

# Fitossociologia comparada da comunidade herbáceo-subarbutiva de restinga em duas geoformações de dunas na planície costeira de Santa Catarina

*Comparative phytosociology of restinga herbaceous-shrub community on two dunes geoformations in the Santa Catarina coastal plain*

João Carlos Ferreira de **MELO JÚNIOR**<sup>1,2</sup>; Alessa **FERRARI**<sup>1</sup>; Alessandra Fehrmann **GERN**<sup>1</sup>; Aline **DANIEL**<sup>1</sup>; Ana Carolina da **MAIA**<sup>1</sup>; Bruna Tays **HARTELT**<sup>1</sup>; Bruna Tereza **POSSAMAI**<sup>1</sup>; Cristina Aparecida **VANZUITA**<sup>1</sup>; Danielle **DUMKE**<sup>1</sup>; Danielle da **SILVA**<sup>1</sup>; Emanuelle Garcia Ramos **TUSSOLINI**<sup>1</sup>; Fernando **HAFEMANN**<sup>1</sup>; Geovani Rodrigues da **SILVA**<sup>1</sup>; Gustavo Borba de **OLIVEIRA**<sup>1</sup>; Gustavo **JANTSCH**<sup>1</sup>; Jenifer Macalossi **BATISTA**<sup>1</sup>; Jessica **FERREIRA**<sup>1</sup>; Karin Maiara **CRUZZETA**<sup>1</sup>; Luísa Regis Rodrigues Vaz **TEIXEIRA**<sup>1</sup>; Luis Paulo **BURMESTER**<sup>1</sup>; Michele Cristina dos **SANTOS**<sup>1</sup>; Pamela Cristiane **SABINO**<sup>1</sup>; Rafael Eduardo **VALDEZ**<sup>1</sup>; Regina Beltrame **JASPER**<sup>1</sup>; Rogério Ferreira **PINTO**<sup>1</sup>; Samara de **OLIVEIRA**<sup>1</sup> & Victor Rolf **SEIFERT-NETO**<sup>1</sup>

## RESUMO

Dunas são geoformações arenosas produzidas exclusivamente pela ação eólica que se dispõem a partir da região pós-praia. Sobre as dunas desenvolvem-se comunidades vegetais de restinga tipicamente herbáceo-subarbutivas condicionadas pelos fatores ambientais limitantes que influenciam sua organização sociológica. O presente estudo objetivou identificar, por meio do levantamento fitossociológico, possíveis diferenças estruturais entre comunidades instaladas em dois tipos de dunas (frontais e parabólicas). Foi alocado um total de 250 unidades amostrais para caracterização dos parâmetros de cobertura e frequência, absolutas e relativas, e valor de importância das espécies amostradas, além de índices de diversidade e similaridade. Foram levantadas 39 espécies, distribuídas em 37 gêneros e 23 famílias, sendo a maior diversidade observada nas dunas parabólicas e a maior dominância nas dunas frontais, além de certa coocorrência de espécies. As famílias mais ricas em espécies foram Fabaceae, Asteraceae, Poaceae e Cyperaceae. Os resultados obtidos sinalizam que a organização sociológica das comunidades herbáceo-subarbutivas de restinga sobre dunas frontais e parabólicas difere entre si em diversidade, composição e dominância de espécies, as quais devem ser fortemente influenciadas pelas condições ambientais, principalmente pelo vento, que atuam em diferentes níveis sobre essas comunidades. Tais informações podem contribuir com ações de conservação ambiental e da biodiversidade da restinga ante a elevada pressão antrópica na costa catarinense.

**Palavras-chave:** conservação da biodiversidade; dunas frontais; dunas parabólicas; estrutura comunitária.

## ABSTRACT

Dunes are sandy geoformations produced exclusively by wind action that are available from backshore region. On the dunes *restinga* vegetation communities typically herbaceous-subshrub are developed conditioned by limiting environmental factors that influence their sociological organization. The present study aimed to identify, through the phytosociological survey, possible structural differences between communities installed in two dunes types (foredunes and parabolic). A total of 250 sample units were allocated to characterize the coverage and frequency parameters, absolute and relative, and importance value of the species sampled, as well as diversity and similarity indices. A total of 39 species were collected, distributed in 37 genera and 23 families. The greatest diversity was observed in parabolic dunes and the greater dominance in foredunes, besides a certain co-occurrence of species. The families richest in species were Fabaceae, Asteraceae, Poaceae and Cyperaceae. The results obtained indicate that sociological organization of herbaceous-subshrub communities of *restinga* on foredunes and parabolic dunes differ in diversity, composition and dominance of species, which must be strongly influenced by environmental conditions, mainly by wind, that act in different levels on these communities. This information can contribute to environmental and biodiversity conservation actions of the *restinga* in face of the high anthropic pressure in Santa Catarina coast.

**Keywords:** biodiversity community; community structure; foredunes; parabolic dunes.

Recebido em: 10 jul. 2017

Aceito em: 21 jul. 2017

<sup>1</sup> Universidade da Região de Joinville (Univille), Programa de Pesquisa em Ciências Ambientais, Laboratório de Morfologia e Ecologia Vegetal, Rua Paulo Malschitzki, n. 10, CEP 89219-710, Joinville, SC, Brasil.

<sup>2</sup> Autor para correspondência: joao.melo@univille.br.

## INTRODUÇÃO

A restinga é uma formação pioneira composta por um mosaico de comunidades florísticas e estruturalmente distintas que ocorre nas planícies litorâneas ao longo de cordões arenosos originados pela deposição de sedimentos fluviomarinhos, secundariamente modelados pela ação dos ventos (IBGE, 2012). No Brasil, as comunidades vegetais de restinga distribuem-se ao longo de toda a planície costeira sobre depósitos do quaternário formados pelas regressões e transgressões marinhas (VELOSO *et al.*, 1991) e pertencem ao domínio da mata atlântica (FERNANDES, 2006). Com extensão desde a região pós-praia até as áreas mais interiores da costa sobre solos arenosos holocênicos e pleistocênicos (SILVA & BRITZ, 2005), as comunidades de restinga estão tipicamente compartimentalizadas em formações herbáceas, arbustivas e florestais, estando essa última em contato com áreas transicionais para a floresta ombrófila densa (MELO JÚNIOR & BOEGER, 2015).

A região arenosa pós-praia, constituída por depósitos eólicos, é representada pela geoformação de dunas frontais (CORDAZZO *et al.*, 2006). Dunas são colinas de areia acumuladas pela ação eólica, podendo ou não ser recobertas por vegetação (SUGUIO & TESSLER, 1984). As dunas frontais constituem um cordão arenoso que se desenvolve paralelamente à linha de praia, ocupando a zona pós-praia. Apresentam uma relação geométrica característica, cujas dimensões de largura e altura são pequenas em relação ao seu comprimento (BRANCO *et al.*, 2003). As dunas parabólicas possuem a forma de “U” ou de “V”, com o lado côncavo voltado para barlavento e a parte convexa para sotavento. As feições eólicas fazem parte de uma classe de dunas em que o desenvolvimento da forma é controlado, aparentemente, mais pela presença de vegetação e umidade do que pela força e direção do vento (McKEE, 1979).

Em geral, a vegetação de dunas está condicionada a altas temperaturas, ventos constantes, elevada salinidade e solo ácido e oligotrófico (MELO JÚNIOR & BOEGER, 2015). Dessa forma, estão presentes na restinga espécies de plantas recrutadas por fortes filtros ambientais (MELO JÚNIOR & BOEGER, 2017), as quais exibem estratégias adaptativas, em geral xeromórficas, que lhes permitem sobreviver a esses fatores limitantes (MELO JÚNIOR & BOEGER, 2016; AMORIM & MELO JÚNIOR, 2017) e ao mesmo tempo se protegerem da ação de herbívoros (MATILDE-SILVA *et al.*, no prelo).

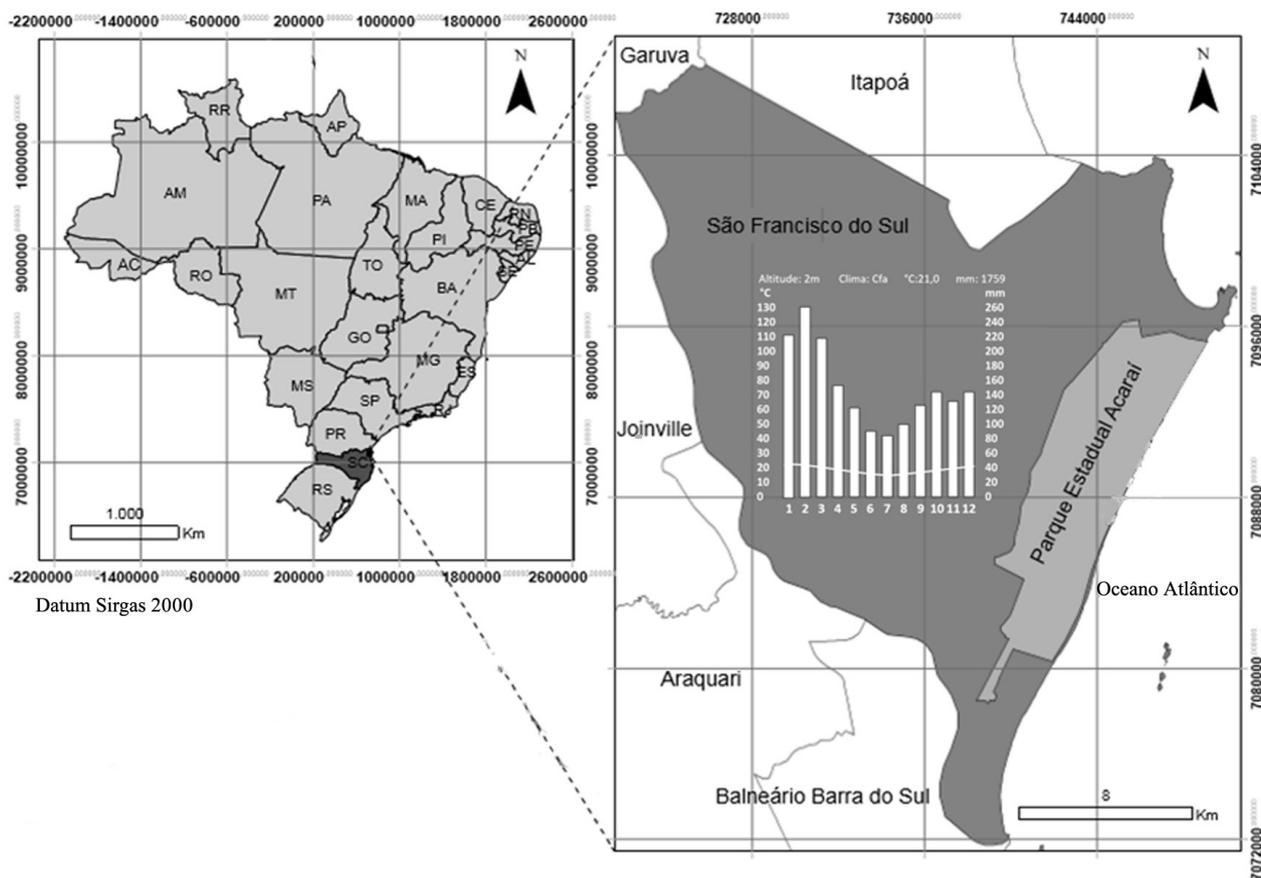
A composição e a abundância das espécies de plantas ao longo das dunas litorâneas são determinadas por uma combinação de condições ambientais de origem oceânica e continental, enquanto a sua cobertura varia de acordo com as condições climáticas locais (ALVES *et al.*, 2007). Assim, exercem relevante papel na estabilização de dunas, retendo e fixando os sedimentos carregados pelos ventos para o continente e, dessa forma, mantendo as areias no ambiente praiado (CLARK, 1977; CORDAZZO *et al.*, 2006). Além disso, controlam os processos erosivos na linha de costa e contribuem com a manutenção da biodiversidade local (KUKI *et al.*, 2008).

Caracterizações sociológicas das comunidades herbáceo-subarbuscivas de restinga no litoral de Santa Catarina são representadas por estudos realizados em 12 dos 29 municípios costeiros desse estado (REITZ, 1954; BRESOLIN, 1979; CORDAZZO & COSTA, 1989; DANILEVICZ *et al.*, 1990; SOUZA *et al.*, 1992; CASTELLANI *et al.*, 1995; DANIEL, 2006; GUIMARÃES, 2006; KLEIN *et al.*, 2007; KORTE *et al.*, 2013; MENEZES *et al.*, 2015; MATILDE-SILVA & MELO JÚNIOR, 2016; RIBEIRO & MELO JÚNIOR, 2016; MELO JÚNIOR & BOEGER, no prelo). Além da importância de ampliar tais caracterizações para melhor conhecer a formação de restinga mais impactada por atividades antrópicas em Santa Catarina (ROCHA *et al.*, 2003), estudos fitossociológicos comparativos que descrevam a dinâmica de montagem das comunidades vegetais sobre dunas são necessários, uma vez que podem evidenciar possíveis diferenças estruturais na vegetação que sejam úteis às ações de conservação ambiental e da biodiversidade.

O presente estudo objetivou avaliar a estrutura sociológica das comunidades herbáceo-subarbuscivas que se desenvolvem sobre duas geoformas distintas de dunas da planície costeira ao norte de Santa Catarina. São perguntas deste estudo: a) a estrutura das comunidades herbáceo-subarbuscivas de restinga difere entre si em função do tipo geomorfológico de duna (frontal e parabólica)?; b) as espécies-chave na organização dessas comunidades são as mesmas ou não?; e c) qual geoformação possui a maior diversidade e dominância de plantas?

## MATERIAL E MÉTODOS

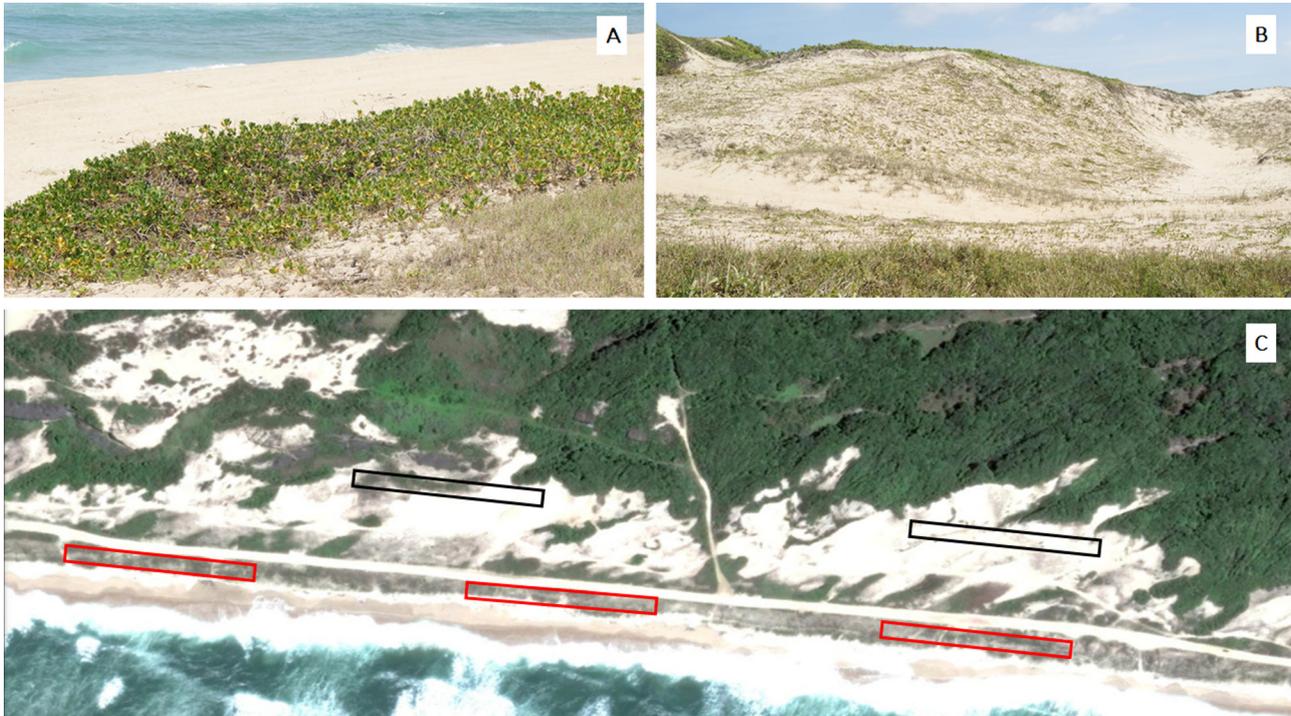
O estudo foi realizado na restinga pertencente ao Parque Estadual Acaraí, unidade de conservação criada pelo Decreto Estadual n. 3.517, de 23 de setembro de 2005, localizada no município de São Francisco do Sul – Santa Catarina – Brasil (26°17’S e 48°33’W) (figura 1). Possui área aproximada de 6.667 hectares em planície costeira. O complexo hídrico existente nessa área é formado pelo Rio Acaraí, pelas nascentes do Rio Perequê e Lagoa do Capivaru. O clima da região é influenciado pela umidade marítima, sendo considerado úmido, com temperatura média anual de 20,3°C e precipitação média de 1.874 mm/ano. Apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano, além da comum ocorrência do vento sul, que traz para a atmosfera a umidade oceânica, tornando o inverno úmido (KNIE, 2002). A cobertura vegetal do parque está compartimentalizada em formações com composição florística e estrutural características que se distribuem desde a região pós-praia até o interior da Ilha de São Francisco do Sul, destacando-se as formações herbácea, arbustiva, arbustivo-arbórea e florestal (MELO JÚNIOR & BOEGER, 2015). A formação herbácea encontra-se instalada em duas distintas geoformas denominadas dunas frontais e dunas parabólicas, as quais compuseram as áreas de coleta do presente estudo.



**Figura 1** – Localização espacial e dados climáticos da restinga do Parque Estadual Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Adaptado de Amorim & Melo Júnior (2017).

Realizou-se o levantamento fitossociológico por meio do método de parcelas de 1 x 1m (FELFILI *et al.*, 2011). O critério de inclusão foi baseado na flora vascular herbácea e subarbusativa de dunas. Foram alocadas 150 parcelas nas dunas frontais e 100 parcelas nas dunas parabólicas, totalizando 250 unidades amostrais. A orientação das parcelas nas dunas frontais seguiu a instalação de três transecções paralelas à linha da costa, e de duas transecções nas dunas parabólicas, e em ambas as geoformas distantes cerca de 150 m entre si. A cobertura das espécies observadas nas

parcelas foi estimada pela escala de Causton (1988). Para cada espécie calcularam-se: a cobertura absoluta (CA), a cobertura relativa (CR), a frequência absoluta (FA), a frequência relativa (FR) e o índice de valor de importância (IVI), ordenando-as em ordem decrescente (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974; CHAPMAN, 1976; MATTEUCCI & COLMA, 1982). Para estimar a suficiência amostral utilizou-se a curva média de forma independente da ordem de entrada dos dados por meio da reamostragem por permutação, com 1.000 simulações com ordem aleatória e em nível de unidade amostral (SCHILLING *et al.*, 2012).



**Figura 2** – Representação esquemática (sem escala) da alocação de parcelas para fitossociologia das comunidades herbáceo-subarbuscivas sobre dunas do Parque Estadual Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Legenda: A) aspecto geral das dunas frontais; B) aspecto geral das dunas parabólicas; C) transectos e parcelas alocadas nas dunas frontais (retângulos vermelhos) e transectos e parcelas alocadas nas dunas parabólicas (retângulos pretos).

Por meio do *software* Past (HAMMER *et al.*, 2001) os índices de diversidade de Shannon (H') e de Simpson (S) e de similaridade de Jaccard (J) (MAGURRAN, 2013) foram calculados para cada uma das geoformas estudadas. Também se mediu a similaridade entre cada conjunto de 50 parcelas correspondentes aos transectos instalados nas dunas frontais e parabólicas.

A confirmação da identidade botânica das espécies levantadas foi feita por intermédio de consulta à lista de espécies do Parque (MELO JÚNIOR & BOEGER, 2015), com base em material coletado e herborizado usando os procedimentos padrão (FIDALGO & BONONI, 1989). A listagem de espécies seguiu a delimitação familiar de Christenhusz *et al.* (2011) para a pteridoflora e do APG IV (2016) para as angiospermas. A validade dos nomes das espécies e os nomes dos autores foram consultados na Lista das Espécies da Flora do Brasil (JBRJ, 2014). A caracterização das formas de vida das espécies seguiu a terminologia de Raunkiaer e Muller-Dombois (IBGE, 2012).

## RESULTADOS

O levantamento fitossociológico registrou 39 espécies, distribuídas em 37 gêneros e 23 famílias, sendo 21 famílias de angiospermas e apenas duas de monilófitas (tabela 1). Nas dunas frontais foram encontradas 18 espécies pertencentes a 17 gêneros e 11 famílias, enquanto nas dunas

parabólicas foram mapeadas 33 espécies organizadas em 31 gêneros e 22 famílias (tabela 1). Sete espécies foram exclusivas das dunas frontais e 22 das dunas parabólicas. Um total de 11 espécies esteve presente em ambas as geoformas. Registrou-se a presença de uma espécie exótica (*Brachiaria brizantha*). A curva de rarefação mostrou suficiência amostral satisfatória em ambas as geoformas, uma vez que as curvas exibiram claros pontos de inflexão (figura 3). A classificação em formas de vida mostrou que a maioria das espécies presentes pertence às caméfitas (71,8%), seguida das hemicriptófitas (20,5%) e geófitas (7,7%) (tabela 1).

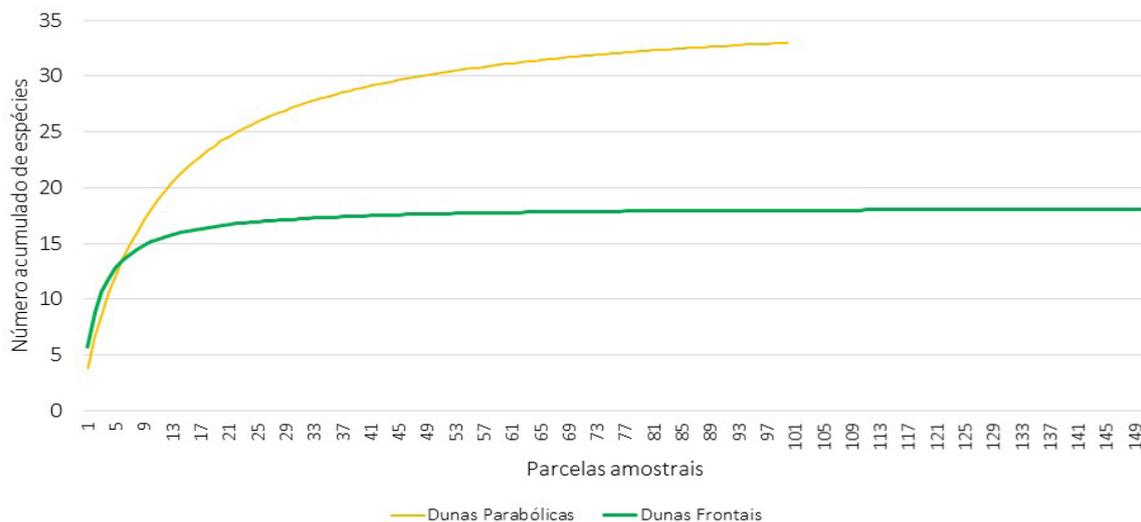
**Tabela 1** – Espécies amostradas na restinga herbáceo-subarbusciva sobre dunas frontais e parabólicas no Parque Estadual Acaraí, município de São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil, com os respectivos parâmetros estimados. Legenda: formas de vida (FV), caméfitas (Ca), geófitas (Ge), hemicriptófitas (He), número de parcelas com registro da espécie (Ni), frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR), cobertura absoluta (CA), cobertura relativa (CR) e índice de valor de importância (IVI).

Família	Espécie	FV	Ni	CA	CR	FA	FR	IVI
<b>Dunas frontais</b>								
Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	He	10	54,75	25,23	10	0,86	26,09
Cyperaceae	<i>Remirea maritima</i> Aulb.	Ca	161	13,35	6,15	161	13,90	20,05
Smilacaceae	<i>Smilax campestris</i> Griseb.	Ca	126	14,06	6,48	126	10,88	17,36
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl	Ca	108	17,22	7,93	108	9,33	17,26
Poaceae	<i>Spartina ciliata</i> Brongn.	He	110	10,11	4,66	110	9,50	14,16
Convolvulaceae	<i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb.	Ge	124	7,35	3,39	124	10,71	14,09
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Ca	98	9,82	4,52	98	8,46	12,99
Araliaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	Ge	108	3,88	1,79	108	9,33	11,11
Apocynaceae	<i>Oxypetalum tomentosum</i> Wight ex Hook. & Arn.	Ca	57	12,85	5,92	57	4,92	10,84
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Ca	70	6,92	3,19	70	6,04	9,23
Cyperaceae	<i>Scleria hirtella</i> Sw.	He	24	14,27	6,58	24	2,07	8,65
Poaceae	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	He	30	9,16	4,22	30	2,59	6,81
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Ca	16	11,09	5,11	16	1,38	6,49
Asteraceae	<i>Gamochoeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Ca	38	6,57	3,03	38	3,28	6,31
Amaranthaceae	<i>Alternanthera littoralis</i> (Mart.) A. St.-Hil.	Ca	34	6,39	2,94	34	2,94	5,88
Fabaceae	<i>Dalbergia ecastaphyllum</i> (L.) Taub.	Ca	7	11,07	5,10	7	0,60	5,71
Amaranthaceae	<i>Blutaparon portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears	Ca	34	5,66	2,61	34	2,94	5,54
Calyceraceae	<i>Calycera crassifolia</i> (Miers.) Hicken	Ca	3	2,50	1,15	3	0,26	1,41
<b>Dunas parabólicas</b>								
Cyperaceae	<i>Remirea maritima</i> Aulb.	Ca	74	3,20	1,17	74	19,53	20,70
Smilacaceae	<i>Smilax campestris</i> Griseb.	Ca	56	6,16	2,26	56	14,78	17,04
Dryopteridaceae	<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching	He	7	28,21	10,35	7	1,85	12,20
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Ca	4	30,00	11,01	4	1,06	12,06
Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	He	16	17,03	6,25	16	4,22	10,47
Boraginaceae	<i>Varronia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Ca	16	16,54	6,07	16	4,22	10,29
Rubiaceae	<i>Diodella radula</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete	Ca	14	17,85	6,55	14	3,69	10,24
Poaceae	<i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) Stapf	He	21	10,83	3,97	21	5,54	9,51
Asteraceae	<i>Baccharis singularis</i> (Vell.) G.M. Barroso	Ca	6	14,16	5,19	6	1,58	6,78
Rubiaceae	<i>Diodella apiculata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete	Ca	5	14,50	5,32	5	1,32	6,64
Poaceae	<i>Spartina ciliata</i> Brongn.	He	16	6,40	2,35	16	4,22	6,57

Continua...

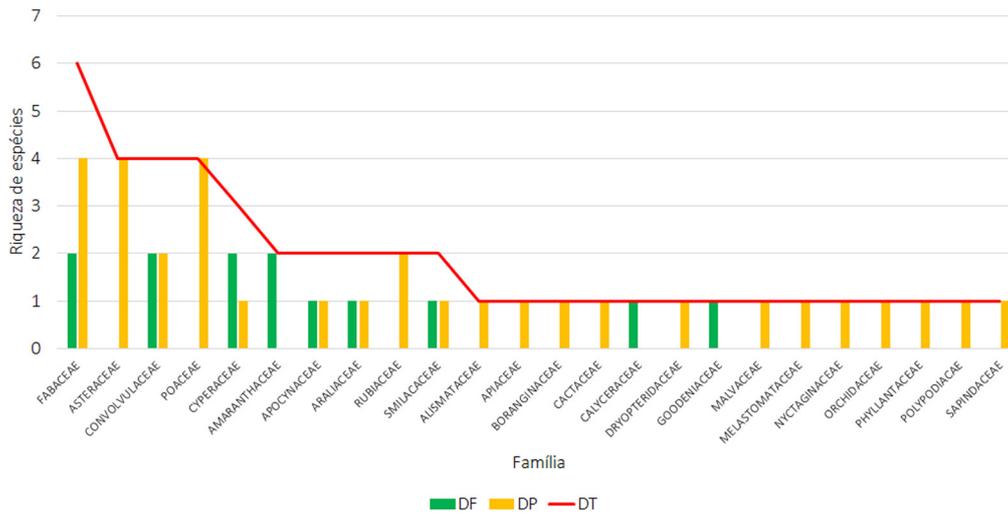
Continuação da tabela 1

Família	Espécie	FV	Ni	CA	CR	FA	FR	IVI
<b>Dunas parabólicas</b>								
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	Ca	4	15,00	5,50	4	1,06	6,56
Fabaceae	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	Ca	3	14,16	5,19	3	0,79	5,99
Orchidaceae	<i>Epidendrum fulgens</i> Brongn.	Ca	8	10,00	3,67	8	2,11	5,78
Fabaceae	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Ca	14	3,03	1,11	14	3,69	4,81
Araliaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	Ge	14	3,03	1,11	14	3,69	4,81
Apocynaceae	<i>Oxypetalum tomentosum</i> Wight ex Hook. & Arn.	Ca	13	3,65	1,34	13	3,43	4,77
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i> sp.	Ca	11	4,77	1,75	11	2,90	4,65
Poaceae	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	He	14	2,50	0,92	14	3,69	4,61
Fabaceae	<i>Stylosanthes viscosa</i> (L.) Sw.	Ca	12	3,75	1,38	12	3,17	4,54
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Ca	8	6,56	2,41	8	2,11	4,52
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis lepidopteris</i> (Langsd. & Fisch.) de la Sota	He	1	10,00	3,67	1	0,26	3,93
Amaranthaceae	<i>Chenopodium retusum</i> (Moq.) Moq.	Ca	10	2,50	0,92	10	2,64	3,56
Asteraceae	<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Ca	10	2,50	0,92	10	2,64	3,56
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Ca	8	2,50	0,92	8	2,11	3,03
Melastomataceae	<i>Tibouchina clavata</i> (Pers.) Wurdack	Ca	2	6,25	2,29	2	0,53	2,82
Convolvulaceae	<i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb.	Ge	3	5,00	1,83	3	0,79	2,63
Apiaceae	<i>Centella asiática</i> (L.) Urb.	Ge	3	2,50	0,92	3	0,79	1,71
Fabaceae	<i>Clitoria falcata</i> Lam.	Ca	2	2,50	0,92	2	0,53	1,44
Cactaceae	<i>Opuntia arechavaletae</i> Speg.	Ca	2	2,50	0,92	2	0,53	1,44
Asteraceae	<i>Pterocaulon lorentzii</i> Malme	Ca	1	2,50	0,92	1	0,26	1,18
Malvaceae	<i>Sida carpinifolia</i> L.	Ca	1	2,50	0,92	1	0,26	1,18



**Figura 3** – Suficiência amostral na restinga herbáceo-subarbusciva sobre dunas frontais e parabólicas no Parque Estadual Acaraí, município de São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil.

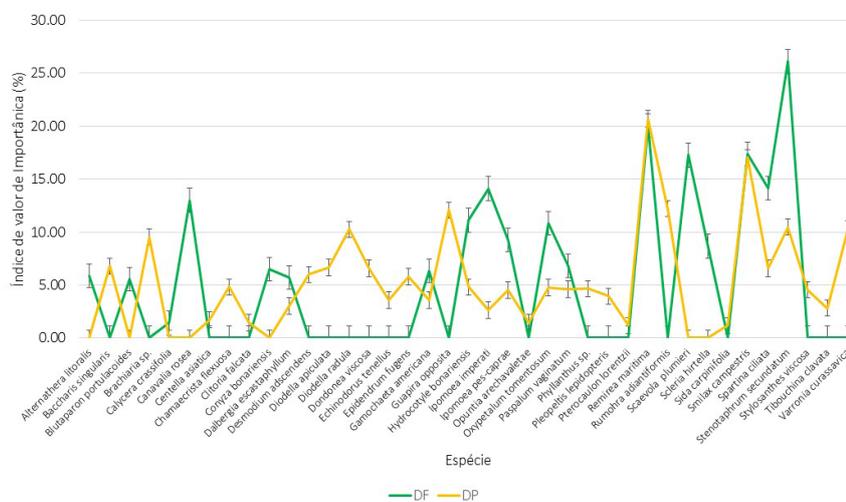
A família Fabaceae apresentou a maior riqueza específica (6), seguida por Asteraceae e Poaceae (4). Juntas essas famílias agrupam cerca de 35,88% do total de espécies levantadas (figura 4). Nas dunas frontais, a família que apresentou o maior número de espécies foi Poaceae (3), seguida por Amaranthaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Cyperaceae e Fabaceae, com duas espécies cada. As demais famílias apresentaram apenas uma espécie cada. Já nas dunas parabólicas, as famílias com maior riqueza de espécies foram Asteraceae, Fabaceae e Poaceae, com quatro espécies cada, seguidas por Convolvulaceae e Rubiaceae, com duas espécies cada, e as demais famílias com apenas uma espécie cada.



**Figura 4** – Riqueza de espécies por família botânica na restinga herbáceo-subarbusciva sobre dunas frontais e parabólicas no Parque Estadual Acaraí, município de São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Legenda: DF) dunas frontais; DP) dunas parabólicas; DT) diversidade total.

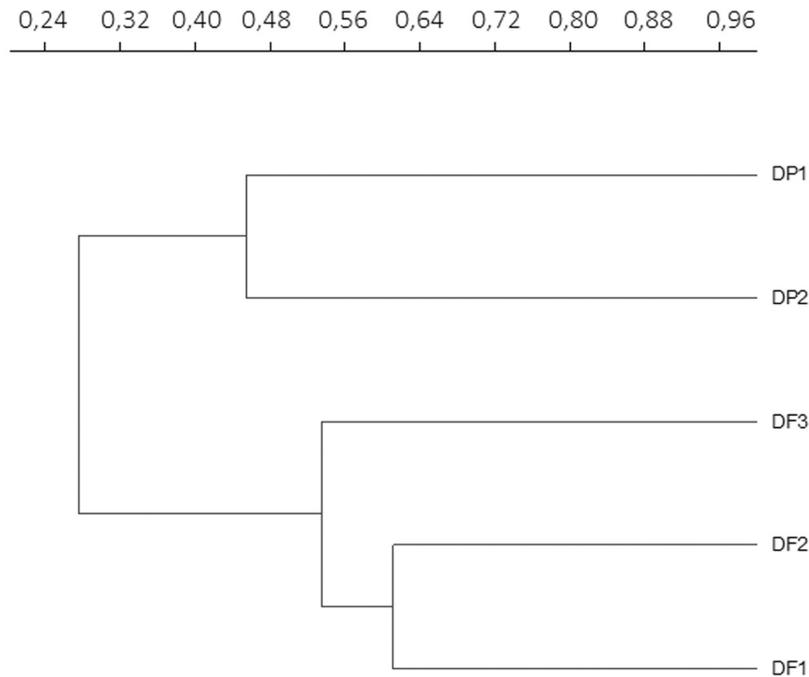
Os gêneros com maior número de espécies foram *Ipomoea* e *Diodella*, com duas espécies cada. Dentre as espécies mais frequentes nas dunas frontais destacaram-se *Remirea maritima*, presente em 100% das unidades amostrais, *Smilax campestris* (84,0%) e *Ipomoea imperati* (82,6%). Nas dunas parabólicas tiveram destaque as espécies *Remirea maritima* (74,0%) e *Smilax campestris* (56,0%) (tabela 1). Apesar de mais frequentes, tais espécies não exibiram os valores de cobertura mais expressivos, sendo *Stenotaphrum secundatum* (25,23%) e *Scaevola plumieri* (7,93%) as espécies com maior valor de cobertura amostrada nas dunas frontais e *Guapira opposita* (11,01%), *Stenotaphrum secundatum* (6,25%) e *Varronia curassavica* (6,06%) nas dunas parabólicas. A cobertura total da comunidade herbáceo-arbusciva sobre as dunas frontais foi de aproximadamente 83,3% da área amostrada, contrapondo o índice de 26,7% nas dunas parabólicas.

Os cinco maiores valores de importância foram obtidos pelas espécies *Stenotaphrum secundatum*, *Remirea maritima*, *Smilax campestris*, *Scaevola plumieri* e *Spartina ciliata*, as quais corresponderam a 47,46% do valor de importância de todas as espécies registradas nas dunas frontais. As espécies *Remirea maritima*, *Smilax campestris*, *Rumohra adiantiformis*, *Guapira opposita* e *Stenotaphrum secundatum* somaram 36,23% desse mesmo parâmetro nas dunas parabólicas (tabela 1, figura 5).



**Figura 5** – Índice de valor de importância das espécies levantadas na restinga herbáceo-subarbusciva sobre dunas frontais e parabólicas no Parque Estadual Acaraí, município de São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Legenda: DF) dunas frontais; DP) dunas parabólicas.

A diversidade de espécies levantadas obteve índice de diversidade de Shannon de  $H' = 2,84$  para as dunas frontais e de  $H' = 3,27$  para as dunas parabólicas. O índice de Simpson foi de  $S = 0,91$  para as dunas frontais e de  $S = 0,93$  para as parabólicas. O índice de similaridade entre essas duas geoformas foi de  $J = 0,28$ . Observou-se maior similaridade entre os conjuntos de parcelas pertencentes aos transectos da mesma geoformação, obtendo valor de  $J = 0,52 - J = 0,60$  nas dunas frontais e  $J = 0,44$  nas dunas parabólicas (figura 6).



**Figura 6** – Dendrograma de similaridade entre os transectos instalados nas dunas frontais e parabólicas do Parque Estadual Acaraí, município de São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Legenda: DF1 – DF3) transectos das dunas frontais; DP1 – DP2) transectos das dunas parabólicas.

## DISCUSSÃO

Os resultados exibidos pelos índices de diversidade e de similaridade evidenciam diferenças qualitativas que melhor permitem compreender a dinâmica de organização das comunidades herbáceo-subarbuscivas sobre dunas frontais e parabólicas na restinga do Parque Estadual Acaraí. Comparativamente, a diversidade vegetal é baixa nas dunas frontais, mas seus representantes possuem maior dominância e taxa de cobertura do solo arenoso. O oposto é visto nas dunas parabólicas, ou seja, maior diversidade de espécies, porém com reduzida dominância e taxa de cobertura.

Muito provavelmente essa relação inversamente proporcional entre diversidade e dominância de espécies ocorrentes nos ambientes de dunas esteja condicionada à pressão seletiva exercida pelos fatores ambientais mais atuantes em cada geoformação. Conforme caracterizações físico-climáticas realizadas por estudos sobre algumas restingas da costa norte de Santa Catarina, é recorrente a indicação da maior influência da restrição hídrica e nutricional e da alta luminosidade sobre o pool regional de espécies que tornam as dunas frontais um ambiente mais limitante à colonização de espécies (MELO JÚNIOR & BOEGER, 2015; MATILDE-SILVA & MELO JÚNIOR, 2016; RIBEIRO & MELO JÚNIOR, 2016). Soma-se a tais condições ambientais a incidência de ventos fortes sobre a feição côncava das dunas parabólicas, ampliando consideravelmente a mobilidade dos sedimentos, fator que reflete na baixa capacidade de instalação e no alto grau de soterramento da vegetação, tornando o ambiente caracteristicamente desnudo.

Trabalhos realizados em diferentes geoformas arenosas localizadas na região pós-praia da costa de Santa Catarina, incluindo esporões, dunas e terraços, têm mostrado que esses ambientes são cobertos por uma vegetação de baixa riqueza específica quando comparados com porções do interior do continente (BRESOLIN, 1979; CORDAZZO & COSTA, 1989; KLEIN *et al.*, 2007; MELO JÚNIOR & BOEGER, 2015), cujos padrões de cobertura refletem as condições locais da ação marinha e eólica (CRISTOFOLINI *et al.*, 2017).

As famílias botânicas que agregam a maior diversidade de espécies, tais como Asteraceae, Fabaceae, Poaceae e Cyperaceae, se sobrepõem ao longo da costa catarinense (MELO JÚNIOR & BOEGER, no prelo), indicando a sua importância na flora herbáceo-subarbusiva de restinga (DANILEVICZ *et al.*, 1990; DANIEL, 2006; GUIMARÃES, 2006; KLEIN *et al.*, 2007).

As espécies-chave responsáveis pela organização da comunidade herbáceo-subarbusiva diferem entre os tipos de dunas em ordem sociológica, mas mantêm-se praticamente as mesmas pelo viés taxonômico, sendo *Remirea maritima*, *Smilax campestris* e *Stenotaphrum secundatum* as espécies coocorrentes de maior destaque sociológico. Tais espécies também são citadas para outras restingas da planície costeira de Santa Catarina como portadoras de elevados valores de importância, o que sinaliza sua importância na organização estrutural da comunidade (KLEIN *et al.*, 2007; MELO JÚNIOR & BOEGER, 2015; CRISTOFOLINI *et al.*, 2017). De maneira geral, as espécies-chave são dotadas de estratégias adaptativas que lhes permitem crescer e se desenvolver sob as condições limitantes do ambiente costeiro.

Dentre essas estratégias, citam-se, no âmbito da arquitetura do corpo da planta e de aspectos morfológicos do sistema aéreo, o porte reduzido da planta associado à maior proteção de brotos e gemas dados pelas formas de vida caméfito, hemicriptófito e geófito (CORDAZZO *et al.*, 2006), o crescimento prostrado, cespitoso e rizomatoso dos caules (BOEGER & GLUZEZAK, 2006), assim como aparatos foliares que maximizam a economia de água (MELO JÚNIOR & BOEGER, 2017).

Assim, o conjunto das características estruturais apresentadas pelas espécies dominantes e típicas dos ambientes de dunas reflete o elevado potencial de controle da ação erosiva dos ventos e, por conseguinte, da estabilização geomorfológica do ambiente pós-praia por meio do controle da mobilidade dos sedimentos arenosos e da instalação de outras espécies constituintes da comunidade herbáceo-subarbusiva de restinga (RIBEIRO & MELO JÚNIOR, 2016).

A ocorrência de espécie exótica (*Brachiaria bizantha* – Poaceae) na área estudada, a qual é classificada como de prioridade extremamente alta para a conservação da biodiversidade (PROBIO, 2003), sinaliza a degradação ambiental decorrente da elevada pressão antrópica na costa (ROCHA *et al.*, 2003), o que tem sido advertido por outros estudos realizados em restingas (KLEIN *et al.*, 2007; MATILDE-SILVA & MELO JÚNIOR, 2016; RIBEIRO & MELO JÚNIOR, 2016; MELO JÚNIOR & BOEGER, no prelo) e requer maior atenção das instituições competentes em função do alto potencial bioinvasor e de alteração dos sistemas naturais provocada por essas espécies (BECHARA, 2003).

Por meio do conjunto dos resultados obtidos, é possível considerar que ambas as comunidades herbáceo-subarbusivas possuem expressiva diversidade de espécies que reflete o bom estado de conservação da área pela consolidação da unidade de conservação. O notável acréscimo na riqueza de espécies na formação de dunas parabólicas é, por outro lado, compensado pela maior dominância e, por conseguinte, maior taxa de cobertura do sedimento arenoso das espécies na formação de dunas frontais. A importância sociológica das espécies difere entre os tipos de dunas parabólicas, sugerindo que tais comunidades apresentam distintos mecanismos de organização comunitária.

## REFERÊNCIAS

Alves, Ruy Jose Válka; Leonora Cardin & Marcela Stuker Kropf. Angiosperm disjunction “Campos rupestres – restingas”: a re-evaluation. Acta Botanica Brasilica. 2007; 21(3):675-685.

Amorim, Maick Wilian & João Carlos Ferreira de Melo Júnior. Functional diversity of restinga shrub species on the coastal plain of southern Brazil. International Journal of Development Research. 2017; 7(6):13189-13202.

- APG IV. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Biological Journal of the Linnean Society*. 2016; 181:1-20.
- Bechara, Fernando Campanhã. Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no Parque Florestal do Rio Vermelho [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.
- Boeger, Maria Regina Torres & Renata Maria Gluzezak. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. *Iheringia*. 2006; 61(1-2):73-82.
- Branco, Mônica Pimenta de Novaes Castelo; Loreci Gislaíne Oliveira Lehugeur & José Elói Guimarães Campos. Proposta de classificação para as feições eólicas do setor leste da região metropolitana de Fortaleza – Ceará – Brasil. *Geociências*. 2003; 22(2):163-174. [Acesso em: 11 jun. 2017]. Disponível em: [http://www.revistageociencias.com.br/22\\_2/5.pdf](http://www.revistageociencias.com.br/22_2/5.pdf).
- Bresolin, Antonio. Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina. *Insula*. 1979; 10:1-55.
- Castellani, Tania Tarabini; Rosângela Folchini & Karla Zanenga Scherer. Variação temporal da vegetação em um trecho de baixada, úmida entre dunas, Praia da Joaquina, Florianópolis, SC. *Insula*. 1995; 24:37-72.
- Causton, David R. *Introduction to vegetation analysis*. London: Unwin Hyman; 1988. 342 p.
- Chapman, S. B. *Methods in plant ecology*. New York: J. Wiley; 1976. 526 p.
- Christenhusz, Maarten J. M.; Xian-Chun Zhang & Harald Schneider. A linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. *Phytotaxa*. 2011; 19:7-54.
- Clark, John. R. *Coastal ecosystem management*. Florida; 1977.
- Cordazzo, César Vieira & César Serra Bonifácio Costa. Associações vegetais das dunas frontais de Garopaba (SC). *Ciência e Cultura*. 1989; 41(9):906-910.
- Cordazzo, César Vieira; Jeison Brum de Paiva & Ulrich Seelinger. Guia ilustrado: plantas das dunas da costa sudoeste atlântica. Pelotas: USBE; 2006. 107 p.
- Cristofolini, Jaqueline; Celso Voos Vieira & João Carlos Ferreira de Melo Júnior. Relationship between the sand spit geomorphology and restinga vegetation in São Francisco do Sul island, south region of Brazil. *International Journal Of Development Research*. 2017; 7:13314-13321.
- Daniel, Rosabel Bertolin. Florística e fitossociologia da restinga herbáceo-arbusativa do Morro dos Conventos, Araranguá, SC. Criciúma [Dissertação de Mestrado]. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense; 2006.
- Danilevicz, Elisabeth; Heidi Janke & Lúcia Helena S. Pankowski. Florística e estrutura da comunidade herbácea e arbusativa da Praia do Ferrugem, Garopaba – SC. *Acta Botanica Brasilica*. 1990; 4(2):21-34.
- Felfili, Jeanini Maria; Pedro Vasconcelos Eisenlohr; Maria Margarida Rocha Fiuza de Melo; Leonardo Alves Andrade & João Augusto Alves Meira Neto. *Fitossociologia no Brasil*. Viçosa: UFV; 2011. 556 p.
- Fernandes, Afranio. *Fitogeografia brasileira: províncias florísticas*. Fortaleza: Realce; 2006.
- Fidalgo, Oswaldo & Vera Lúcia Ramos Bononi. *Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico*. São Paulo: IBt; 1989. 62 p.
- Guimarães, Thaís de Beauclair. Florística e fenologia reprodutiva de plantas vasculares na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2006.
- Hammer, Øyvind; David A. T. Harper & Paul D. Ryan. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001; 4:1-9.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual técnico da vegetação brasileira*. 2. ed. São Paulo: IBGE; 2012.
- JBRJ – Jardim Botânico do Rio de Janeiro. *Lista de espécies da flora do Brasil*. Rio de Janeiro; 2014. [Acesso em: jun. 2017]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>.
- Klein, Alessandro Schardosim; Vanilde Citadini-Zanette & Robson Santos. Florística e estrutura comunitária de restinga herbácea de Araranguá, Santa Catarina. *Biotemas*. 2007; 20(3):15-26.
- Knie, Joaquim L. W. *Atlas ambiental da região de Joinville, complexo hídrico da Baía da Babitonga*. Florianópolis: Fatma/GTZ; 2002.
- Korte, Alexandre; André Luis de Gasper; A. Kruger & Lúcia Sevegnani. Composição florística e estrutura das restingas de Santa Catarina. In: *Vibrans, Alexander Christian; Lucia Sevegnani; André L. de Gasper; Juarez J. V. Muller &*

- Maurício Sedrez dos Reis. Inventário florístico florestal de Santa Catarina: floresta ombrófila densa. Blumenau: Edifurb; 2013. p. 285-309.
- Kuki, Kacilda N.; Marco A. Oliva & Eduardo G. Pereira. Iron ore industry emissions as a potential ecological risk factor for tropical coastal vegetation. *Environmental Manage.* 2008; 42(1):111-121.
- Magurran, Anne Elizabeth. Medindo a diversidade biológica. Curitiba: UFPR; 2013. 261 p.
- Matilde-Silva, Maiara & João Carlos Ferreira de Melo Júnior. Composição florística e estrutural de uma comunidade herbáceo-arbusativa de restinga em Balneário Barra do Sul, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Biociências.* 2016; 14(4):207-214.
- Matilde-Silva, Maiara; Maria Regina Torres Boeger; João Carlos Ferreira de Melo Júnior & Bruno Francisco Sant'Anna Santos. Antiherbivory defense mechanisms along an environmental gradient in *restinga*. *Acta Botanica Brasílica.* No prelo.
- Matteucci, Silvia Diana & Aída Colma. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington: General Secretariat of the Organization of American States; 1982.
- Mckee, Edwin Dinwiddie. Sedimentary structures in dunes. In: Mckee, Edwin Dinwiddie. A study of global sand seas. Geological survey professional paper; 1979. 448 p.
- Melo Júnior, João Carlos Ferreira de & Maria Regina Torres Boeger. Functional traits of dominant plant species of the Brazilian sandy coastal plain. *International Journal of Current Research.* 2017; 9:45585-45593.
- Melo Júnior, João Carlos Ferreira de & Maria Regina Torres Boeger. Leaf traits and plastic potential of plant species in a light-edaphic gradient from a restinga in southern Brazil. *Acta Biológica Colombiana.* 2016; 21:51-62.
- Melo Júnior, João Carlos Ferreira de & Maria Regina Torres Boeger. Riqueza e estrutura da comunidade de plantas de dunas na planície costeira de Santa Catarina. *Iheringia.* No prelo.
- Melo Júnior, João Carlos Ferreira de & Maria Regina Torres Boeger. Riqueza, estrutura e interações edáficas de gradiente de restinga da planície costeira de Santa Catarina, Brasil. *Hoehnea.* 2015; 42(2):207-232.
- Menezes, Luciana S.; Sandra C. Müller & Gerhard E. Overbeck. Floristic and structural patterns in South Brazilian coastal grasslands. *Anais da Academia Brasileira de Ciências.* 2015; 87:2081-2090.
- Moore, Peter D. *Methods in plant ecology.* 2. ed. New York: S. B. Chapman; 1976. 589 p.
- Mueller-Dombois, Dieter & Heinz Ellenberg. *Aims and methods of vegetation ecology.* New York: John Wiley & Sons; 1974. 574 p.
- Probio. Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2003.
- Reitz, Raulino. A vegetação de Laguna. *Sellowia.* 1954; (6):243-258.
- Ribeiro, Pedro Y. & João Carlos Ferreira de Melo Júnior. Richness and community structure of sand dunes (restinga) in Santa Catarina: subsidies for ecological restoration. *Acta Biológica Catarinense.* 2016; 3(1):25-35.
- Rocha, Carlos Frederico Duarate; Helena Godoy Bergallo; Maria Alice dos Santos Alves & Marie-Anne Van Sluys. A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro e nas restingas da mata atlântica. São Carlos: RiMa; 2003. 160 p.
- Schilling, Ana Cristina; João Luis Ferreira Batista & Hilton Zarate Couto. Ausência de estabilização da curva de acumulação de espécies em florestas tropicais. *Ciência Florestal.* 2012; 22:101-111.
- Silva, Sandro Menezes & Ricardo Miranda Brites. A vegetação da planície costeira. In: Marques, Márcia Cristina Mendes & Ricardo Miranda Brites. História natural e conservação da Ilha do Mel. Curitiba: UFPR; 2005. p. 49-84.
- Souza, Maria Leonor D'el Rei; Daniel de Barcelos Falkenberg; Leila da Graça Amaral; Maria Fronza; Ana Claudia Araújo & Maria Regina de Sá. Vegetação do Pontal da Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. I. Levantamento florístico e mapa fitogeográfico. *Insula.* 1992; 21:87-117.
- Suguio, Kenitiro & Moysés Gonzalez Tessler. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: Lacerda, Luiz Drude de; Dorothy Sue Dunn de Araújo; Ruy Cerqueira & Bruno Turcq. Restingas: origem, estrutura e processos. Rio de Janeiro: UFF; 1984. p. 15-25.
- Veloso, Henrique Pimenta; Antônio Lourenço Rosa Rangel & Jorge Carlos Alves Lima. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE-Derma; 1991. 124 p.