo prazo, como cercamento das áreas com vegetação, certamente acarretará perda parcial e/ou total destas espécies nestas áreas (Grafals-Soto 2012; Silc et al. 2017).

As características da composição florística fornecem informações que contribuem como bioindicadores de presença ou ausência de alterações ambientais (Mohamed et al. 2017). Nas dunas urbanas a principal espécie indicadora (*Attalea speciosa*) apresenta importante valor econômico e comercial (Campos et al. 2017) e está associada as atividades antropogênicas de exploração de ecossistemas florestais (Santos-Filho et al. 2013). Desta forma, os resultados do nosso estudo, reiteram o potencial desta espécie de colonizar ambientes perturbados pela ação antrópica.

Outras espécies amostradas nas dunas urbanas merecem destaque por serem generalistas e comporem a vegetação típica de ambientes antropizados e/ou alterados (*Abarema cochleata*, *Lecythis lurida*, *Ficus americana* subsp. *guianensis* e *Spondias mombin*) por apresentarem importante valor econômico devido a comercialização dos frutos utilizados na produção de sucos, sorvetes e geleias (*Spondias mombin*). Porventura, a presença destas espécies na composição florística ratifica a instabilidade na diversidade e equabilidade da vegetação lenhosa e contribuem para enfatizarmos o nível de degradação e modificação das dunas urbanas (Yilmaz 2002; Peinado et al. 2011; Resende et al. 2018).

As principais espécies indicadoras para dunas não urbanas (*Protium heptaphyllum* e *Anacardium occidentale*) são frequentemente inventariadas em estudos florísticos e fitossociológicos do litoral nordestino brasileiro, principalmente em áreas com fisionomia florestal (Marcelino et al. 2009; Medeiros et al. 2010; Zickel et al. 2015; Almeida Jr. et al. 2017), demonstrando uma composição florística típica de dunas que mantém um nível de uniformidade na composição, diversidade e distribuição das espécies lenhosas das dunas não urbanas, desta forma, a análise de espécies indicadoras contribui para ressaltar as diferenças encontradas na riqueza, diversidade e equabilidade de dunas urbanas e não urbanas.

## CONCLUSÃO

Diante dos dados apresentados, é possível concluir que as diferenças no processo de urbanização geram divergências na comunidade vegetal lenhosa de dunas urbanas e não urbanas, tendo em vista, que a urbanização contribuiu para o desenvolvimento de plantas invasoras com potencial colonizador e recrutador promovendo desequilíbrio nos processos ecológicos da comunidade vegetal das dunas urbanas. Por sua vez, a baixa urbanização contribui para a manutenção da estrutura e composição da vegetação lenhosa nativa das dunas não urbanas. Além disso, foi possível evidenciar espécies indicadoras para cada tipo de ambiente, o que contribuiu para indicar que as ações antrópicas refletem na diversidade e equabilidade de dunas urbanas e não urbanas.

Deste modo, enfatiza-se a urgência para aplicação de medidas de restauração e conservação das dunas urbanas para que o processo de resiliência garanta a continuidade dos processos ecológicos destas áreas. E espera-se que estas medidas beneficiem também as dunas não urbanas para que estas áreas possam ser protegidas.

## REFERÊNCIAS

- Abd El-Wahab, R. H. (2016). Species richness, structure, and conservation of *Nitraria retusa* communities in the coastal salt marshes of Kuwait. *Regional Environmental Change*, 16(4), 1097–1107. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0831-0>.
- Alberio, C., Comparatore, V. (2013). Patterns of woody plant invasion in an Argentinean coastal grassland. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 54 (SI), 65.
- Almeida Jr. et al. (2016). Coco babaçu: descrição botânica da palmeira, importância ecológica e abundância regional. In Maciel A. P. *Biocombustíveis de babaçu: ensaio técnico sobre oportunidades de produção de biocombustíveis a partir do coco babaçu*. EDUFMA, São Luís.
- Almeida Jr. et al. (2017) Checklist of the flora of the Restingas of Maranhão State, Northeast, Brazil. *Indian Journal of Applied Research*. v 7/6, 603-612. <https://doi.org/10.15373/2949555X>.
- Araujo, A.C.M. da Silva, A.N.F. de Almeida, E.B. (2016) Structural characterization and conservation status of the herbaceous stratum at Praia de São Marcos dunes, Maranhão

State, Brazil. *Acta Amazonica*, 46(3) 2016: 247-258 <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201504265>

Brunbjerg, A. K. et al. (2014) Multi-scale Phylogenetic Structure in Coastal Dune Plant Communities Across the Globe. *Journal of Plant Ecology*, v. 7, n 2, 101–114, doi:10.1093/jpe/rtt069

Campos, J. L. A. A., Peroni, U. P., Araújo, N., Lima, E. de. (2017). Population structure and fruit availability of the babassu palm (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) in human-dominated landscapes of the Northeast Region of Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 31(2): 267-275 doi: 10.1590/0102-33062016abb0255.

CARBONI M. et al. (2009) Assessing conservation status on coastal dunes: A multiscale approach *Landscape and Urban Planning* 91, 17–25.

Carranza, M. L., Drius, M., Malavasi, M., Frate, L., Stanisci, A., & Acosta, A. T. R. (2018). Assessing land take and its effects on dune carbon pools. An insight into the Mediterranean coastline. *Ecological Indicators*, 85(November 2017), 951–955. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.052>.

Clarke, K. R., Gorley, R. N. *Primer v6 (2005): User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, 497 572. Plymouth.

Ciccarelli, D. (2015). Mediterranean coastal dune vegetation: Are disturbance and stress the key selective forces that drive the psammophilous succession? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 165, p. 247-253.

Dias, L. J. B.; Rangel, M. E. S.; Coelho Sobrinho, J. P. (2006). Geomorfologia e análises ambientais do sitio urbano de Raposa (MA). *Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO)*, Goiânia, Departamento de Geografia, p11.

- EFE, R. TAGIL, S. (2008). The use of multi-temporal and multispectral landsat data to determine change detection around tuz lake on seyhan delta. *Fresenius Environmental Bulletin*. 17.
- Guerra, T. N.F., Araujo, E. L., Sampaio, E. V.S.B., Ferraz, E. M.N. (2017). Urban or rural areas: which types of surrounding land use induce stronger edge effects on the functional traits of tropical forests plants? *Applied Vegetation Science* 20, 538–548  
doi:10.1111/avsc.12315.
- Grafals-Soto, R. (2012). Effects of sand fences on coastal dune vegetation distribution. *GEOMORPHOLOGY*, 145, 45–55. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.12.004>
- INMET – Instituto de Metereologia. (2018). [[www.inmet.gov.br/portal/index](http://www.inmet.gov.br/portal/index)]. php (Acesso em 25/05/2018).
- Jenks, G. K. (2018). Restoring the natural functional capacity of coastal dune ecosystems: Utilising research records for New Zealand littoral refurbishment as a proxy for analogous global responses. *Journal of Coastal Conservation*, 22(4), 623–665.  
<https://doi.org/10.1007/s11852-018-0598-9>.
- Juriado, I., Kaemaerae, M.-L., & Oja, E. (2016). Environmental factors and ground disturbance affecting the composition of species and functional traits of ground layer lichens on grey dunes and dune heaths of Estonia. *Nordic Journal of Botany*, 34(2), 244–255. <https://doi.org/10.1111/njb.00936>.
- Köppen, W. (1948). *Climatologia: Com un estudio de los climas de latierra*. fondo de cultura Economica. México.
- Lima, P. B., Lima, L.F., Santos, B. A., Tabareli, M., Zickel, C. S. (2015). Altered herb assemblages in fragments of the Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation*, 191, 588-595 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.08.014>.
- López, R.A., Marcomini, S.C. (2003) Consequences of anthropic activity in Mar del Tuyú partido de La Costa, Buenos Aires, Argentine. *Ocean & Coastal Management* 77, 73e79.

- Malavasi, M., Bartak V., Carranza, M. L., Simova, P., Acosta, A. T. R. (2018). Landscape pattern and plant biodiversity in Mediterranean coastal dune ecosystems: Do habitat loss and fragmentation really matter? *Journal of Biogeography*, v. 45(6), 1367-1377doi: 10.1111/jbi.13215.
- Marcelino, C., Gomes, L., Almeida, P. De, José, M., Lima, C., Íris, V., & Católica, U. (2009). Florística e Fitossociologia do componente arbóreo do município de Floristic aspects and the tree component of the municipality of Conde, Bahia, Brazil, 15(1997), 44–55.
- Mason, T. J., & French, K. (2008). Impacts of a woody invader vary in different vegetation communities. *Diversity and Distributions*, 14(5), 829–838.  
<https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2008.00493.x>.
- Medeiros, D.P. de; Santos-Filho, F.S.; Almeida Jr. E.B de; Pimentel, R.M.M.; Zickel, C.S. (2010). Estrutura do Componente Lenhoso de uma Restinga no Litoral Sul de Alagoas, Nordeste, Brasil *Revista Brasileira de Geografia Física*. 03 146–150.
- Melo, A. S., (2008). O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade. *Biota Neotropica* 8, 21–27.
- Moreno-Casasola, P.; Martinez, M.; Castillo-Campos, G. (2008). Designing ecosystems in degraded tropical coastal dunes. *Ecoscience*, 15 (1); 44-53.
- Muñoz-Reinoso, J. C. (2018). Doñana mobile dunes: what is the vegetation pattern telling us? *Journal of Coastal Conservation*, 22(4), 605–614. <https://doi.org/10.1007/s11852-018-0594-0>.
- Nolet, C., van Puijenbroek, M., Suomalainen, J., Limpens, J., & Riksen, M. (2018). UAV-imaging to model growth response of marram grass to sand burial: Implications for coastal dune development. *Aeolian Research*, 31(March 2017), 50–61.  
<https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2017.08.006>.
- Pagán, J. I., López, I., Aragonés, L., & Garcia-Barba, J. (2017). The effects of the anthropic actions on the sandy beaches of Guardamar del Segura, Spain. *Science of the Total Environment*, 601–602, 1364–1377. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.272>.

- Pakeman, R.J., Hewison R. L., Lewis. R.J. (2016) Drivers of species richness and compositional change in Scottish coastal vegetation *Applied Vegetation Science* <https://doi.org/10.1111/avsc.12283>.
- Peinado, M., Ocaña-Peinado, F. M., Aguirre, J. L., Delgadillo, J., Macías, M. Á., & Díaz-Santiago, G. (2011). A phytosociological and phytogeographical survey of the coastal vegetation of western North America: Beach and dune vegetation from Baja California to Alaska. *Applied Vegetation Science*, 14(4), 464–484. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2011.01134.x>.
- Pérez-Maqueo, O., Martínez, M. L., & Cóscaatl Nahuacatl, R. (2017). Is the protection of beach and dune vegetation compatible with tourism? *Tourism Management*, 58, 175–183. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2016.10.019>.
- Qian, H., & Ricklefs, R. E. (2006). The role of exotic species in homogenizing the north American flora. *Ecology Letters*, 9(12), 1293–1298. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00982.x>.
- Rezende, L. C. De, Santos, P. D. A., Riatto, V. B., David, J. M., & David, J. P. (2018). New Alkyl Phenols and Fatty Acid Profile from Oils of Pulped *Spondias mombin* l. Seed Wastes *Quim. Nova*, 41(5), 540–543. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170203>.
- Roberts, d.w. (2013) Package Labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version.
- Santoro, R., & Jucker, T. (2012). Effects of Trampling Limitation on Coastal Dune Plant Communities, 534–542. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9809-6>.
- Shepherd, G.J. (2010) Fitopac. Versão 2.1. Campinas, SP: Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.
- Silc, U., Cakovic, D., Kuzmic, F., & Stesevic, D. (2017). Trampling impact on vegetation of embryonic and stabilised sand dunes in Montenegro. *Journal of Coastal Conservation*, 21(1), 15–21. <https://doi.org/10.1007/s11852-016-0468-2>.

- Silva, A. N. F.; Araujo, A. C. M.; Almeida Jr. (2016) Flora Fanerogâmica das dunas da praia de São Marcos, São Luís, MA p 11 a 28 em ALMEIDA Jr., E. B.; SANTOS-FILHO. Biodiversidade do Meio Ambiente; conhecimentos ecológicos e aplicações. Curitiba, CVC.
- Silva, R. M. da; Reis, A. C. A. (2018). Diversity and dominance patterns in Amazon coast dune forest island tree communities. *Plant Ecol.*, 219:343–357. 2018.
- Stohlgren, T. J., Binkley, D., Chong, G. W., Kalkhan, M. a, Schell, L. D., Bull, K. a, ... Son, Y. (1999). Exotic plant species invade hot spots of native plant diversity. *Ecological Monographs*, 69(1), 25–46. <https://doi.org/10.2307/2657193>.
- Teixeira, S.G. e Souza-Filho, P.W.M. (2009) - Mapeamento de ambientes costeiros tropicais a partir de imagens de sensores remotos orbitais, Golfão Maranhense (Brasil). *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 27, 2009.
- Van der Meulen, F., Jungerius, P.D., Visser, J. (1989). Perspectives in coastal dune management. SPD Academic Publishing, The Hague, pp. 141–148.
- Yilmaz, K. T. (2002). Evaluation of the phytosociological data as a tool for indicating coastal dune degradation. *Israel Journal of Plant Sciences* Vol. 50 pp. 229–238.
- Zickel, C. Z., Vicente,A., Silva, S. S. L., Santos-Filho, F. S., Soares, C. J. R. S., Almeida Jr., E. B. (2015). Vegetação lenhosa de uma restinga em Pernambuco: descrição estrutural e similaridade *Pesquisas Botânica, Instituto Anchietano de Pesquisas* 68:271-285.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa das áreas de estudo feito no Programa QGis 3.2

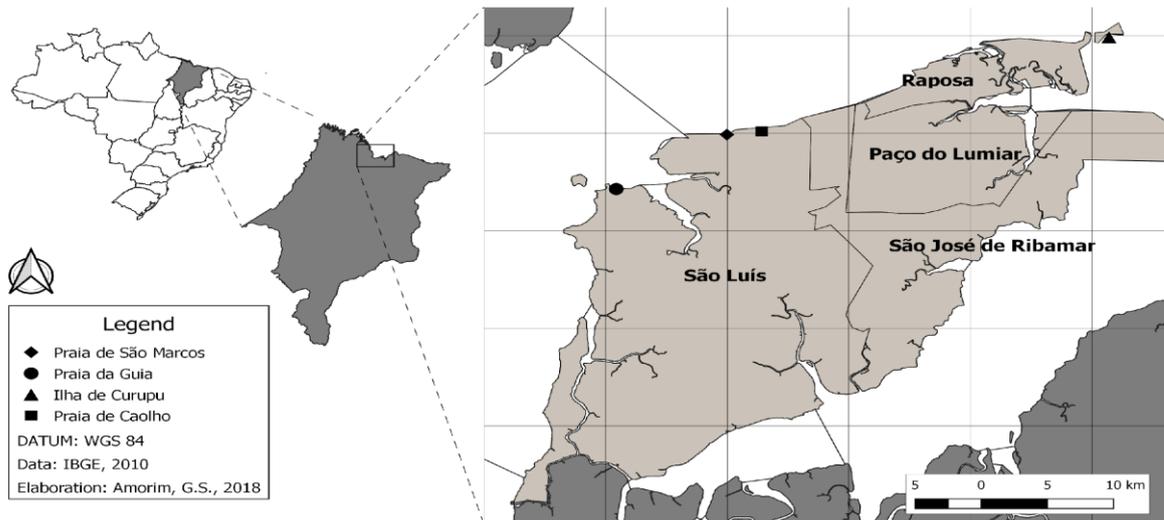


Figura 2: análise do NMDS realizada no Programa Primer 6.1.6

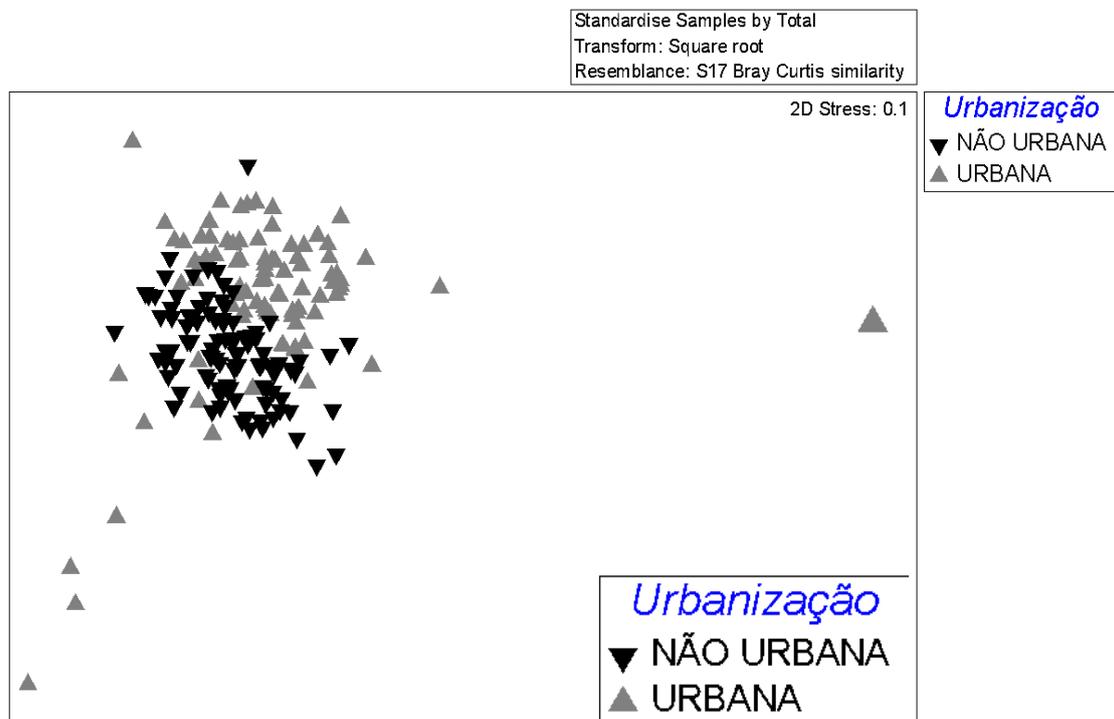
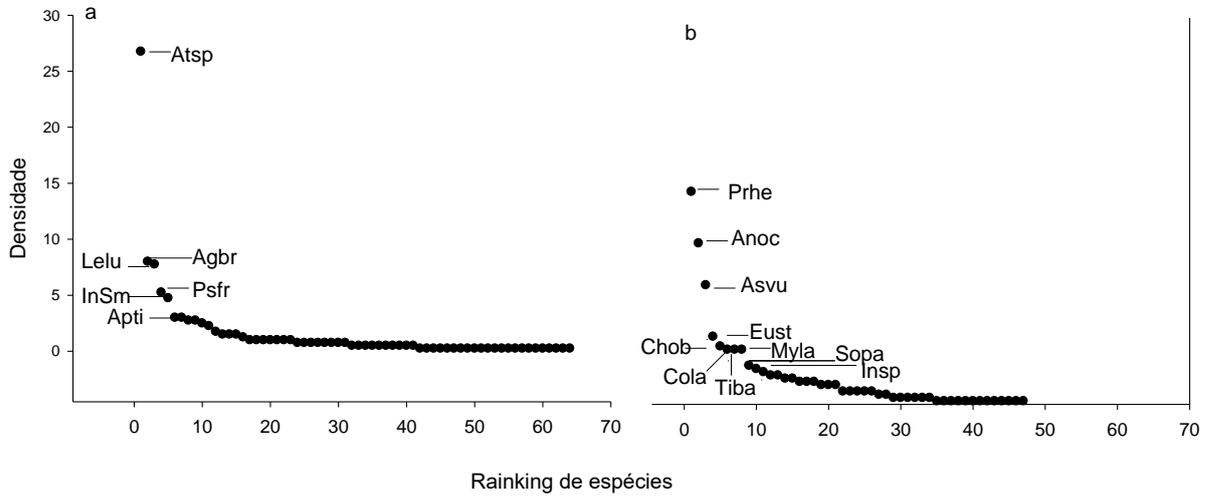


Figura 3: ranking de espécies indicadoras Programa SigmaPlot 10.0



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região costeira é um dos ecossistemas mais impactados e exploradas pelo homem. Estima-se na que, em meados de 2020 mais de 60% da população habitará a menos de 60 km da orla costeira. No Brasil, especificamente na região Nordeste que é formado por uma extensa e rica comunidade vegetacional, existem poucas informações sobre a flora das dunas, sobretudo quando se trata do estrato lenhoso.

Os dados obtidos no presente estudo corroboram com o que tem sido reportado na literatura. Ecossistemas com incidência de perturbações antrópicas ou arredores a centro urbanos apresentam perda de cobertura vegetal natural promovendo aumento na riqueza específica, em contrapartida a uma baixa diversidade e equabilidade na comunidade vegetal lenhosa, enquanto as dunas não urbanas matem a composição e diversidade da área. Estas diferenças também podem ser vistas na análise de Espécies Indicadoras, já que as principais espécies indicadas para as dunas urbanas são amplamente encontradas em ambientes antropizados e/ou alterados, além de serem usadas em atividades comerciais. Nas dunas não urbanas as principais espécies indicadas são frequentemente citadas em estudos florísticos deste ecossistema. Diante do histórico de pressão antropogênica, faz-se necessárias mobilidade conjunta entre a comunidade científica e os gestores públicos para que sejam feitas ações efetivas para restauração e conservação desse ecossistema.

## **NORMAS DA REVISTA**

O artigo desta dissertação foi submetido na Journal of Coastal Conservation, na qual segue o link para acesso das normas:

<https://www.springer.com/earth+sciences+and+geography/geography/journal/11852>