

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOÃO CARLOS FERREIRA DE MELO JÚNIOR

**PLASTICIDADE FENOTÍPICA E DIVERSIDADE FUNCIONAL DE COMUNIDADES
FLORÍSTICAS EM GRADIENTE EDÁFICO NA RESTINGA DO PARQUE ESTADUAL
DO ACARAÍ, SÃO FRANCISCO DO SUL/SC**

CURITIBA

2015

JOÃO CARLOS FERREIRA DE MELO JÚNIOR

**PLASTICIDADE MORFOLÓGICA E DIVERSIDADE FUNCIONAL DE
COMUNIDADES FLORÍSTICAS EM GRADIENTE EDÁFICO NA RESTINGA DO
PARQUE ESTADUAL DO ACARAÍ, SÃO FRANCISCO DO SUL/SC**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Ecologia e Conservação ao Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Dra. Maria Regina Torres Boeger

CURITIBA

2015



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO




PARECER

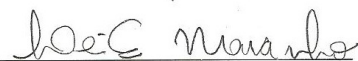
Os abaixo-assinados, membros da banca examinadora da defesa da tese, a que se submeteu João Carlos de Melo Júnior para fins de adquirir o título de Doutor em Ecologia e Conservação, são de parecer favorável à APROVAÇÃO do trabalho de conclusão do candidato.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

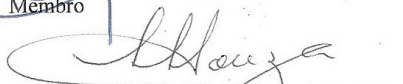
Curitiba, 11 de fevereiro de 2015.


BANCA EXAMINADORA:



Prof.ª. Dra. Maria Regina Torres Boeger
Orientadora e Presidente


Prof.ª. Dr. Dra. Leila T. Maranhão
Membro


Profa. Dra. Graciela Bolzon de Muniz
Membro


Prof. Dr. Luiz Antonio de Souza
Membro


Dra. Cláudia Franca Barros
Membro

Visto: 
Prof.ª. Dra. Isabela Galarda Varassin
Coordenadora do PPG-ECO

A **Osogyian** a vitalidade, a energia e
A condução dos meus exitosos caminhos sobre o *aiye*

À minha mãe **Nayde Laidens** o amor incondicional e
por ter dedicado grande parte de sua vida
à minha educação

Aos meus irmãos **Monica** e **Aloysio** por
estarem sempre ao meu lado

Ao meu **amor** o grande incentivo nesta jornada

AGRADECIMENTOS

À Natureza e seus “mistérios” por nos instigar à busca de sua compreensão.

À minha orientadora, Dra. Maria Regina Torres Boeger, a oportunidade dada para que eu pudesse continuar minha formação acadêmica, a amizade, a sábia orientação, a dedicação, o contínuo incentivo e por ter compartilhado comigo seu admirável conhecimento sobre o mundo das plantas.

Aos estudantes de iniciação científica (xilopovo) do Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade da Região de Joinville Maick Willian Amorin, Eloiza Regina da Silveira, Karoline da Silva Raimundo, Maiara Matilde da Silva, Rodrigo Oszika, Igor Abba Arriola, Barbra Bachtold e Izabel Liberato a inestimável dedicação e ajuda na coleta de material em campo, seu tratamento e preparação em laboratório.

Às amigas e parceiras do Laboratório de Morfologia Funcional da UFPR Letícia Larcher e Ana Paula Lang Martins Madi a saudável convivência e as exitosas discussões em disciplinas do PPGECO, as quais cursamos juntos.

À Universidade da Região de Joinville (Univille), por meio do Programa de Qualificação Docente, o apoio prestado ao longo desta jornada.

Ao Departamento de Ciências Biológicas da Univille o incentivo incondicional dado à realização das atividades do curso, e também aos estudantes, que compreenderam minhas ausências na universidade.

Aos professores Dr. Andre Adrian Padial (UFPR), Dr. Luciano Lorenzi (Univille) e Dr. Pedro Ortmann Cavalin (UFSC) o auxílio no tratamento estatístico dos dados.

Aos sistematas Dr. Osmar dos Santos Ribas (MBM), Dr. Anderson Melo (UFSC) e Dr. Rafael Trevisan (UFSC) a identificação de muitas espécies coletadas na restinga do Parque Estadual do Acaraí.

Aos amigos Geraldo Melo e Márcio Berté a grande ajuda na etapa de coleta de solos das formações de restinga.

À Sra. Marilda, técnica do Laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto Agrônomo de Campinas, o enorme empenho na realização das análises químicas dos solos da restinga do Parque Estadual do Acaraí.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), em nome da Sra. Vera Lúcia da Silva Ranghetti, a cessão dos dados meteorológicos em série temporal da área de estudo.

Ao amigo e professor M.Sc. Celso Voos (Univille) a produção de mapas que tanto ajudaram a compreender a área de estudo.

Ao professor Tarcisio Possamai (Univille), que na qualidade de técnico da Fundação Municipal do Meio Ambiente (FATMA) acreditou em nossa proposta investigativa, dando todo o suporte necessário para que pudéssemos ter acesso ao Parque Estadual do Acaraí.

À Rede PPbio Mata Atlântica, em nome dos professores Dr. Selvino Neckel de Oliveira (UFSC) e Dra. Helena de Godoy Bergallo (UERJ), por apostarem em nosso potencial de trabalho e agregar assim o Parque Estadual do Acaraí aos módulos de pesquisas ecológicas de longa duração do bioma da Mata Atlântica.

RESUMO

As comunidades de restinga são formações florística e fisionomicamente distintas, de caráter pioneiro, que ocupam as planícies arenosas, em função do gradiente edáfico, como o remanescente de restinga da planície costeira de São Francisco do Sul/SC. Nossa hipótese é de que os fatores edáficos influenciam na riqueza e na estrutura das fisionomias da restinga estudada, além de provocarem respostas plásticas em espécies vegetais coocorrentes e produzir convergências em atributos foliares e da madeira em espécies dominantes. Para o levantamento florístico utilizou-se o método de caminhamento, enquanto a estrutura da comunidade foi determinada pelo método de parcelas. Amostras de solo de cada fisionomia para análise de macronutrientes, matéria orgânica, umidade e espessura da serapilheira foram coletadas e processadas de acordo com as técnicas de análise de rotina. Para verificar as diferenças entre as comunidades em função das variáveis edáficas, realizou-se o teste de Mantel. Para visualizar as diferenças, as parcelas foram ordenadas em relação às variáveis de solo por PCA e às espécies por NMDS. Respostas plásticas foram estudadas em três espécies lenhosas coocorrentes utilizando-se os atributos foliares. As médias dos atributos quantitativos foliares foram comparadas por análise multivariada (ANOVA). Os atributos funcionais que maximizam a convergência entre as espécies dominantes, os índices de diversidade de Gini-Simpson e funcional foram avaliados por meio do software SYNCSA. A flora, composta por 319 espécies, possui 244 espécies exclusivas nas formações, sendo 63 espécies na restinga herbácea (Rh), 32 na restinga arbustiva (Ra), 46 na restinga arbustivo-arbórea (Raa) e 103 na floresta de transição (Ft). As demais espécies são compartilhadas em uma ou mais fisionomias. Variações morfológicas e anatômicas entre espécies e entre formações em função das condições microambientais foram observadas. A PCA indicou que a distribuição das espécies e estrutura de cada formação foram influenciados por fatores edáficos, como matéria orgânica, potássio, alumínio, a capacidade de troca catiônica e espessura da serapilheira, sendo esses determinantes da flora característica de cada formação. As respostas plásticas observadas nas espécies coocorrentes também foram relacionadas aos atributos edáficos das restingas. As espécies dominantes apresentaram atributos foliares lenhosos convergentes. A diversidade funcional mostrou-se mais baixa em Rh, evidenciando o filtro ambiental atuante e a maior redundância entre as espécies.

Palavras-chave: morfo-anatomia funcional, relações planta-solo, restinga

ABSTRACT

The *restinga* communities are distinct floristic, physiognomic and pioneer formations, occupying the sandy plains, depending on the soil gradient such as the remaining salt marsh of the coastal plain of São Francisco do Sul/SC. Our hypothesis is that the edaphic factors influence the structure of the studied physiognomies and, also, induce plastic responses in plant species, producing convergences in leaf and wood attributes at dominant species. For the floristic survey the wide patrolling method was used, while the community structure was determined through the phytosociological method. Soil samples of each physiognomy were collected and processed according to routine analysis techniques, for macronutrient analysis, organic material and water content, and litter thickness. The Mantel test was conducted in order to verify the differences between the communities due to edaphic variables. The differences among sites were evidenced through soil variables by PCA and the species by NMDS. Plastic responses were studied in three co-occurring wood species using the leaf attributes. The measurements of the quantitative leaf attributes were compared by the analysis of variance (ANOVA). The functional attributes that maximize the convergence between the dominant species, the Gini-Simpson diversity and functional indices were evaluated through SYNCSA software. The floristic survey, composed of 319 species, included 244 species in exclusive formations, with 63 species in the herbaceous *restinga* (Rh), 32 in the shrubby *restinga* (Ra), 46 shrubby and wooded *restinga* (Raa) and 103 in the transition forest (Ft). The other species occurred into one or more physiognomies. Morphological and anatomical variations among species and formations due to micro environmental conditions were observed. The PCA indicated that the distribution of the species and the structure of each formation were influenced by edaphic factors, such as organic material, potassium, aluminum, cation exchange capacity and litter thickness, with these determining the flora characteristics of each formation. The plastic responses observed in the co-occurrent species were also related to the edaphic attributes of the *restinga*. The dominant species presented convergent woody leaf attributes. The functional diversity was found to be lower in Rh, underlining the active environmental filter and greater redundancy among the species.

Key words: functional morpho-anatomy, plant-soil ratios, *restinga*

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

- Tabela 1** Espécies amostradas nas formações da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. As formas de vida (Fv) são: erva (e), subarbusto (sa), arbusto (ab), arvoreta (at), árvore (av) e liana (l). As formações são: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft). N° Col: número do coletor..... 32
- Tabela 2** Comparação entre as diferentes classes de solo em relação à riqueza de espécies vegetais, famílias mais representativas e índice de diversidade de Shannon (H') das formações da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Brasil. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft)..... 42
- Tabela 3** Espécies amostradas na formação de restinga herbácea do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil, em ordem decrescente de VC. Legenda: número de indivíduos (Ni), frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR), cobertura absoluta (CA), cobertura relativa (CR), valor de importância (VI), valor indicador (Indv – %) e nível de significância do valor indicador (p)..... 43
- Tabela 4** Espécies amostradas nas formações de restinga arbustiva, restinga arbustivo-arbórea e floresta de transição do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil, em ordem decrescente de VI. Legenda: número de indivíduos (Ni), frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR), densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR), valor de importância (VI), valor indicador (Indv – %) e nível de significância do valor indicador (p)..... 44

Tabela 5	Variáveis químicas do solo (n = 3), salinidade (n = 3), espessura da serapilheira (n = 25), umidade gravimétrica (n = 15) das classes de solo e formações e correlação entre as variáveis de solo representadas pelos componentes 1 e 2 obtidos pela PCA, da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Legenda: As formações são restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa), floresta de transição (Ft), Comp1 (componente principal 1), Comp2 (componente principal 2), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), magnésio (Mg), acidez potencial (H + Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e matéria orgânica (MO).....	48
-----------------	---	----

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Relação das famílias e das espécies encontradas na comunidade de dunas da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina.....	59
Tabela 2	Comparação da riqueza de espécies e famílias mais diversas com outros trabalhos realizados em ambiente de dunas no estado de Santa Catarina, Brasil.....	61
Tabela 3	Espécies amostradas na comunidade de dunas da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil, em ordem decrescente de VI	63

CAPÍTULO 3

Table 1	Mean values of soil chemical attributes, salinity, litter thickness, and gravimetric humidity in the studied vegetation. Legend: Rh = herb <i>restinga</i> ; Ra = Shrub <i>restinga</i> ; Raa = Shrub-tree <i>Restinga</i> , and Ft = transition forest; BS = base sum; IEC = ion exchange capacity; V = base saturation.....	93
Table 2	Mean values and respective standard deviation (between brackets) of light intensity (PAR), height, life form, and habitat of studied species in the <i>restinga</i> vegetation. Legend: Rh =	

herb *restinga*; Ra = Shrub *restinga*; Raa = Shrub-tree *restinga* and Ft = transition forest..... 94

Table 3 Plasticity Index values of leaf traits from studied species. Legend: H = height (m); LFM = leaf fresh mass (g); LDM = leaf dry mass (g); LT = leaf thickness (mm); LA = leaf area (cm²); SLA = specific leaf area (cm².g⁻¹); LD = leaf density (mm³.mg⁻¹); LWC = leaf water content (g); SD = stomata density (n.mm⁻²); PP = palisade parenchyma thickness (µm); SP = spongy parenchyma thickness (µm) WSP = water storage parenchyma thickness (µm); PP/SP = palisade parenchyma/spongy parenchyma ratio and/or water storage parenchyma..... 95

Table 4 Mean values and respective standard deviations (between brackets) of morphological and anatomical traits of studied species. Legend: LFM = leaf fresh mass (g); LDM = leaf dry mass (g); LT = leaf thickness (mm); LA = leaf area (cm²); SLA = specific leaf area (cm².g⁻¹); LD = leaf density (mm³.mg⁻¹); LWC = leaf water content (g); SD = stomata density (n.mm⁻²); PP = palisade parenchyma thickness (µm); SP = spongy parenchyma thickness (µm); WSP = water storage parenchyma thickness (µm); PP/SP = palisade parenchyma thickness/spongy parenchyma thickness and/or water parenchyma thickness; Rh = herb *restinga*; Ra = Shrub *restinga*; Raa = Shrub-tree *Restinga* and Ft = transition forest. Different letters in the same roll among vegetation for each species means significant differences, by Tukey test, (p<0,05). (*) = not present..... 96

CAPÍTULO 4

Tabela 1 Variáveis ambientais distribuídas por formações e transecções ao longo do gradiente edáfico da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul/SC. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra),

restinga arbustivo-arbórea (Raa), floresta de transição (Ft), matéria orgânica (MO, g.dm^{-3}), capacidade de troca catiônica (CTC, mmolc.dm^{-3}) e umidade gravimétrica (UG, %) 123

Tabela 2 Atributos funcionais da folha e da madeira das espécies dominantes de restinga estudadas no Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, SC. Legenda: valor de importância das espécies dominantes (VI) e respectivas frequências relativas (FR) nas formações de restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft). Altura (A, m), ângulo de inclinação foliar (AIF, $^{\circ}$), área foliar (AF, cm^2), conteúdo de matéria seca foliar (CMSF, g), área específica foliar (AEF, $\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$), densidade da madeira (g.cm^{-3}), diâmetro tangencial do vaso (μm), frequência de vasos ($\text{n}^{\circ}/\text{mm}^2$), índice de condutividade (IC) e índice de vulnerabilidade (IV). Os valores representam as médias \pm desvios-padrão. Letras diferentes, em colunas, indicam diferenças significativas entre as espécies por formação (ANOVA, *post hoc* Tukey, $p < 0.05$) 124

Tabela 3 Índice de Gini-Simpson (SD), índice de diversidade funcional (FD) e redundância funcional (FR) das formações de restinga em função das variáveis de solo estudadas ao longo do gradiente edáfico da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, SC. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa), floresta de transição (Ft), matéria orgânica (MO, g.dm^{-3}), capacidade de troca catiônica (CTC, mmolc.dm^{-3}) e umidade gravimétrica (UG, %) 126

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1	Localização da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, SC	4
Figura 2	Crescimento do número de publicações sobre restingas em periódicos científicos	9

CAPÍTULO 1

Figura 1	Formações da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, SC, Brasil.....	49
Figura 2	Diagrama de Venn produzido com base no número de espécies exclusivas e compartilhadas nas formações da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft). Sp = número total de espécies ocorrentes na fisionomia.....	50
Figura 3	Dendrograma de similaridade florística entre as classes de solo associadas às formações da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft).....	51
Figura 4	Análise de componentes principais (PCA) mostrando a diferença das formações da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil, em relação às características do solo. As variáveis mais relacionadas com cada componente principal, assim como a explicação e os autovalores dos dois primeiros componentes principais, são mostradas na figura. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa), floresta de transição (Ft), Comp1	

	(componente principal 1), Comp2 (componente principal 2), matéria orgânica (MO), potássio (K), acidez potencial (H + Al), capacidade de troca catiônica (CTC), espessura da serapilheira (ser), saturação por bases (V), soma de bases (SB), magnésio (Mg) e cálcio (Ca).....	52
Figura 5	Ordenação NMDS da diferença das comunidades entre as formações da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo- arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft).....	53
CAPÍTULO 2		
Figura 1	Localização da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina.....	69
CAPÍTULO 3		
Figure 1	<i>Restinga</i> vegetation from the Icarai State Park, São Francisco do Sul county, SC, Brazil.....	97
Figure 2	Principal component analysis of edaphic attributes from study <i>restinga</i> vegetations, showing an environment gradient. Legend: Rh = herb <i>restinga</i> ; Ra = Shrub <i>restinga</i> ; Raa = Shrub-tree <i>restinga</i> and Ft = transition forest.....	98
CAPÍTULO 4		
Figura 1	Relações entre as variáveis de solo e os atributos foliares e da madeira que maximizaram a convergência entre as espécies das diferentes formações de restinga ao longo do gradiente edáfico	127

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Normas de redação de manuscritos da revista <i>Hoehnea</i>	147
Anexo 2	Normas de redação de manuscritos da revista <i>Lundiana</i>	152
Anexo 3	Normas de redação de manuscritos da revista <i>Acta Biológica Colombiana</i>	155
Anexo 4	Normas de redação de manuscritos da revista <i>Journal of Vegetation Science</i>	164

SUMÁRIO

Resumo	vii
Abstract	viii
Lista de Tabelas	ix
Lista de Figuras	xiii
Lista de Anexos	xv
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1. Riqueza, estrutura e interações edáficas em um gradiente de restinga do Parque Estadual do Acaraí, Santa Catarina, Brasil	11
Abstract	13
Resumo	13
Introdução	14
Material e Métodos	15
Resultados e Discussão	18
Agradecimentos	24
Literatura Citada	24
CAPÍTULO 2. Riqueza e estrutura comunitária de uma restinga herbácea da planície costeira de Santa Catarina	54
Abstract	55
Resumo	55
Introdução	56
Material e Métodos	57
Resultados e Discussão	58
Literatura Citada	64
CAPÍTULO 3. Leaf traits and plastic potential of plant species in a light-edaphic gradient from a <i>restinga</i> in Southern Brazil	70
Abstract	71
Resumen	71
Introduction	72
Materials and Methods	74
<i>Study site</i>	74
<i>Measurement of environmental variables</i>	75

<i>Plant material</i>	76
<i>Measurements</i>	76
Results	78
Discussion	80
Acknowledgements	85
References	86
CAPÍTULO 4. Atributos funcionais de 22 espécies dominantes de uma restinga da planície costeira sul-brasileira	99
Resumo	100
Abstract	100
Introdução	101
Material e Métodos	104
Resultados.....	108
Discussão	110
Literatura Citada	115
CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
REFERÊNCIAS GERAIS	133
ANEXOS	145

INTRODUÇÃO GERAL

A magnitude espacial do território brasileiro caracterizada por condições ecológicas diversificadas pode mostrar-nos um complexo cenário composto por um mosaico de paisagens que estabelece intensas relações entre os domínios morfoclimáticos e fitogeográficos (FERNANDES, 2006).

Historicamente, inúmeros estudos baseados nos domínios morfoclimáticos propostos por Ab'Sáber (1970) e nos diferentes sistemas de classificação da vegetação em províncias fitogeográficas (ANDRADE-LIMA, 1966; RIZZINI, 1979; IBGE, 1992; FERNANDES, 1998) têm sido realizados com o objetivo de compreender a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas florestais. Nesse sentido, ganham destaque as províncias: (a) Amazônica, dada a ressonância dos discursos que lhe conferem uma importância ecológica em âmbito planetário; e (b) Atlântica *stricto sensu*, por ser mundialmente reconhecida pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, do inglês United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), desde 1992, como a mantenedora da maior biodiversidade por hectare entre as florestas tropicais e como de extrema importância biológica (MMA, 2010).

Tal reconhecimento culminou na indicação de áreas prioritárias para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade da Mata Atlântica (GIULIETTI *et al.*, 2005), principalmente nas regiões em que a degradação oriunda do contínuo crescimento urbano-industrial tem colaborado com a fragmentação dos ecossistemas e os consequentes processos de estresse e alteração das paisagens naturais (SCHÄFFER; PROCHNOW, 2002; PRIMACK; RODRIGUES, 2001; RICKLEFS, 2003).

Desde então tornaram-se crescentes os estudos sobre as distintas formações vegetais contidas no domínio desse bioma, sendo alguns ecossistemas ainda considerados alvo de grandes controversas que dificultam sua definição e o entendimento sobre suas comunidades florísticas, como é tipicamente o caso da restinga, historicamente interpretada pelos divergentes conceitos biológico e geológico (SILVA, 1999). O termo restinga é utilizado por

geólogos, historiadores e botânicos, designando diferentes nomenclaturas (SUGUIO; TESSLER, 1984).

Emprega-se a palavra restinga em três sentidos: i) para designar as formações vegetais que recobrem as areias de origem holocênica a partir do oceano até as primeiras elevações da Serra do Mar; ii) para designar a paisagem arenosa justa marítima, e iii) para indicar a vegetação densa e lenhosa da planície interna (RIZZINI, 1997).

Do ponto de vista geológico, as restingas são formações arenosas constituídas por cordões litorâneos e por feixes de restinga propriamente ditos, sendo os últimos um agrupamento paralelo de cordões litorâneos. O ambiente de formação da restinga é caracterizado por enseadas e ângulos mortos ocasionados por ilhas ou pontais rochosos. Sua origem está, de forma geral, condicionada à existência de correntes costeiras secundárias, importantes no transporte contínuo de areia (BIGARELLA, 2001).

No sentido biológico, conceitua-se a restinga como um conjunto de comunidades vegetais fisionomicamente distintas, sob influência marinha e fluviomarinha, distribuídas em mosaico e que ocorrem em áreas com grande diversidade ecológica (SUGIYANA, 1998). Segundo Waechter (1990), compreendem-se por restinga as comunidades vegetais presentes na região fisiográfica conhecida por litoral, as quais apresentam caráter de formações pioneiras que recebem influência marinha direta (IBGE, 2012). Para Sampaio *et al.* (2005), restinga é o termo usual para designar o ecossistema que ocupa as planícies do litoral do Brasil, formado por sedimentos de origem marinha. Acrescenta-se ainda ao conceito biológico de restinga a ideia de comunidades periféricas à floresta atlântica sujeitas às condições ambientais mais extremas do que aquelas enfrentadas pelas plantas de florestas méxicas, como altas ou baixas temperaturas (incluindo o congelamento), inundação, seca, ventos constantes, alta salinidade e restrição de nutrientes (SCARANO *et al.*, 2001; SCARANO, 2002). Da mesma maneira, considera-se restinga a vegetação de ambientes rochosos associados às planícies arenosas, tais como costões e afloramentos (BRASIL, 1999).

Ao longo dos 5.000 km de distribuição na costa brasileira (HOLZER; CRICHYNO; PIRES, 2004), as restingas apresentam acentuadas diferenças

em sua fisionomia, estrutura e composição florística (LACERDA *et al.*, 1984; ROCHA; BERGALLO, 1997; ARAUJO, 2000). As restingas apresentam ampla variedade de fisionomias que vai desde formações vegetais herbáceas próximas ao mar até formações arbustivas e arbóreas fechadas em áreas interiores (OLIVEIRA-FILHO; CARVALHO, 1993). Essas formações são definidas, em geral, pelas condições de solo e influência marinha (ARAUJO; MACIEL, 1998).

Em função dos fatores ambientais, muitas vezes estressantes, a restinga é considerada um ambiente de extrema fragilidade, o que gera grande preocupação aos pesquisadores no que tange à sua conservação (GUEDES; BARBOSA; MARTINS, 2006, ARAUJO; PEREIRA; PIMENTEL, 2004). A vegetação de restinga possui papel fundamental na estabilização das areias das dunas, no controle de processos erosivos na costa litorânea e na manutenção da biodiversidade local (KUKI *et al.*, 2008). Apesar disso, a restinga tem sofrido nas últimas décadas forte pressão de degradação oriunda de diversos impactos antrópicos (THOMAZI *et al.*, 2013). Entre estes, Rocha *et al.* (2003) destacam: a) a supressão da vegetação para construção de estradas costeiras; b) a remoção da vegetação para a construção de calçadas; c) a destruição da vegetação por pisoteamento; d) o estabelecimento de residências; e) o tráfego de carros sobre a vegetação de dunas; f) a ocupação urbana; g) a supressão da vegetação para implantação de estabelecimentos comerciais; h) a substituição da flora nativa por espécies cultivadas ou ornamentais; e i) o despejo de lixo. À medida que os impactos ambientais se acumulam sobre essas áreas há um maior risco para a manutenção da biodiversidade de plantas, animais e outras formas de vida associadas.

Conforme Capobianco (2001), a região do litoral nordeste do estado de Santa Catarina, que inclui os municípios que fazem parte do Complexo Hídrico da Baía da Babitonga, possui áreas cobertas por floresta ombrófila densa e ecossistemas associados, como restingas e manguezais, que fazem parte do domínio da Mata Atlântica. No município de São Francisco do Sul, destaca-se o Parque Estadual do Acaraí como a maior área contínua de restinga do estado (Figura 1).

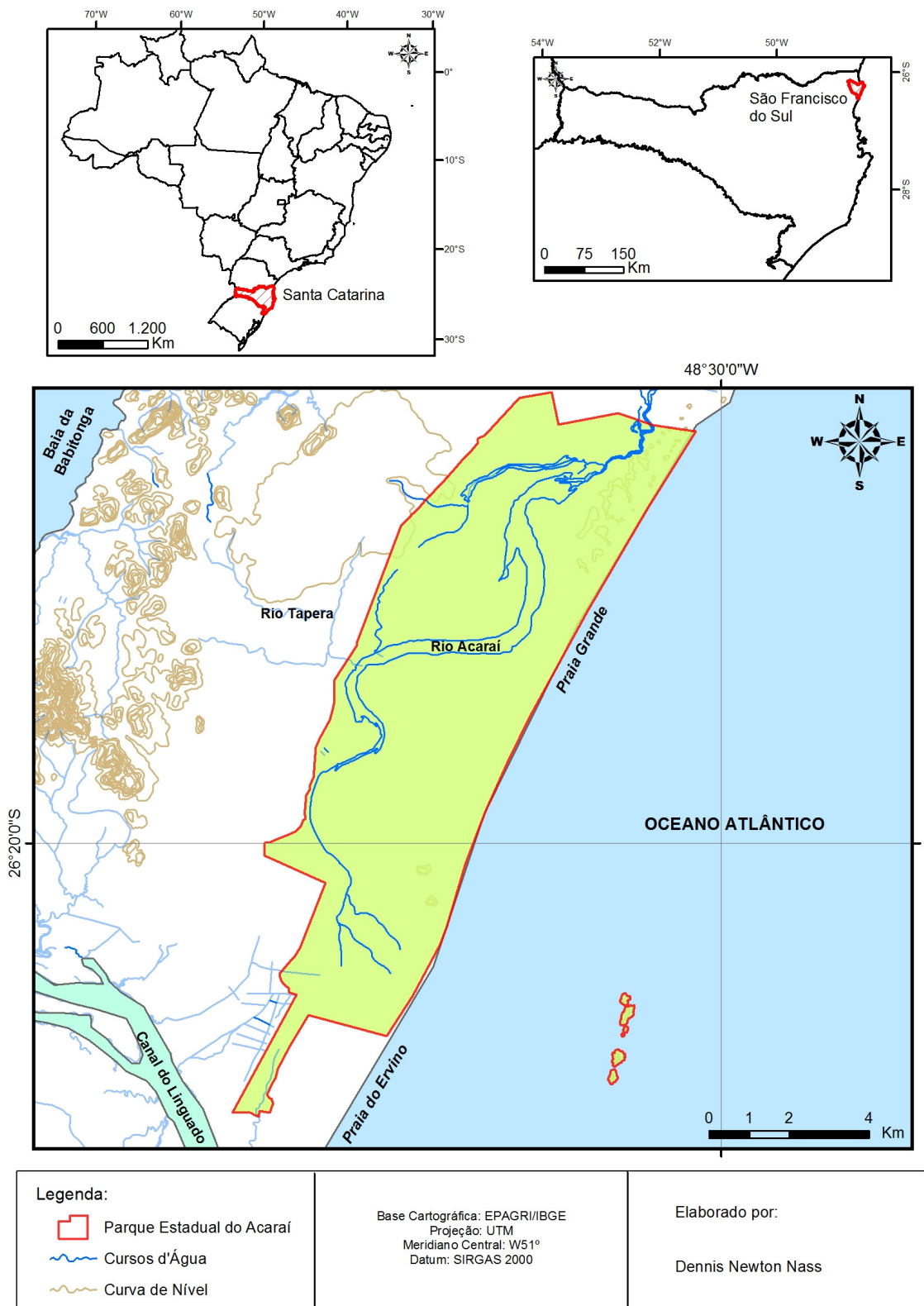


Figura 1. Localização da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, SC.

O Parque Estadual do Acaraí compreende uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, com área remanescente aproximada de 6.667 ha em planície litorânea, caracterizada pela presença de dunas, vegetação de restinga, florestas de terras baixas e submontana, várzeas e manguezais da praia Grande e todo o complexo hidrológico do rio Acaraí, rio Perequê e lagoa do Capivaru (FATMA, 2008). Possui grande valor ecológico e sua restinga é classificada como de prioridade extremamente alta no Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO, 2003).

Nesse cenário, o reportado remanescente ganha importante destaque no âmbito ecológico, pois, ao demonstrar variação de gradiente fitofisionômico e zonas ecotonais, merece especial atenção no tocante à realização de estudos ecológicos que ampliem os conhecimentos acerca da dinâmica de suas comunidades vegetais sob a influência das condições ambientais impostas em cada hábitat.

Suscita-se que, na área em questão, a heterogeneidade ambiental possa refletir fortes sinais fenotípicos de plasticidade das plantas, de forma a estabelecer tendências ou padrões ecológicos que caracterizem a convergência de estratégias ecológicas dentro de cada comunidade ao longo do gradiente edáfico existente, com respostas diretas sobre a arquitetura, a fisiologia e a estrutura de seus componentes florísticos. Assim, o reconhecimento de atributos funcionais que potencialmente influenciam no estabelecimento, na sobrevivência e na aptidão reprodutiva das espécies de restinga é determinante ao entendimento de como esses atributos se relacionam à capacidade das plantas em adquirir, utilizar e conservar os recursos (REICH *et al.*, 2003), além de possibilitar a criação de modelos de desenvolvimento que integram características funcionais das plantas aos fatores ambientais atuantes (QUESEDA *et al.*, 2009).

A interação das plantas com os distintos fatores abióticos do ambiente, tais como clima, luminosidade, solo, precipitação e altitude (GIVNISH, 1984), é referida na literatura como precursora de respostas adaptativas (LARCHER, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2002), promovendo o desenvolvimento de estruturas especializadas e estratégias anatômicas e fisiológicas que lhes permitem

adequar-se ao meio físico e sobreviver em condições adversas (SCHLICHTING, 1986). Os fatores ambientais variam no tempo e no espaço e podem ser limitantes ao estabelecimento e desenvolvimento da vegetação (BOEGER; ALVES; NEGRELLE, 2004).

Essa complexa resposta funcional/estrutural denominada plasticidade fenotípica é importante do ponto de vista ecológico, assim como a magnitude de tal resposta, uma vez que possibilita às plantas experimentarem habitats distintos, explorarem nichos mais ricos em recursos e ampliarem suas possibilidades de distribuição geográfica (SULTAN, 1995; 2000; BRADSHAW, 2006). Em ambientes heterogêneos espera-se que as plantas possuam grande potencial plástico, favorecendo a formação de morfotipos principalmente em áreas de ecótono ou ambientes que apresentem gradiente edáfico (FUZETO; LOMÔNACO, 2000; CARDOSO; LOMÔNACO 2003; SULTAN, 2000), como é o caso das restingas.

Afirma-se ainda que tais estudos podem ter grande importância na elucidação de teorias evolutivas que buscam explicar a origem da variabilidade dos organismos, na compreensão da estruturação e diversidade de comunidades vegetais, na delimitação de áreas de conservação e no manejo dos ecossistemas (DONOHUE, 2003).

No entanto estudos com comunidades vegetais têm sido tradicionalmente focados nos padrões de diversidade (diversidade α , riqueza de espécies) e suas variações em diferentes habitats, sendo a diversidade vegetal resultante, frequentemente, de informações provenientes de levantamentos florísticos e fitossociológicos (NUNES-FREITAS, 2004). Apesar de revelarem importantes dados sobre a diversidade específica e as distribuições espacial e temporal das espécies, os estudos florísticos e fitossociológicos por si só não conseguem responder a questões de natureza funcional, estrutural e/ou ecofisiológicas sobre as comunidades vegetais.

Uma vasta literatura aponta que informações sobre a fisiologia, a arquitetura e as estruturas morfoanatômicas das espécies de uma determinada comunidade vegetal também podem sinalizar os padrões de diversidade existentes entre diferentes ambientes e o seu potencial plástico. Nessa perspectiva, somam-se estudos que destacam a combinação de

características de distintos órgãos da planta como forma mais adequada para entender o reflexo das condições ambientais sobre uma flora (CARLQUIST, 1977; BAAS; WERKER; FHAN, 1983) e a posterior interpretação da comunidade vegetal.

A folha, um dos órgãos mais expostos no vegetal, é tida como um relevante indicador ecológico ou sinecológico em virtude do desenvolvimento de estratégias adaptativas associadas às distintas condições abióticas às quais está submetida (PYYKKO, 1979; ROYER *et al.*, 2009; PEPPE *et al.*, 2011), sendo entendida como um órgão altamente plástico e aclimatável aos fatores ambientais (GRATANI; COVONE; LARCHER, 2006). Já o caule tem a capacidade de registrar na madeira os eventos microclimáticos e suas variações sazonais, assim como a oferta ou a escassez de recursos no ambiente (KEDROV, 2012).

A tentativa de encontrar tendências ecológicas em comunidades vegetais, com base na análise de atributos da folha e da madeira ante as condições e recursos ambientais, é apresentada por uma série de estudos científicos, os quais têm procurado: a) relacionar a morfologia foliar aos regimes climáticos globais (PYYKKO, 1979); b) avaliar a economia de nutrientes em estratégias decíduas e perenes (HUANG; WANG; YAN, 2007); c) verificar a alocação de nutrientes foliares ao longo da sucessão ecológica em ambientes florestais (BOEGER; WISNIEWSKI; REISSMANN, 2005); d) diagnosticar adaptações estruturais em espécies de dunas (BOEGER; GLUZEZAK, 2006); e) observar as respostas fisiológicas e estruturais em folhas de espécies expostas a diferentes condições de luminosidade (VALLADARES *et al.*, 2000); f) encontrar diferenças estruturais em espécies distribuídas em áreas de ecótono ou diferentes formações de um dado bioma (CARDOSO; LOMÔNACO, 2003; MELO JR.; CECCANTINI; BONA, 2011; MELO JR.; BONA; CECCANTINI, 2012); g) analisar caracteres anatômicos de plantas distribuídas em gradientes latitudinais e altitudinais (BARAJAS-MORALES, 1985; WOODCOCK; SANTOS; REYNEL, 2000; WHEELER; BAAS; RODGERS, 2007); h) comparar o lenho de determinada flora com dados globais sobre o xilema (CARLQUIST, 1977); i) encontrar tendências na condutividade do xilema de plantas várias partes do globo (BAAS; WERKER;

FHAN, 1983; ROSELL *et al.*, 2007); e j) estabelecer tendências gerais da estrutura anatômica de plantas de certas floras (BAAS; CARLQUIST, 1985; LISBOA; URBINATI; NEVES, 1993; LINDORF, 1994; SEGALA-ALVES; ANGIALOSSY-ALFONSO, 2000; SEGALA-ALVES; ANGIALOSSY-ALFONSO, 2002; BARROS *et al.*, 1997; BARROS *et al.*, 2001; BARROS *et al.*, 2006).

Em relação às restingas, o primeiro e representativo avanço foi dado pelo reconhecimento de uma zona marítima dotada de vários tipos vegetacionais distintos das florestas da encosta atlântica (SAMPAIO, 1934), o qual foi seguido por muitos estudos descritivos da flora e sua respectiva estrutura comunitária (SILVA, 1999).

Nos últimos dez anos, registra-se grande avanço nos estudos sobre as restingas brasileiras com acentuado número de trabalhos publicados (Figura 2). Caracterizações mais detalhadas sobre os solos de restinga (PIRES *et al.*, 2006; BONILHA *et al.*, 2013), o papel do meio físico na estrutura das comunidades (SZTUTMAN; RODRIGUES, 2002; COSTA *et al.*, 2003; BRITZ, 2005; GUEDES; BARBOSA; MARTINS, 2006; PIRES *et al.*, 2006; MAGNAGO *et al.*, 2010; ALMEIDA JR. *et al.*, 2011; SANTOS-FILHO; ALMEIDA; ZICKEL, 2013), interações interespecíficas (CARDOSO; SOBRINHO; SCHOEREDER, 2010; MAIA; FERNANDES, 2011; OLIVEIRA-REBOUÇAS; GIMENES, 2011), fenologia (GOMES; PINHEIRO; LIMA, 2008), morfologia funcional e respostas plásticas de espécies com distribuição em diferentes formações de restinga (BOEGER; GLUZEZAK, 2006; MANTUANO; BARROS; SCARANO, 2006; PEREIRA; CORDEIRO; ARAUJO, 2004; SANTOS *et al.*, 2010) têm sido crescentes na literatura científica. Investigações ecológicas de maior destaque foram desenvolvidas nas restingas do estado do Rio de Janeiro, com ênfase à compreensão de processos ecossistêmicos por meio do estudo de atributos ecofisiológicos de espécies dominantes na restinga (SCARANO *et al.*, 2001; DIAS *et al.*, 2006; CAVALIN; DE MATTOS, 2007; GESSLER *et al.*, 2008; ROSADO; DE MATTOS, 2010).

Para as restingas do estado de Santa Catarina, a maior parcela dos estudos publicados até a atualidade refere-se aos levantamentos florísticos e fitossociológicos (REITZ, 1954; REITZ, 1961; BRESOLIN, 1979, CORDAZZO; COSTA, 1989; DANILEVICZ; JANKE; PANKOWSKI, 1990; SOUZA *et al.* 1992;

CASTELLANI; FOLCHINI; SCHERER, 1995; NEGRELLE, 1995; FALKENBERG, 1999; DORNELES; NEGRELLE, 1999; CITADINI-ZANETTE; SANTOS; SOBRAL, 2001; ROGALSKI; ARAÚJO, 2005; DANIEL, 2006; GUIMARÃES, 2006; NEGRELLE, 2006; KLEIN; CITADINI-ZANETTE; SANTOS, 2007; VIBRANS *et al.*, 2012), o que traduz a carência de estudos de cunho ecológico e funcional.

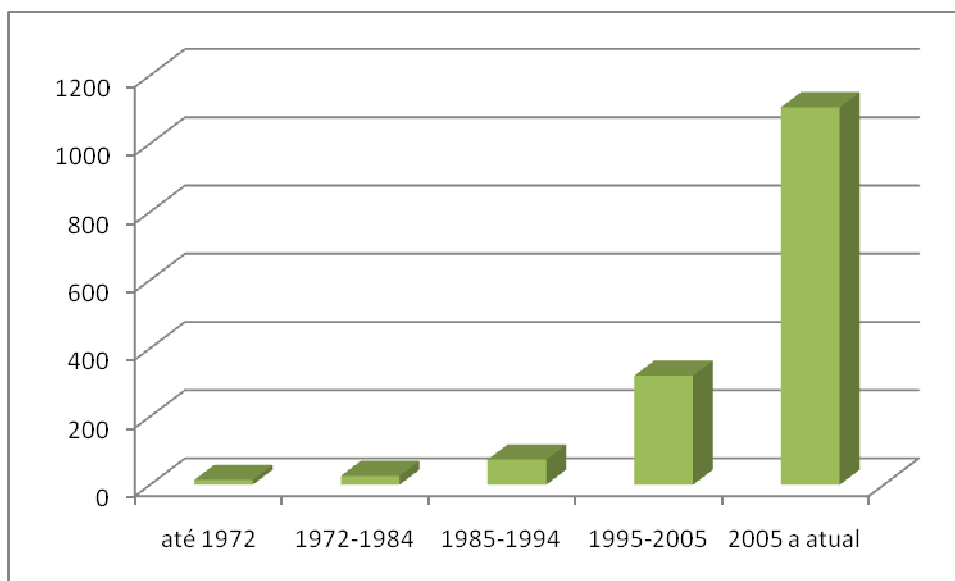


Figura 2. Crescimento do número de publicações sobre restingas em periódicos científicos. Fonte (CAPES, 2014).

Nesse cenário de caracterização das comunidades vegetais e da busca por ampliar os conhecimentos sobre as estratégias ecológicas que as plantas de restinga exibem como respostas ao ambiente de desenvolvimento, permitindo-lhes sobreviver e se reproduzir, delineou-se o presente projeto de tese.

O corpo da tese está organizado em quatro capítulos independentes entre si, mas que resguardam um fio condutor interpretativo em comum, quer seja, o entendimento da dinâmica da vegetação de restinga cujo gradiente ambiental se dá numa escala espacial reduzida.

O primeiro capítulo, intitulado “Riqueza, estrutura e interações edáficas em um gradiente de restinga do Parque Estadual do Acaraí, Santa Catarina, Brasil”, caracterizou a flora e as fitocomunidades de um gradiente edáfico de uma restinga em Santa Catarina, correlacionando-as aos atributos edáficos.

Também se avaliou a influência dos nutrientes e da disponibilidade hídrica do solo sobre a estrutura da vegetação ao longo do gradiente edáfico da restinga.

O segundo capítulo, “Riqueza e estrutura comunitária de uma restinga herbácea da planície costeira de Santa Catarina”, caracterizado como um recorte de cunho florístico e fitossociológico voltado ao ambiente de dunas, teve como objetivos: a) descrever as principais características florísticas e estruturais da vegetação herbácea da restinga do município de São Francisco do Sul, utilizando o método de parcelas, b) comparar os resultados com outros estudos semelhantes realizados no litoral de Santa Catarina.

O terceiro capítulo, chamado “Leaf traits and plastic potential of plant species in a light-edaphic gradient from a *restinga* in Southern Brazil”, avaliou comparativamente as características morfoanatômicas de três espécies coocorrentes ao longo de um gradiente de luz e solo na restinga do Parque Estadual do Acaraí.

O quarto capítulo, intitulado “Atributos funcionais de 22 espécies dominantes de uma restinga da planície costeira sul-brasileira”, avaliou a importância de atributos funcionais foliares e da madeira de espécies dominantes distribuídas em distintas formações de restinga, de forma a responder às seguintes questões: (i) existem atributos funcionais convergentes entre espécies pertencentes às distintas formações de restinga capazes de exibir a ação de filtros ambientais ao longo do gradiente edáfico?; (ii) quais atributos funcionais foliares melhor respondem às condições edáficas?; (iii) quais atributos funcionais da madeira atendem à disponibilidade hídrica variável ao longo do gradiente de restinga?; (iv) em qual formação da restinga as espécies são mais redundantes funcionalmente?

Os capítulos foram escritos com base nas normas de redação indicadas pelas seguintes revistas científicas *Hoehnea* (capítulo 1) *Lundiana* (capítulo 2) *Acta Biológica Colombiana* (capítulo 3) e *Journal of Plant Research* (capítulo 4). As normas de redação de tais periódicos encontram-se anexadas (Anexos 1 a 4).

Capítulo 1

Riqueza, estrutura e interações edáficas de um gradiente de restinga do Parque Estadual do Acaraí, Santa Catarina, Brasil



João Carlos Ferreira de Melo Júnior
Maria Regina Torres Boeger

Riqueza, Estrutura e Interações Edáficas em um Gradiente de Restinga do Parque Estadual do Acaraí, Santa Catarina, Brasil¹

João Carlos Ferreira de Melo Júnior^{2, 3}, Maria Regina Torres Boeger⁴

Título resumido: Estrutura e interações edáficas em uma restinga de Santa Catarina

¹ Parte da tese de doutorado do primeiro autor.

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Paraná – UFPR. Caixa Postal 19031, CEP 81531-990, Curitiba, PR, Brasil.

³ Autor para correspondência: jcmelo_wood@hotmail.com.

⁴ Professora do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Paraná – UFPR. Caixa Postal 19031, CEP 81531-990, Curitiba, PR, Brasil.

ABSTRACT - (Richness, structure, and edaphic interactions in the *restinga* gradient of a coastal plain in Santa Catarina, Brazil). The present work characterized the flora and phytocommunities of a *restinga* gradient on the coast plain of Santa Catarina and correlated them to edaphic attributes. The floristic survey followed the “wide patrolling” method and the community structure was determined through the plot method. Soil samples of each physiognomy were collected for analysis of macronutrients, organic matter, moisture, and litter thickness. Flora comprises 319 species, 244 of which occur exclusively in formations of herbaceous *restinga* (63), shrub *restinga* (32), shrub-tree *restinga* (46), and transition forest (103). The structural pattern of each *restinga* physiognomy studied was influenced by edaphic factors as organic matter, potassium, and aluminum contents, Cation Exchange Capacity, and litter thickness. These attributes are determinant for the flora characterizing each phytocommunity.

Keywords: diversity, phytocommunities ecology, plant-soil relationships, soil gradient

RESUMO - (Riqueza, Estrutura e Interações Edáficas de um Gradiente de Restinga da Planície Costeira de Santa Catarina, Brasil). O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a flora e as fitocomunidades de um gradiente de restinga da planície litorânea de Santa Catarina, correlacionando-as com os atributos edáficos. Para o levantamento florístico utilizou-se o “*wide patrolling*”, enquanto a estrutura da comunidade foi determinada pelo método de parcelas. Amostras de solo de cada fisionomia foram coletadas para análise de macronutrientes, matéria orgânica, umidade e espessura da serapilheira. A flora é composta por 319 espécies, entre as quais 244 espécies ocorrem de forma exclusiva nas formações de restinga herbácea (63), restinga arbustiva (32), restinga arbustivo-arbórea (46) e floresta de transição (103). O padrão estrutural de cada formação da restinga estudada foi influenciado por fatores edáficos, como os teores de matéria orgânica, potássio, alumínio, a capacidade de troca catiônica e espessura da serapilheira, sendo esses atributos determinantes da flora característica de cada fitocomunidade.

Palavras-chave: diversidade, ecologia de fitocomunidades, gradiente edáfico, relações planta-solo

Introdução

Pertencente ao domínio da Mata Atlântica, as restingas são formadas por um mosaico de comunidades vegetais florística e fisionomicamente distintas e que ocupam as planícies arenosas de origem fluvio- marinha de idade quaternária, localizadas na costa brasileira (Eiten 1983, Araujo & Henriques 1984, Coutinho 2006, Magnago *et al.* 2010, IBGE 2012). Estão submetidas a condições ambientais extremas, caracterizadas por altas temperaturas, ventos constantes, elevada salinidade e deficiência em nutrientes (Scarano *et al.* 2001, Scarano 2002). Variações fisionômicas são observadas desde a região pós-praia até as áreas mais interiores da planície costeira (Veloso *et al.* 1991, Oliveira-Filho & Carvalho 1993). As formações herbáceas, arbustivas e florestais constituem as principais fisionomias de restinga, baseadas na estrutura da vegetação (Silva & Brites 2005). Sua diversidade biológica é proveniente do Cerrado, da Caatinga e de outros ecossistemas da Mata Atlântica e representada por espécies aclimatadas à faixa litorânea (Freire 1990, Araujo 2000, Alves *et al.* 2007). A riqueza florística e a diversidade funcional das restingas aumentam gradativamente das dunas em direção às formações florestais mais distantes do mar (Fernandes 2006).

As formações de restinga são definidas pela influência marinha e pelas condições de solo (Souza 2004, Sampaio *et al.* 2005). Os solos associados à região pós-praia possuem coloração amarela, pouca impregnação de ácido húmico, baixa disponibilidade de matéria orgânica e capacidade de retenção de água e nutrientes. Já os solos das formações arbóreas são superficialmente brancos, com maior teor de matéria orgânica e maior impregnação de ácidos húmicos (Araujo & Lacerda 1987, Martin *et al.* 1997, Gomes *et al.* 2007, Almeida Jr. *et al.* 2009). Dessa maneira, as espécies das formações mais próximas ao mar são conhecidas por sobreviver em condições severas e bastante limitadas em seu suprimento nutricional (Fernandes 2006).

As comunidades de restinga dependem das condições edáficas (Falkenberg 1999) e exercem uma importante ação sobre a estabilização do substrato nesse ambiente (Assumpção & Nascimento 2000). Apesar de tal dependência, os principais estudos sobre os padrões de diversidade ao longo dos 5.000 km de extensão de restinga no litoral brasileiro (Holzer *et al.* 2004) focam principalmente nos levantamentos florísticos e fitossociológicos (Almeida Jr. *et al.* 2011).

Dos estudos realizados na região sul do Brasil que contribuíram para o conhecimento da diversidade florística ou da organização estrutural das comunidades de restinga, predominam os levantamentos feitos nos estados do Rio Grande do Sul e do Paraná (Silva 1999). Para Santa Catarina, há um menor registro de investigações sobre a vegetação costeira (Reitz 1954, Reitz 1961, Bresolin 1979, Cordazzo & Costa 1989, Danilevicz *et al.* 1990, Souza *et al.* 1992, Castellani *et al.* 1995, Negrelle 1995, Falkenberg 1999, Dorneles & Negrelle 1999, Citadini-Zanette *et al.* 2001, Rogalski & Araújo 2005, Daniel 2006, Guimarães 2006, Negrelle 2006, Klein *et al.* 2007), considerando aproximadamente os 2.000 km² de formações vegetais litorâneas distribuídas ao longo de 460 km de costa do estado (Vibrans *et al.* 2012). No entanto são raros os estudos que investigam o papel determinante das variáveis de solo sobre a estruturação das comunidades de restinga. Pesquisas com esse objetivo foram efetuadas em restingas de outros estados brasileiros, como Espírito Santo (Fabris 1995, Magnago *et al.* 2010), Paraná (Britez 2005, Britez *et al.* 1997), Pernambuco (Almeida Jr. *et al.* 2011), Piauí (Santos-Filho *et al.* 2013), Rio Grande do Sul (Costa *et al.* 2003) e São Paulo (Sztutman & Rodrigues 2002, Guedes *et al.* 2006), e identificaram diferenças estruturais nas comunidades vegetais ao longo da restinga em virtude das variações edáficas.

Considerando o exposto, este estudo teve como objetivo caracterizar a flora e as fitocomunidades de um gradiente de restinga em Santa Catarina, correlacionando com os

atributos edáficos. Também avaliou-se a influência dos nutrientes e da disponibilidade hídrica do solo sobre a estrutura da vegetação ao longo do gradiente de restinga.

Material e métodos

O estudo foi realizado no Parque Estadual do Acaraí, Unidade de Conservação de Proteção Integral do município de São Francisco do Sul, litoral nordeste de Santa Catarina, Brasil (coordenadas de 26°17'S e 48°33'W). Compreende o maior remanescente de restinga em área contínua no estado, sendo classificado como área de prioridade extremamente alta para a conservação da biodiversidade (PROBIO 2003). O clima, fortemente influenciado pela umidade marítima, é mesotérmico sem estação seca definida e com verões quentes (Cfa, segundo a classificação de Köeppen), com índices pluviométricos médios de 1.874 mm ao ano (Knie 2002). Seu relevo caracteriza-se em planície costeira com 6.667 ha de área coberta por formação herbácea (Rh), arbustiva (Ra), arbustivo-arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft) (figura 1), além de outras formações menos representativas, como floresta submonana, várzeas e manguezais (FATMA 2008). Os solos são classificados, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA 2013), como: Neossolo Quartzarênico na formação herbácea, Espodossolo Ferrihumilúvico, de caráter não hidromórfico, nas formações arbustiva e arbustivo-arbórea, e Espodossolo Ferrihumilúvico + Organossolo Háptico, de caráter hidromórfico, na floresta de transição (EPAGRI 2002). Tais classes de solo representam 90,3% da área total do parque, fracionadas em 15,1% de Neossolo Quartzarênico de origem eólica e marinha e 75,2% de Espodossolos de origem eólica. O tipo Espodossolo + Organossolo possui origem lagunar (Oliveira & Vieira 2008).

Para o levantamento qualitativo da flora utilizou-se o “*wide patrolling*” (Filgueiras *et al.* 1994, Ratter *et al.* 2003). O critério de inclusão foi baseado na ocorrência de espermatófitas, excetuando-se epífitas e parasitas. O material botânico amostrado durante dois anos de coleta foi herborizado (Fidalgo & Bononi 1989), identificado e incorporado ao

Herbário Joinvillea da Universidade de Joinville (JOI). Fizeram-se as identificações por comparações nos herbários Dr. Miguel Klein (FURB), JOI, Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM), Universidade Federal do Paraná (UPCB) e por meio de consulta a especialistas. A lista de espécies seguiu as classificações de Judd *et al.* (2008) e APG III (2009), sendo também organizada conforme a ocorrência das espécies nas formações da restinga estudada. Nomes de espécies e respectivos autores foram confirmados na Lista de Espécies da Flora do Brasil (2014).

Para a avaliação da estrutura das formações vegetais utilizou-se o método de parcelas (Felfili *et al.* 2011). Estas foram alocadas ao longo de três transectos perpendiculares à linha de costa e distantes 1,5 km entre si, sendo utilizadas cinco parcelas por formação em cada transecto, dispostas paralelamente à costa. Na formação herbácea (Rh) usaram-se parcelas de 1x1 m (Munhoz & Araújo 2011), distantes 1 m entre si. A cobertura das espécies foi estimada na escala de Causton (1988). Para cada espécie calcularam-se a frequência e cobertura absoluta e relativa e valor de importância. Nas demais formações (Ra, Raa e Ft) utilizaram-se parcelas de 10 x 10 m (Moro & Martins 2011), distantes 10 m entre si. Na formação arbustiva, adotou-se como critério de inclusão o perímetro basal ≥ 5 cm, enquanto nas formações arbustivo-arbórea e florestal o perímetro à altura do peito foi ≥ 10 cm. Para essas formações foram avaliados a frequência, densidade, dominância e valor de importância (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974, Chapman 1976, Matteucci & Colma 1982). Os índices de diversidade de Shannon (H'), com base no logaritmo natural, e de similaridade de Jaccard (Magurran 2013) foram calculados para cada uma das formações estudadas por meio do software Past (Hammer *et al.* 2001).

Para a caracterização nutricional dos solos de restinga, 60 amostras de solo foram coletadas a uma profundidade de 15 cm, sendo realizada uma coleta central por parcela ao longo das três transecções para as quatro formações, conforme EMBRAPA (2013). A cada cinco parcelas, as amostras foram misturadas de forma a se obter uma amostra composta, por

transecto e por formação, totalizando 15 amostras. O Instituto Agronômico de Campinas (IAC) realizou a análise química dos solos para pH, fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al, íons H⁺ e Al³⁺), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e matéria orgânica (MO). A disponibilidade hídrica do solo em cada formação foi estimada pela umidade gravimétrica tomada em 60 amostras de solo (EMBRAPA 2013).

A comparação da similaridade da composição florística associada aos tipos de solo das formações de restinga estudadas foi efetuada por análise de agrupamento no software Past (Hammer *et al.* 2001). Para explicar as diferenças estruturais entre as formações e restinga em função dos fatores edáficos, empregou-se o teste de Mantel e adotou-se o protocolo bioenv (Clarke & Ainsworth 1993). Para tanto, construíram-se duas matrizes, uma incluindo a abundância das espécies e outra com as variáveis de solo. Para visualizar as respostas em relação às interações entre as espécies dentro das comunidades, as parcelas foram ordenadas quanto às variáveis de solo por uma análise de componentes principais (PCA), e a composição das comunidades, por se tratar de um gradiente em pequena escala espacial, por um escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) (Clarke & Ainsworth 1993), sendo esse método particularmente adequado para análise de formações com elevada diversidade beta (De'ath 1999), como observado neste estudo. As espécies que mais caracterizaram as formações estudadas foram definidas pelo método do valor indicador (Dufrene & Legendre 1997). Fizeram-se todas as análises multivariadas em ambiente R versão 3.0 (Crawley 2007).

Resultados e Discussão

Diversidade Florística e Estrutura das Formações – Nas quatro formações estudadas, 319 espécies pertencentes a 215 gêneros e 82 famílias foram identificadas (tabela 1, figura 2). As famílias mais representativas, em número de espécies, foram Asteraceae (35), Fabaceae (30), Myrtaceae (20), Rubiaceae (18) e Poaceae (13). Desse total, 244 espécies ocorreram de forma

exclusiva nas formações vegetais, sendo 63 espécies exclusivas em Rh, 32 em Ra, 46 em Raa e 103 em Ft. As demais espécies foram compartilhadas entre uma ou mais formações. Maior co-ocorrência de espécies foi registrada entre Raa e Ft, com 42,6% de similaridade. Apenas três espécies estiveram presentes em todas as fisionomias de restinga. A diversidade de espécies registrada em cada formação foi sumarizada na tabela 2, assim como as famílias de maior riqueza específica.

Uma nítida diferenciação florística entre as formações de restinga foi revelada pela baixa similaridade de Jaccard (figura 3). Entre Rh e Ra ocorreram apenas 12 espécies em comum, representando 7% das espécies amostradas nessas formações, com índice de similaridade de Jaccard de 0,100. Ra e Raa compartilharam 15 espécies, resultando num índice de similaridade de 0,207, o que representa 8% das espécies amostradas em tais formações, respectivamente. Um total de 32 espécies ocorreu simultaneamente entre Raa e Ft. O índice de similaridade para ambas as formações foi de 0,230, o que contribuiu com 12% do total de espécies nessas áreas, respectivamente. Os valores do índice de diversidade de Shannon mostraram que o ambiente florestal, sobre solo com alto teor de matéria orgânica (MO), é mais diverso (3,29) quando comparado às demais formações (tabela 2). Ao contrário do esperado, o segundo maior índice (2,89) foi observado em Rh sobre Neossolo Quartzarênico. O menor índice foi apresentado pela formação de Ra (2,47), desenvolvida sobre Espodossolo.

As espécies de maior importância na estrutura das comunidades, apesar de apresentarem ranqueamento distinto entre os valores de importância obtidos no levantamento fitossociológico, e os resultados gerados pelo método do valor indicador (indval) foram, na sua maioria, os mesmos (tabelas 3 e 4). Assim, as cinco espécies mais características de cada fisionomia foram: *Smilax campestris*, *Scaevola plumieri*, *Canavalia rosea*, *Stylosanthes viscosa* e *Blutaparon portulacoides* em Rh; *Guapira opposita*, *Myrcia pulchra*, *Norantea brasiliensis*, *Clusia criuva* e *Psidium cattleianum* em Ra; *Ocotea pulchella*, *Pera glabrata*, *Ternstroemia brasiliensis*, *Myrsine venosa* e *Ilex theezans* em Raa; e *Calophyllum brasiliense*,

Alchornea triplinervia, *Nectandra oppositifolia*, *Schinus terebinthifolius* e *Andira fraxinifolia* em Ft.

A riqueza de espécies registrada no presente trabalho, exibida pelo índice de diversidade de Shannon, mostrou-se expressiva quando comparada a outras áreas de restinga estudadas no estado, principalmente para as fisionomias da restinga herbácea (Cordazzo & Costa 1989, Souza *et al.* 1992, Castellani *et al.* 1995, Falkenberg 1999, Daniel 2006, Guimarães 2006, Klein *et al.* 2007) e da restinga arbustiva (Danilevich *et al.* 1990, Korte *et al.* 2013). Os componentes arbustivo-arbóreo e florestal apresentaram riqueza similar quando comparados ao levantamento realizado em área de planície quaternária do município de Volta Velha, SC (Negrelle 2006). De uma maneira geral, a riqueza de espécies aumentou em direção à formação florestal, mas em Ra a baixa diversidade pode decorrer da pequena extensão territorial ocupada por essa fisionomia, além dos fatores edáficos restritivos. As famílias com maior número de espécies (Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae, Rubiaceae e Poaceae) são típicas de outras áreas de restinga dos estados do sul do Brasil (Silva 1990, Santos *et al.* 2012, Korte *et al.* 2013). Entre tais famílias, Myrtaceae e Fabaceae têm elevada riqueza de espécies em áreas de restinga localizadas nas regiões sudeste, nordeste e norte do país (Oliveira-Filho & Carvalho 1993, Pereira *et al.* 2001, Assis *et al.* 2004, Guedes *et al.* 2006, Almeida Jr. & Zickel 2009, Sá & Araujo 2009, Almeida Jr. *et al.* 2011, Dantas *et al.* 2010, Silva *et al.* 2010, Giaretta *et al.* 2013). Myrtaceae e Fabaceae são reconhecidas como umas das principais famílias neotropicais (Gentry 1988) com grande representatividade na vertente costeira da Mata Atlântica (Salimon & Negrelle 2001) e que melhor caracterizam a flora das restingas do Brasil (Klein 1982, Araujo & Henriques 1984). Assim, a área de estudo tem uma das áreas contínuas de restinga mais bem preservadas do estado, com vegetação distribuída em distintas formações e estrutura de comunidades bem demarcadas pelo gradiente edáfico.

As espécies com maior valor de importância em cada formação corroboram os resultados obtidos por outros estudos de estrutura comunitária em restingas de Santa Catarina e de outros estados da costa brasileira (Assumpção & Nascimento 2000, Menezes *et al.* 2012, Korte *et al.* 2013).

Estrutura Edáfica – O teste de Mantel ($r = 0,6$, $p < 0,001$) indicou que há um gradiente edáfico correlacionado com a diversidade e a estrutura das formações de restinga. As variáveis de solo mais relacionadas para explicar as variações nas comunidades são os teores de matéria orgânica (MO), acidez potencial (H + Al) e a espessura da serapilheira.

A análise de componentes principais (PCA) mostrou que os dois primeiros componentes explicaram 89% da variância total dos dados analisados e permitiram a separação das fisionomias de restinga e as suas espécies típicas. As diferenças entre as fisionomias do gradiente de restinga averiguado são mais influenciadas pelas variações nos teores de matéria orgânica (MO), potássio (K), acidez potencial (H + Al), capacidade de troca catiônica (CTC) e espessura da serapilheira, as quais estão positivamente correlacionadas (figura 4, tabela 5). A análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) demonstrou que as formações, apesar de compartilharem algumas espécies, são estruturalmente diferentes entre si (stress = 0,034) (figura 5).

A análise química dos solos de restinga (tabela 5) mostrou que a acidez do solo aumenta gradativamente do cordão arenoso pós-praia (Rh) em direção à floresta de transição (Ft). Assim, o pH é de início moderadamente ácido e finaliza na floresta como extremamente ácido. Relação inversa é expressa pela saturação por bases (V), com valores decrescentes ao longo do gradiente. Os valores de fósforo (P) e potássio (K) disponíveis foram mais elevados em Ft. O teor de fósforo (P) mais baixo foi encontrado no solo de Raa e de potássio (K) no solo de Rh. Os teores de alumínio (íons Al^{3+} em H + Al) foram crescentes ao longo do gradiente. Os valores de sódio (Na) mostraram-se muito elevados na Ft, sendo o maior valor obtido para esse elemento entre as formações examinadas. Já o cálcio (Ca) teve resultado

contrário ao sódio (Na) para todas as fisionomias, com exceção da Raa, que exibiu os menores valores de sódio (Na) e cálcio (Ca). Os teores de matéria orgânica (MO) foram crescentes no sentido Rh - Ft. O mesmo padrão ocorreu com a espessura da serapilheira, o que justifica os valores de matéria orgânica (MO) encontrados ao longo do gradiente. Influenciada pelo teor de matéria orgânica (MO), a capacidade de troca catiônica (CTC) foi efetivamente superior na Ft. Quanto à disponibilidade de água nos solos, representada pela umidade gravimétrica, apenas o solo de Ft, de natureza hidromórfica, apresenta aporte hídrico satisfatório quando comparado ao solo das demais formações.

A análise química do solo evidenciou o caráter oligotrófico dos solos das formações de restinga estudadas, conforme o esperado para as restingas brasileiras (Araujo 1987). Exceção se faz ao solo da formação florestal, que evidenciou comparativamente valores mais elevados para a maior parte dos nutrientes analisados quando comparado às demais formações. As variações edáficas demonstraram, por meio da PCA, haver diferenças significativas entre as formações de restinga, sendo algumas variáveis mais importantes para essa distinção. Assim, o solo tornou-se um fator-chave para a composição florística da vegetação de restinga (Silva 1990), a qual também sofre grande influência pela proximidade do mar e pelo constante déficit hídrico, limitantes, principalmente, à colonização das espécies nas formações imediatas à praia (Daniel 2006), como observado pela menor diversidade na Rh e Ra neste estudo.

O pH ácido do solo na área de estudo representa um fator que pode afetar o estabelecimento das comunidades vegetais (Santos-Filho *et al.* 2013) e reduzir as taxas de decomposição no solo (Silva 1990), o que justifica o maior teor de matéria orgânica (MO) observado no espodossolo hidromórfico na Ft.

Quanto mais ácido o pH, maior será a concentração de alumínio sob a forma de cátion trocável, o qual pode tornar-se tóxico às plantas quando em alta concentração (Silva 1990). A presença de alumínio associada a baixos níveis de cálcio dificulta a absorção de água e a

captura de nutrientes pelas plantas, provocando o desenvolvimento de um sistema radicial superficial (Casagrande 2003), como percebido na vegetação de todas as fisionomias de restinga estudadas. Além disso, o alumínio é responsável por precipitar o fósforo, tornando-o insolúvel no solo, o que pode acarretar o déficit de fósforo nas plantas (Sutcliffe & Baker 1989).

Por outro lado, áreas com maior teor de matéria orgânica são mais propensas ao desenvolvimento de plantas lenhosas, cuja fertilidade associada à disponibilidade de água nos solos determina as diferenças florísticas e estruturais das formações (Silva & Somner 1984, Sztutman & Rodrigues 2002, Cestaro & Soares 2004, Almeida Jr. *et al.* 2009). Os resultados obtidos pela PCA neste estudo suportam tal hipótese, manifestando a forte influência da matéria orgânica (MO) na organização das comunidades de restinga, apesar de a umidade gravimétrica não ter sido responsável pelo arranjo das formações averiguadas. Associado a isso, ocorre o aumento progressivo na espessura da serapilheira ao longo do gradiente de restinga em direção Ft, que representa a matéria orgânica a ser decomposta no sistema para liberação de nutrientes disponíveis no solo.

Os teores de matéria orgânica (MO) mostraram relação proporcional com a capacidade de troca catiônica (CTC), sendo os maiores valores na Ft floresta sobre espodossolo hidromórfico, decrescendo abruptamente ao longo do gradiente em direção ao neossolo quartzarênico na Rh. Em ambientes de restinga, o teor de matéria orgânica é o principal responsável pelo aumento da capacidade de troca catiônica, que, por sua vez, contribui para a retenção de nutrientes no solo (Ruivo *et al.* 2005, Guedes *et al.* 2006). Dessa forma, a CTC representa a capacidade de liberação de nutrientes, propiciando a manutenção da fertilidade do solo por um período prolongado (Ronquim 2010).

O teor de potássio (K) também foi crescente ao longo do gradiente e preditor das diferenças entre as formações de restinga. Tal nutriente exerce grande efeito sobre o metabolismo das plantas e pode influenciar positivamente a produção de matéria seca

(Andrade *et al.* 2010). Em solos com maior concentração de sódio, como visto nos solos da restinga estudada, o potássio pode atenuar os efeitos nocivos causados pela salinidade, reduzindo as taxas de transporte de sódio no xilema e sua acumulação nos órgãos aéreos das plantas (Rodrigues *et al.* 2012).

Resultados semelhantes aos atributos de solo aqui discutidos foram descritos para outras áreas de restinga da costa brasileira, indicando, entre outras variáveis edáficas, a matéria orgânica como fator de grande contribuição na diferenciação da composição de espécies e dos padrões estruturais encontrados (Magnago *et al.* 2010, Almeida Jr. *et al.* 2011, Santos-Filho *et al.* 2013).

O conjunto de informações obtidas no presente trabalho sugere que, das variáveis ambientais aqui consideradas, determinados componentes do solo, com destaque à matéria orgânica (MO), e a espessura da serapilheira tiveram maior influência sobre a distribuição das espécies e o padrão estrutural das comunidades vegetais, explicando as variações observadas entre as formações da restinga estudada.

O conhecimento sobre as influências pedológicas como fatores ambientais condicionantes ao desenvolvimento das comunidades vegetais em ambientes de restinga reforça o pressuposto de que tais comunidades dependem mais da natureza do solo do que do clima. Assim, a diversidade florística da planície litorânea, formada por zonas ecológicas estruturalmente complexas e limitada pelos fatores ambientais estressantes, está aclimatada a esse ambiente peculiar e reveste-se de grande importância biológica. Sob a perspectiva da conservação, torna-se necessário ampliar o esforço de conservação do ambiente de restinga no estado de Santa Catarina, incrementando os estudos em remanescentes ainda não pesquisados como subsídio às políticas de criação de novas áreas para conservação, manejo e restauro da biodiversidade das restingas.

Agradecimentos

Este trabalho teve apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por meio do processo n. 309386/2007-1 da coautora. Agradecemos aos sistematas Anderson Santos de Mello, Rafael Trevisan e Osmar dos Santos Ribas o auxílio na identificação das espécies e ao Prof. André Adrian Padial o suporte nas análises estatísticas.

Literatura citada

- Almeida Jr., E.B. & Zickel, C.S.** 2009. Fisionomia psamófila-reptante: riqueza e composição de espécies na praia da Pipa, Rio Grande do Norte, Brasil. *Pesquisas, Botânica* 60: 289-299.
- Almeida Jr., E.B., Olivo, M.A., Araujo, E.L. & Zickel, C.S.** 2009. Caracterização da vegetação de restinga da RPPN de Maracáipe, Pernambuco, com base na fisionomia, flora, nutrientes do solo e lençol freático. *Acta Botanica Brasilica* 23: 36-48.
- Almeida Jr., E.B., Santos-Filho, F.S., Araújo, E.L. & Zickel, C.S.** 2011. Structural characterization of the woody plants in *restinga* of Brazil. *Journal of Ecology and the Natural Environment* 3: 95-103.
- Alves, R.J.V., Cardin, L. & Kroft, M.S.** 2007. Angiosperm disjunction “campos rupestres-restingas”: a re-avaluation. *Acta Botanica Brasilica* 21: 675-685.
- Andrade, A.C., Fonseca, D.M., Gomide, J.A., Alvarez, V.H., Martins, C.E. & Souza, D.P.H.** 2010. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv.napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29: 1589-1595.
- APG III.** 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Araujo, D.S.D.** 1987. Restingas: síntese dos conhecimentos para a costa sul e sudeste brasileira. *In: Anais do 54º Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira*, São Paulo, pp. 333-337.
- Araujo, D.S.D. & Henriques, R.P.B.** 1984. Análise florística das restingas do estado do Rio de Janeiro. *In: L. D. Lacerda et al.* (eds.). *Restingas: origem, estrutura e processos*. CEUFF, Niterói, pp.159-193.
- Araujo, D.S.D. & Lacerda, L.D.** 1987. A natureza das restingas. *Ciência Hoje* 6: 42-48.
- Araujo, D.S.D.** 2000. Análise florística e fitogeografia das restingas do estado do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- Assis, A.M., Thomaz, L.D. & Pereira, O.J.** 2004. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18: 191-201.
- Assumpção, J. & Nascimento, M.T.** 2000. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/IQUIPARI, São João da Barra, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 14: 301-315.
- Bresolin, A.** 1979. Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina. *Insula* 10: 1-55.
- Britez, R.M.** 2005. Solos. *In*: M.C.M. Marques & R.M. Britez (eds.). História natural e conservação da Ilha do Mel, Paraná. UFPR, Curitiba, pp. 49-84.
- Britez, R.M., Santos Filho, A., Reissmann, C.B., Silva, S.M., Athayde, S.F., Lima, R.X. & Quadros, R.M.B.** 1997. Nutrientes no solo de duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* 21: 625-634.
- Casagrande, J.C.** 2003. Considerações sobre recuperação da fertilidade do solo para áreas degradadas. *In*: Anais do Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas, São Paulo, pp. 92-93.
- Castellani, T.T., Folchini, R. & Scherer, K.Z.** 1995. Variação temporal da vegetação em um trecho de baixada úmida entre dunas, Praia da Joaquina, Florianópolis, SC. *Insula* 24: 37-72.
- Causton, D.R.** 1988. Introduction to vegetation analysis. Unwin Hyman, London.
- Cestaro, L.A. & Soares, J.J.** 2004. Floristic and structural variations, and the phytogeographical relationships of a deciduous forest fragment in Rio Grande do Norte State, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 18: 203-218.
- Chapman, S.B.** 1976. Methods in plant ecology. J.Wiley, New York.
- Citadini-Zanette, V., Santos, R. & Sobral, M.** 2001. Levantamento florístico da vegetação arbustiva-arbórea em área ecotonal entre restinga e floresta ombrófila densa de terras baixas (Praia de Palmas, Governador Celso Ramos, Santa Catarina, Brasil). *Revista Tecnologia e Ambiente* 7: 105-120.
- Clarke, K.R. & Ainsworth, M.** 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series* 92: 205-219.
- Cordazzo, C.V. & Costa, C.S.B.** 1989. Associações vegetais das dunas frontais de Garopaba (SC). *Ciência e Cultura* 41: 906-910.
- Costa, C.S.B., Irgang, B.E., Peixoto, A.R. & Marangoni, J.C.** 2003. Composição florística das formações vegetais sobre uma turfeira topotrófica da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17: 203-212.
- Coutinho, C.L.** 2006. O conceito de bioma. *Acta Botanica Brasilica* 20: 13-23.

- Crawley, M.J.** 2007. The R book. John Wiley & Sons, Chichester.
- Daniel, R.B.** 2006. Florística e fitossociologia da restinga herbáceo-arbustiva do Morro dos Conventos, Araranguá, SC. Dissertação de Mestrado, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.
- Danilevicz, E., Janke, H. & Pankowski, L.H.S.** 1990. Florística e estrutura da comunidade herbácea e arbustiva da praia do Ferrugem, Garopaba, SC. Acta Botanica Brasilica 4: 21-34.
- Dantas, T.V.P., Nascimento-Júnior, J.E., Ribeiro, A.S. & Prata, A.P.N.** 2010. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea das Areias Brancas do Parque Nacional Serra de Itabaiana/Sergipe, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 33: 575-588.
- De'ath G.** 1999. Extended dissimilarity: a method of robust estimation of ecological distances from high beta diversity data. Plant Ecology 144: 191-199.
- Dorneles, L.P.P. & Negrelle, R.R.B.** 1999. Composição florística e estrutura do compartimento herbáceo de um estágio successional avançado da Floresta Atlântica, no sul do Brasil. Biotemas 12: 7-30.
- Dufrene, M. & Legendre, P.** 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs 67: 345-366.
- Eiten, G.** 1983. Classificação da vegetação do Brasil. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasília.
- EMBRAPA.** 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. EMBRAPA, Brasília.
- EPAGRI.** 2002. Mapa de solos: unidade de planejamento regional litoral norte catarinense. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Florianópolis.
- Fabris, L.C.** 1995. Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, município de Guarapari, ES. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- Falkenberg, D.B.** 1999. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. Insula 28: 1-30.
- FATMA.** 2008. Plano de manejo do Parque Estadual do Acaraí. FATMA, Curitiba.
- Felfili, J.M., Eisenlohr, P.V., Melo, M.M.R.F., Andrade, L.A. & Neto, J.A.A.M.** 2011. Fitossociologia no Brasil. UFV, Viçosa.
- Fernandes, A.** 2006. Fitogeografia brasileira: províncias florísticas. Realce, Fortaleza.
- Fidalgo, O. & Bononi, L.R.** 1989. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo.

- Filgueiras, T.S., Nogueira, P.E., Brochado, A.L. & Guala II, G.F.** 1994. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. *Cadernos de Geociências* 12: 39-43.
- Freire, M.S.B.** 1990. Levantamento florístico do Parque Estadual das Dunas de Natal. *Acta Botanica Brasilica* 4: 41-59.
- Gentry, A.** 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.
- Giaretta, A., Menezes, L.F.T. & Pereira, O.J.** 2013. Structure and floristic pattern of a coastal dunes in southeastern Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 27: 87-107.
- Gomes, F.H., Vidal-Torrado, P., Macías, F., Gherard, B. & Perez, X.L.O.** 2007. Solos sob vegetação de restinga na ilha do Cardoso (SP), I – caracterização e classificação. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* 31: 1563-1580.
- Guedes, D., Barbosa, L.M. & Martins, S.E.** 2006. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no município de Bertiooga, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20: 299-311.
- Guimarães, T.B.** 2006. Florística e fenologia reprodutiva de plantas vasculares na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D.** 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1-9.
- Holzer, W., Crichyno, J. & Pires, A.C.** 2004. Sustentabilidade da urbanização em áreas de restinga: uma proposta de avaliação pós-ocupação. *Paisagem Ambiente* 19: 49-66.
- IBGE.** 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. IBGE, São Paulo.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F. & Donoghue, M.J.** 2008. *Plant systematics*. Sinauer, Sunderland.
- Klein, A.S., Citadini-Zanette, V. & Santos, R.** 2007. Florística e estrutura comunitária de restinga herbácea no município de Araranguá, Santa Catarina. *Biotemas* 20: 15-26.
- Klein, R.M.** 1982. A importância sociológica das mirtáceas nas florestas rio-grandenses. In: *Anais do 34º Congresso Brasileiro de Botânica*. Sociedade Botânica do Brasil, Manaus, pp. 367-375.
- Knie, J.L.W. (org.).** 2002. Atlas ambiental da região de Joinville: complexo hídrico da Baía da Babitonga. FATMA/GTZ, Florianópolis.
- Korte, A., Gasper, A.L., Kruger, A., Sevegnani, L.** 2013. Composição florística e estrutura das restingas de Santa Catarina. In: A. C. Vibrans *et al.* (eds.) *Inventário florístico florestal de Santa Catarina: floresta ombrófila densa*. v. 4. Edifurb, Blumenau, pp. 285-309.

- Lista de Espécies da Flora do Brasil.** 2014. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br> (acesso em 01-II-2014).
- Magnago, L.F.S., Martins, S.V., Schaefer, C.E.G.R. & Neri, A.V.** 2010. Gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de restinga no sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24: 734-746.
- Magurran, A.E.** 2013. Medindo a diversidade biológica. UFPR, Curitiba.
- Martin, L., Suguio, K., Dominguez, J.M.L., Flexor, J.M.** 1997. Geologia do quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. CPRM/FAPESP, Belo Horizonte.
- Matteucci, S.D. & Colma, A.** 1982. Metodologia para el estudio de la vegetación. General Secretariat of the Organization of American States, Washington.
- Menezes, C.M., Espinheira, M.J.C.L., Dias, F.J.K. & Silva, V.I.S.** 2012. Composição florística e fitossociologia de trechos da vegetação praias dos litorais norte e sul do estado da Bahia. *Revista Biociências* 18: 35-41.
- Moro, M.F. & Martins, F.R.** 2011. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. *In: J. M. Felfili et al. (eds.). Fitossociologia no Brasil.* UFV, Viçosa, pp.174-212.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. J. Wiley and Sons, New York.
- Munhoz, C.B.R. & Araújo, G.M.** 2011. Métodos de amostragem do estrato herbáceo-subarbustivo. *In: J. M. Felfili et al. (eds.). Fitossociologia no Brasil.* UFV, Viçosa, pp.213-232.
- Negrelle, R.R.B.** 1995. Composição florística, estrutura fitossociológica e dinâmica de regeneração da Floresta Atlântica na Reserva Volta Velha, município de Itapoá, SC. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Negrelle, R.R.B.** 2006. Composição florística e estrutura vertical de um trecho de floresta ombrófila densa de planície quaternária. *Hoehnea* 33: 261-289.
- Oliveira, F.A. & Vieira, C.V.** 2008. Proposal of semi-detailed geomorphological map of northeastern Santa Catarina State, Brazil. *In: Annals of International Meeting and Field Trip Environmental Analysis and Geomorphological Mapping for a Sustainable Development,* Roma, pp. 13-15.
- Oliveira-Filho, A.T. & Carvalho, D.A.** 1993. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. *Revista Brasileira de Botânica* 16: 115-130.
- Pereira, M.C.A., Araujo, D.S.D. & Pereira, O.J.** 2001. Structure of a scrub community of *restinga* of Barra de Marica – RJ, Rio de Janeiro – Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 24: 237-281.

- PROBIO.** 2003. Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. MMA, Brasília.
- Ratter, J.A., Bridgewater, S. & Ribeiro, J.F.** 2003. Analysis of floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Journal of Botany* 60: 57-109.
- Reitz, R.** 1954. A vegetação de Laguna. *Sellowia* 6: 243-258.
- Reitz, R.** 1961. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. *Sellowia* 13: 17-111.
- Rodrigues, C.R.F., Silveira, J.A.G., Silva, E.N., Dutra, A.T.B. & Viégas, R.A.** 2012. Transporte e distribuição de potássio atenuam os efeitos tóxicos do sódio em plantas jovens de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 36: 223-232.
- Rogalski, L.D. & Araújo, A.C.** 2005. Flórua da Ilha de Moleques do sul, Santa Catarina, Brasil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology* 9: 45-48.
- Ronquim, C.S.** 2010. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. EMBRAPA, Campinas.
- Ruivo, M.L.P., Amaral, I.G., Faro, M.P.S., Ribeiro, E.L.C., Guedes, A.L.S. & Santos, M.M.L.S.** 2005. Caracterização química da manta orgânica e da matéria orgânica leve em diferentes tipos de solo em uma topossequência na ilha de Algodão/Maiandeuá, PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais* 1: 227-234.
- Sá, C.F.C. & Araujo, D.S.D.** 2009. Estrutura e florística de uma floresta de restinga em Ipitangas, Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 60: 147-170.
- Salimon, C.I. & Negrelle, R.R.B.** 2001. Natural regeneration in a quaternary coastal plain in Southern Brazilian Atlantic rain forest. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 44: 155-163.
- Sampaio, D., Souza, V.C., Oliveira, A.A., Paul-Souza, J. & Rodrigues, R.R.** 2005. Árvores da restinga: guia ilustrado para a identificação de espécies da Ilha do Cardoso. Neotrópica, São Paulo.
- Santos, R., Silva, R.C., Pacheco, D., Martins, R. & Citadini-Zanette, V.** 2012. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de mata de restinga arenosa no Parque Estadual de Itapeva, Rio Grande do Sul. *Revista Árvore* 36: 1047-1059.
- Santos-Filho, F.S., Almeida Jr., E.B. & Zickel, C.S.** 2013. Do edaphic aspects alter vegetation structures in the Brazilian *restinga*? *Acta Botanica Brasilica* 27: 613-623.
- Scarano, F.R.** 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful Habitats to the Brazilian Atlantic rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524.
- Scarano, F.R., Duarte, H.M., Ribeiro, K.T., Rodrigues, P.J.F.P., Barcellos, E.M.B., Franco, A.C., Brulfert, J., Deleães, E. & Luëttge, U.** 2001. Four sites with contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form

diversity, and geographical distribution to ecophysiological parameters. *Botanical Journal of the Linnean Society* 136: 345-364.

- Silva, J.G. & Somner, G.V.** 1984. The vegetation of the *restinga* at Barra de Marica, RJ. *In*: L. D. Lacerda *et al.* (eds.). *Restingas: origem, estrutura e processos*. CEUFF, Niterói, pp. 217-225.
- Silva, R.M., Mehlig, U., Santos, J.U.M. & Menezes, M.P.M.** 2010. The coastal *restinga* vegetation of Pará, Brazilian Amazon: a synthesis. *Revista Brasileira de Botânica* 33: 563-573.
- Silva, S.M.** 1990. Composição florística e fitossociologia de um trecho de floresta de restinga na Ilha do Mel, município de Paranaguá. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Silva, S.M.** 1999. Diagnósticos das restingas do Brasil. *In*: Anais do Workshop de Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha, Porto Seguro, p. 30.
- Silva, S.M. & Britez, R.M.** 2005. A vegetação da planície costeira. *In*: M. C. M. Marques & R. M. Britez (eds.). *História natural e conservação da Ilha do Mel*. UFPR, Curitiba, pp.49-84.
- Souza, M.T.R.** 2004. O litoral brasileiro. *Revista de Cultura do IMAE* 5: 63-67.
- Souza, M.L.E.R., Falkenberg, D.B., Amaral, L.G., Fronza, M., Araújo, A.C. & Sã, M.R.** 1992. Vegetação do pontal da Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. I. levantamento florístico e mapa fitogeográfico. *Insula* 21: 87-117.
- Sutcliffe, J.F. & Baker, D.A.** 1989. *As plantas e os sais minerais*. EPU, São Paulo.
- Sztutman, M. & Rodrigues, R.R.** 2002. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual de Campina do Encantado, Pariqueira-Açu, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 161-176.
- Veloso, H.P., Rangel-Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A.** 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE/DERMA, Rio de Janeiro.
- Vibrans, A.C., Sevegnani, L., Gasper, A.L., Lingner, D.V.** (orgs.). 2012. Inventário florístico florestal de Santa Catarina: diversidade e conservação dos remanescentes florestais. Edifurb, Blumenau. v.1.

Tabela 1. Espécies amostradas nas formações da restinga do Parque Estadual do Acaará, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. As formas de vida (Fv) são: erva (e), subarbusto (sa), arbusto (ab), arvoreta (at), árvore (av) e liana (l). As formações são: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft). N° Col: número do coletor.

Table 1. Species sampled in the *restinga* vegetation of the Acaará State Park, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brazil. Life forms (Fv) are: herb (e), subshrub (sa), shrub (ab), small tree (at), tree (av) and liana (l). The vegetation are: Herb *restinga* (Rh), Shrub *restinga* (Ra), Shrub-tree *restinga* (Raa), and Transition forest (Ft). N° Col: collector number.

Família / Espécie	N° Col. (JCMelo)	Nome popular	Fv	Formações			
				Rh	Ra	Raa	Ft
Acanthaceae							
<i>Justicia brasiliiana</i> Roth	1070	justicia-vermelha	ab			x	
Aizoaceae							
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	1034	brede-da-praia	e	x			
Amaranthaceae							
<i>Alternanthera littoralis</i> P.Beauv.	1208		e	x			
<i>Amaranthus lividus</i> L.	1271	caruru-de-folha-cuia	e				x
<i>Blutaparon portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears	1004	capotiraguá	e	x			
<i>Chenopodium retusum</i> (Moq.) Moq.	1149	pega-pinto	e	x			
<i>Chenopodium</i> sp.	1002		e	x			
Amarylidaceae							
<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.	1272		e				x
Anacardiaceae							
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	1055	aroeira-vermelha	av		x	x	x
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1273	pau-pombo	av				x
Annonaceae							
<i>Annona glabra</i> L.	1274	cortiça-do-brejo	av				x
<i>Annona neosericea</i> H.Rainer	1184	araticum	av				x
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	1275	araticum	av				x
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.Hill.	1276	pindavuna	av				x
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	1156	embiú	av			x	x
Apiaceae							
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	1041	centelha	e	x			
<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Britton P.Wilson	1209	aipo-bravo	e	x			
Apocynaceae							
<i>Gonioanthea hilariana</i> (E. Fourn.) Malme	1277		l				x
<i>Oxypetalum tomentosum</i> Wight ex Hook. & Arn.	1008	cipó-de-leite	e	x			
<i>Prestonia coalita</i> (Vell.) Woodson	1210		l			x	
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	1278	leiteiro-de-vaca	av				x
<i>Temnadenia stellaris</i> (Lindl.) Miers	1279	cipó-de-leite	l				x
Aquifoliaceae							
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	1237	caúna-da-serra	at			x	x
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	1238	erva-piriquita	at			x	

“continua”

“Tabela 1 (continuação)”

Família / Espécie	N° Col.	Nome popular	Fv	Formações
-------------------	---------	--------------	----	-----------

(JCMelo)

				Rh	Ra	Raa	Ft
<i>Ilex pseudobuxus</i> Reissek	1116	caúna-branca	at			x	
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	1073	caúna-preta	ab		x	x	x
Araceae							
<i>Anthurium</i> sp.	1280	antúrio	e				x
Araliaceae							
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	1011	erva-capitão	e	x			
<i>Oreopanax capitatus</i> (Jacq.) Decne. & Planch.	1211		av				x
Areceaceae							
<i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret	1281	indaiá	av				x
<i>Bactris setosa</i> Mart.	1196	tucum	ab			x	x
<i>Butia catarinensis</i> Noblick & Lorenzi	1198	butiá	at		x	x	x
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	1282	palmito-juçara	av				x
<i>Geonoma elegans</i> Mart.	1239	ouricanga	ab			x	x
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	1202	aricanga	ab				x
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	1197	jerivá	av			x	x
Aristolochiaceae							
<i>Aristolochia trilobata</i> L.	1350	milhomem	l			x	
Asteraceae							
<i>Achyrocline alata</i> DC.	1225	marcela marcela-do-	e	x	x		
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	1212	campo	e	x			
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	1213	mentrasto	e	x			
<i>Austroeupatorium inulaefolium</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	1351	erva-de-embira	sa			x	
<i>Austroeupatorium picturatum</i> (Malme) R.M.King & H. Rob.	1111	erva-de-embira	ab			x	
<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	1352	carqueja	sa	x			
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	1035	alecrim-do-campo	ab		x	x	
<i>Baccharis illinita</i> DC.	1219	carqueja	sa		x		
<i>Baccharis junciformis</i> DC.	1220	vassoura	ab		x		
<i>Baccharis microdonta</i> DC.	1082	vassoura-branca	ab			x	
<i>Baccharis singularis</i> (Vell.) G.M. Barroso	1063	vassoura	ab		x	x	
<i>Baccharis sphenophylla</i> Dusén ex Malme	1058	vassoura	ab		x		
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	1283	carqueja	sa				x
<i>Bidens alba</i> (L.) DC.	1087	picão	e	x			
<i>Conyza primulifolia</i> (Lam.) Cuatrec. & Lourteig	1353	buva	sa	x			
<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H.Rob.	1014	erva-preá	sa	x	x		
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	1191	pincel	e		x		
<i>Eupatorium laevigatum</i> Lam.	1139	cambará-falso	ab		x	x	
<i>Eupatorium littorale</i> Cabrera	1221	eupatório	ab		x		
<i>Gamochoaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	1006	macelinha	e	x			
<i>Hieracium commersonii</i> Monnier	1214		e	x			
<i>Mikania cordifolia</i> (L. f.) Willd.	1240	guaco	l			x	
<i>Mikania involucreta</i> Hook. & Arn.	1030	guaco	l			x	
<i>Mikania laevigata</i> Sch. Bip. ex Baker	1241	guaco	l			x	
<i>Mikania paniculata</i> DC.	1242	guaco	l			x	

"continua"

"Tabela 1 (continuação)"

Família / Espécie

Nº Col.

Nome popular

Fv

Formações

(JCMelo)

			Rh	Ra	Raa	Ft
<i>Mikania trinervis</i> Hook. & Arn.	1243		l		x	
<i>Noticastrum calvatum</i> (Baker) Cuatrec.	1353		sa	x		
<i>Pterocaulon lorentzii</i> Malme	1033		sa	x		
<i>Pterocaulon polypterum</i> (DC.) Cabrera	1046		sa		x	
<i>Senecio crassiflorus</i> (Poir.) DC.	1037	margarida-da-praia	e	x		
<i>Solidago chilensis</i> Meyen	1124	arnica	e		x	
<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	1222	vedélia	e		x	
<i>Symphopappus casarettoi</i> B.L. Rob.	1016	vassoura-do-campo	ab	x	x	x
<i>Symphopappus reitzii</i> (Cabrera) R.M.King & H.Rob.	1223	vassoura	ab		x	
<i>Vernonanthura puberula</i> (Less.) H. Rob.	1203	vassoura	ab		x	
Begoniaceae						
<i>Begonia cucullata</i> Willd.	1287	begônia-do-brejo	e			x
Bignoniaceae						
<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G.Lohmann	1285	cipó-de-gato	l			x
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	1286	ipê-amarelo	av			x
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	1354	caroba	av			x
Bixaceae						
<i>Bixa orellana</i> L.	1284	urucum	av			x
Boraginaceae						
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	1291	louro-mole	av			x
<i>Varronia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	1013	erva-baleeira	ab	x	x	x
Bromeliaceae						
<i>Aechmea gamossepala</i> Wittm.	1100	bromélia	e		x	
<i>Aechmea ornata</i> Baker	1224	bromélia	e		x	
<i>Ananas fritzmuelleri</i> Camargo	1225	ananás	e		x	x
<i>Bromelia antiacantha</i> Bertol.	1226	brimélia	e		x	
<i>Dyckia maritima</i> Baker	1215	gravatá	e	x	x	
<i>Neoregelia laevis</i> (Mez) L.B.Sm.	1244	bromélia	e			x
<i>Nidularium innocentii</i> Lem.	1245	bromélia	e			x
<i>Nidularium procerum</i> Lindm.	1246	bromélia	e			x
Cactaceae						
<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) salm-Dyck	1227	palma	e		x	
<i>Opuntia arechavaletai</i> Speg.	1228	palma	ab		x	x
<i>Opuntia monacantha</i> Haw.	1192	palma	ab	x	x	
Calophyllaceae						
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	1072	olandi	av			x
Calyceraceae						
<i>Acicarpha bonariensis</i> (Pers.) Herter	1012	roseta-de-espinho	e	x		
<i>Calycera crassifolia</i> (Miers.) Hicken	1089		e	x		
Cannaceae						
<i>Canna indica</i> L.	1288		e			x
Capparaceae						
"continua"						
"Tabela 1 (continuação)"						

Família / Espécie Nº Col. (JCMelo) Nome popular Fv Formações

				Rh	Ra	Raa	Ft
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	1289	feijão-bravo	ab				x
Caryophyllaceae							
<i>Cardionema ramosissima</i> (Weinm.) A.Nelson & J. F. Macbr.	1024	roseta	e	x			
Celastraceae							
<i>Maytenus robusta</i> Reissek	1117	cafezinho-do-mato	ab			x	
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.	1128	cafezinho-do-mato	at			x	x
Chrysobalanaceae							
<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	1290	cinzeiro	av				x
Clethraceae							
<i>Clethra scabra</i> Pers.	1059	carne-de-vaca	ab		x	x	x
Clusiaceae							
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	1078	mangue-de-formiga	ab		x	x	x
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	1247	bacopari	av			x	x
Commelinaceae							
<i>Commelina erecta</i> L.	1093	trapoeraba	e		x		
<i>Commelina</i> sp.	1248	trapoerada	e			x	
Convolvulaceae							
<i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb.	1003	cipó-da-praia	e	x			
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	1032	pé-de-cabra	e	x			
Cyperaceae							
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	1029	tiririca	e	x			
<i>Cyperus chalaranthus</i> J. Presl & C.Presl	1151	tiririca	e		x		
<i>Cyperus ligularis</i> L.	1052	tiririca	e	x			
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz.	1150	tiririca	e		x		
<i>Eleocharis geniculata</i> Roem. & Schult.	1130		e				x
<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br.	1020	capim pinheirinho-da-praia	e	x			
<i>Remirea maritima</i> Aubl.	1015		e	x			
<i>Rhynchospora brasiliensis</i> Boeckeler	1129		e		x		
<i>Scleria hirtella</i> Sw.	1295	junco-de-cobra	e				x
Dilleniaceae							
<i>Davilla rugosa</i> Poir.	1300	cipó-caboclo	l				x
<i>Tetracera sellowiana</i> Schltld.	1249	cipó-vermelho	l			x	
Dioscoreaceae							
<i>Dioscorea laxiflora</i> Mart. ex Griseb.	1205	cará	l			x	
Elaeocarpaceae							
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	1297	laranjeira-do-mato	at				x
<i>Sloanea lasiocoma</i> K. Schum.	1292	sapopema	av				x
Ericaceae							
<i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn.	1230	camarinha	ab		x	x	
Erythroxylaceae							
"continua"							
"Tabela 1 (continuação)"							

Família / Espécie	Nº Col. (JCMelo)	Nome popular	Fv	Formações			
				Rh	Ra	Raa	Ft

<i>Erythroxylum amplifolium</i> (Mart.) O. E. Schulz	1083	cocão	at	x	x		
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart	1146	caga-fede	ab	x			
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	1250	cocão	at		x		
Euphorbiaceae							
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	1293	tanheiro	av				x
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	1164	tanheiro	av		x		x
<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray	1187		e				x
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	1087	erva-de-andorinha	e	x			
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	1251	branquilha granxuma-de-	at			x	
<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.	1091	chifre	e	x			
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1294	pau-leiteiro	av				X
Fabaceae							
<i>Abarema langsdorffii</i> (Benth.) Barneby & J. W. Grimes	1077	olho-de-cabra árvore-de-	av			x	
<i>Andira anthermia</i> (Vell.) Benth.	1079	morcego	av			x	
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	1126	árvore-doce	av			x	x
<i>Balizia pedicelaris</i> (DC.) Barneby & J. W. Grimes	1109	timboúva	av			x	
<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	1000	feijão-da-praia	e	x			
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	1007	feijão-bravo	l	x			
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	1026	peninha	e	x			
<i>Clitoria falcata</i> Lam.	1106	feijão-do-mato marmeleiro-da-	as		x		
<i>Dalbergia ecastaphyllum</i> (L.) Taub.	1048	praia	as		x		
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	1048		av				x
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	1028	pega-pega	e	x	x		
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	1047	pega-pega carrapicho-beiço-	e	x			
<i>Desmodium incanum</i> DC.	1040	de-boi	e	x	x		
<i>Dioclea wilsonii</i> Standl.	1195	olho-de-boi	l				x
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	1296	corticeira	av				x
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	1301	mulungu	av				x
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	1231	anileiro	ab		x		
<i>Inga marginata</i> Willd.	1200	ingá-mirim	av				x
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	1118	ingá	av			x	x
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	1140	embira-branca	ab		x		
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	1298	silva	ab				x
<i>Ormosia arborea</i> Harms	1252	olho-de-cabra	av			x	
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	1304	guarapuvu	av				x
<i>Senna bicapsularis</i> (L.) Roxb.	1110	fedegoso	av			x	
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H. S. Irwin & Barneby	1299	pau-fava	av				x
<i>Senna pendula</i> (Humb.& Bonpl. ex Willd.) H. S. Irwin & Barneby	1142	aleluia	ab		x		
<i>Sophora tomentosa</i> L.	1121	feijão-da-praia	at		x	x	
<i>Stylosanthes viscosa</i> (L.) Sw.	1021	vissitudo	as	x			

“continua”

“Tabela 1 (continuação)”

Família / Espécie	Nº Col. (JCMelo)	Nome popular	Fv	Formações			
				Rh	Ra	Raa	Ft

<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel	1172	falsa-espinheira-santa	av				x
<i>Zornia latifolia</i> Sm.	1188	zórnia	sa		x	x	
Goodeniaceae							
<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl	1101	mangue-da-praia	sa	x			
Iridaceae							
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	1314	canchalágua	e				x
Juncaceae							
<i>Juncus marginatus</i> Rostk.	1317	junco	e				x
<i>Juncus</i> sp.	1302	junco	e	x			
Lauraceae							
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	1253	canela-anhuíba	av			x	
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	1355	canela-branca	av				x
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart. ex Nees	1101	canela-garuva	av			x	x
<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	1356	louro-fofo	av				x
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	1085	canela-do-brejo	ab		x	x	x
Loganiaceae							
<i>Strychnos trinervis</i> (Vell.) Mart.	1357	cipó-cruzeiro	l			x	
Malpighiaceae							
<i>Bunchosia pallescens</i> Skottsbo.	1185		av				x
<i>Byrsonima ligustrifolia</i> A. Juss.	1306	baga-de-tucano	av				x
<i>Heteropterys aenea</i> Griseb	1167		l		x	x	
<i>Heteropterys nitida</i> (Lam.) DC.	1312		l				x
<i>Stigmaphyllon affine</i> A. Juss.	1096		e		x		
<i>Tetrapterys phlomoides</i> (Spreng.) Nied.	1311		l				x
Malvaceae							
<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	1194	algodoeiro-da-praia	ab		x		
<i>Pavonia</i> sp.1	1102		sa	x			
<i>Pavonia</i> sp.2	1122		sa		x		
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	1358	embiruçu	av				x
<i>Sida carpinifolia</i> L.	1068	mata-pasto	sa	x	x		
<i>Waltheria indica</i> L.	1307	douradinha	e	x			
Marantaceae							
<i>Calathea monophylla</i> (Vell.) Körn.	1206	caeté	e			x	x
<i>Stromanthe tonckat</i> (Aubl.) Eichler	1303	pariquera-açu	e				x
Marcgraviaceae							
<i>Norantea brasiliensis</i> Choisy	1087	cachimbeira	ab		x		
Melastomataceae							
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	1232	pixirica	ab		x		
<i>Leandra fragilis</i> Cogn.	1233		sa		x		
<i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne	1253	pixirica	av			x	
<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin	1071	pixirica	at			x	x
<i>Tibouchina clavata</i> (Pers.) Wurdack	1027	orelha-de-onça	sa	x	x		

“continua”

“Tabela 1 (continuação)”

Família / Espécie	Nº Col. (JCMelo)	Nome popular	Fv	Formações			
				Rh	Ra	Raa	Ft
<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	1305	jacatirão	av				x

<i>Tibouchina tricopoda</i> (DC.) Baill.	1254	quaresmeira	av		x		
<i>Tibouchina</i> sp.	1359		av		x	x	
Meliaceae							
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1207	cedro	av				x
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	1255	bago-de-cachorro	av		x	x	
<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	1360	catiguá-vermelho	av				x
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	1256	catiguá-morcego	av		x		
Menyanthaceae							
<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze	1095	ninfeia	e	x			
Molluginaceae							
<i>Mollugo verticillata</i> L.	1103	capim-tapete	e	x			
Monimiaceae							
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	1257	erva-santa	at		x	x	
<i>Mollinedia fruticulosa</i> Perkins	1319	erva-santa	at		x		
Moraceae							
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott ex Spreng.	1258	gameleira	av				x
<i>Ficus citrifolia</i> Mill.	1320	figueira	av				x
<i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.	1336	figueira	av				x
<i>Ficus insipida</i> Willd.	1065	figueira-branca	av		x	x	
<i>Ficus luschnathiana</i> Miq.	1108	figueira-do-mato	av		x	x	
		figueira-da-folha-					
	1327	miúda	av				x
<i>Ficus organensis</i> (Miq.) Miq.	1259	mata-pau	av		x	x	
<i>Ficus pertusa</i> L. f.	1260	gameleira	av		x		
<i>Ficus trigona</i> L. f.	1335	taiuva	av				x
<i>Maclura tinctoria</i> Gaudich.		falsa-espinheira-					
	1361	santa	av		x	x	
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.							
Myrtaceae							
<i>Calyptanthes strigipes</i> O.Berg	1308	araçazinho	ab				x
<i>Eugenia brevistyla</i> D.Legrand	1328		ab				x
<i>Eugenia catharinae</i> O. Berg	1165	guamirim	ab		x		
<i>Eugenia multicostata</i> D.Legrand	1234	pau-alazão	ab	x			
<i>Eugenia nutans</i> O.Berg	1330	camboim	ab				x
<i>Eugenia stigmatica</i> DC.	1261		ab		x	x	
<i>Eugenia sulcata</i> Spring ex Mart.	1154	batinga	av				x
<i>Eugenia uniflora</i> L.	1332	pitanga	ab				x
<i>Marlierea excoriata</i> Mart.	1310		av				x
<i>Marlierea reitzii</i> D. Legrand	1162	guamirim-fueiro	av				x
<i>Marlierea tomentosa</i> Cambess.	1309		av				x
<i>Myrcia brasiliensis</i> Kiaersk.	1113		av		x		
<i>Myrcia ilheosensis</i> Kiaersk.	1120		at				x
<i>Myrcia palustris</i> DC.	1132	guamirim	at		x		
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	1060		ab	x	x		
“continua”							
“Tabela 1 (continuação)”							
	Nº Col.						
Família / Espécie	(JCMelo)	Nome popular	Fv	Formações			
				Rh	Ra	Raa	Ft
<i>Myrcia racemosa</i> (O.Berg) Kiaersk.	1199		at				x
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	1313	cambuí	at				x

<i>Myrcia tijuensis</i> Kiaersk.	1262		ab		x	x
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	1324	pau-pelado	av			x
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	1076	araçá	ab	x	x	x
Nyctaginaceae						
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	1322	maria-mole	ab			x
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	1098	maria-mole	ab	x	x	x
Ochnaceae						
<i>Ouratea salicifolia</i> (A.St.-Hil. & Tul.) Engl.	1161		av		x	
Olacaceae						
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	1315	casca-de-tatu	ab			x
Onagraceae						
<i>Ludwigia multinervia</i> (Hook. & Arn.) Ramamoorthy	1235	cruz-de-malta	ab	x		
Orchidaceae						
<i>Cyrtopodium flavum</i> Link & Otto ex Rchb.f.	1236		e	x	x	x
<i>Epidendrum fulgens</i> Brongn.	1019	orquídea-da-praia	e	x	x	
<i>Liparis nervosa</i> (Thunb.) Lindl.	1331	orquídea	e			x
<i>Mesadenella cuspidata</i> (Lindl.) Garay	1262	orquídea	e		x	x
<i>Vanilla chamissonis</i> Klotzsch	1193	baunilha	e		x	
Orobanchaceae						
<i>Agalinis communis</i> (Cham. & Schltld.) D'Arcy	1066		e	x		
Pentaphragaceae						
<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	1074	pinta-noiva	ab		x	x
Peraceae						
<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill.	1152	coração-de-bugre	ab	x	x	x
Phyllanthaceae						
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	1316	licurana	av			x
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	1321	erva-pombinha	e	x		
Piperaceae						
<i>Peperomia pereskiaefolia</i> (Jacq.) Kunth	1044		e	x		
<i>Piper hispidum</i> Sw.	1105	pimenta-de-macaco	ab		x	x
<i>Piper mosenii</i> C.DC.	1333		ab			x
<i>Piper solmsianum</i> C. DC.	1341		ab			x
<i>Piper umbellatum</i> L.	1334	pariparoba	sa			x
<i>Piper</i> sp.	1131		ab			x
Plantaginaceae						
<i>Achetaria ocymoides</i> (Cham. & Schltld.) Wettst.	1094	bacopa	e	x		
<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	1009	tansagem	e	x		
Poaceae						
<i>Andropogon arenarius</i> Hack.	1042	capim-da-praia	e	x		
<i>Andropogon bicornis</i> L.	1051	capim-rabo-de-burro	e	x		
“continua”						
“Tabela 1 (continuação)”						
	Nº Col.				Formações	
Família / Espécie	(JCMelo)	Nome popular	Fv	Rh	Ra	Raa Ft
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	1010	capim-roseta	e	x		
<i>Eragrostis trichocolea</i> Arechav.	1122	capim	e	x		
<i>Eragrostis</i> sp.	1049	capim	e	x		

<i>Eustachys retusa</i> (Lag.) Kunth	1053	capim	e	x			
<i>Panicum racemosum</i> (P. Beauv.) Spreng.	1005	capim-das-dunas	e	x			
<i>Panicum</i> sp.	1216	capim	e	x			
<i>Paspalum pumilum</i> Nees	1217	capim	e	x			
<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	1039	arame-da-praia	e	x			
<i>Spartina ciliata</i> Brongn.	1104	capim-da-praia	e	x			
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	1104	capim	e	x			
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	1050	grama-santo-agostinho	e	x	x		
Podocarpaceae							
<i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch ex Endl.	1318	pinheiro-bravo	av				x
Polygalaceae							
<i>Polygala cyparissias</i> A.St.-Hil. & Moq.	1036	gelol-da-praia	e	x			
<i>Polygala paniculata</i> L.	1218	barba-de-são-joão	e	x			
Portulacaceae							
<i>Portulaca oleracea</i> L.	1031	capanga	e	x			
Primulaceae							
<i>Myrsine gardneriana</i> A. DC.	1263	capororoca	ab			x	
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	1099	capororoca	ab		x	x	
<i>Myrsine parvifolia</i> A. DC.	1145	capororoca	ab		x		
<i>Myrsine rubra</i> M.F.Freitas & Kin.-Gouv.	1339	capororoca	ab				x
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	1064	capororoca	av		x	x	
<i>Myrsine venosa</i> A.DC.	1129	capororoca	av		x	x	x
Rosaceae							
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	1362	pessegueiro-bravo	av			x	
Rubiaceae							
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	1323	carvoeiro	at				x
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult. F.	1204		at			x	
<i>Bathysa australis</i> (A. St.-Hil.) K. Schum.	1329	macuqueiro	av				x
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	1062	purga-preta	ab		x	x	x
<i>Coccocypselum condalia</i> Pers.	1157	erva-de-rato	e				x
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	1340	erva-de-rato	e				x
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	1347	marmeladinha	ab				x
<i>Diodella apiculata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete	1022	engana-bobo	e	x			
<i>Diodella radula</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete	1023	erva-de-lagarto	e	x			
<i>Margaritopsis cymuligera</i> (Müll. Arg.) C. M. Taylor	1264		ab			x	
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	1136		ab			x	x
<i>Psychotria hoffmannseggiana</i> (Willd. ex Schult.) Müll. Arg.	1133		ab				x
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltdl.	1325		ab			x	x
<i>Psychotria nemorosa</i> Gardner	1265		ab				x

“continua”

“Tabela 1 (continuação)”

Família / Espécie	Nº Col. (JCMelo)	Nome popular	Fv	Formações			
				Rh	Ra	Raa	Ft
<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltdl.) Wawra	1326	erva-de-rato	ab				x
<i>Psychotria suterella</i> Müll. Arg.	1338		ab				x
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	1169	poaia	e	x	x		
<i>Rudgea coriacea</i> (Spreng.) K.Schum.	1155		av				x

Rutaceae									
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	1342	pau-de-cutia	av						x
Salicaceae									
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1168	cafezeiro	av					x	x
Sapindaceae									
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	1348	camboatá vassoura-	av						x
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	1054	vermelha	av	x	x		x		x
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	1201	camboatá-branco	av						x
<i>Matayba intermedia</i> Radlk.	1363		av						x
<i>Paullinia trigonia</i> Vell.	1266	tingui-cipó	l					x	x
Sapotaceae									
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	1343	mata-olho	av						x
<i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.	1349		av						x
<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard.	1267	maçaranduba	av					x	
<i>Pouteria beaurepairei</i> (Glaz. & Raunk.) Baehni	1114	batatás	av					x	
<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	1344		av						x
Simaroubaceae									
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	1268	cedrinho	av					x	
Smilacaceae									
<i>Smilax campestris</i> Griseb.	1018	salsaparrilha	e	x	x				
Solanaceae									
<i>Solanum inaequale</i> Vell.	1269	cuvira	ab					x	x
<i>Solanum pseudodaphnopsis</i> L.A.Mentz & Stehmann	1158		ab						x
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	1138	quina	ab				x		
Urticaceae									
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1345	embaúba	av						x
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	1270	figueirinha	av					x	x
Verbenaceae									
<i>Aegiphila fluminensis</i> Vell.	1346		ab						x
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	1337	tucaneira	av						x
<i>Lantana camara</i> L.	1067	camará	sa				x	x	x

Tabela 2. Comparação entre as diferentes classes de solo em relação à riqueza de espécies vegetais, famílias mais representativas e índice de diversidade de Shannon (H') das formações da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Brasil. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft).

Table 2. Comparison of different types of soil in relation to plant species richness, most representative families and Shannon diversity index (H') of the *restinga* vegetation of the Acaraí State Park, São Francisco do Sul, Brazil. Legend: Herb *restinga* (Rh), Shrub *restinga* (Ra), Shrub-tree *restinga* (Raa), and Transition forest (Ft).

Formação	Classe de solo	N.º famílias	N.º gêneros	N.º espécies	Famílias (N.º espécies)	H'
Rh	Neossolo Quartzarênico	31	65	77	Asteraceae e Poaceae (13), Fabaceae (7), Amaranthaceae e Cyperaceae (4)	2,89
Ra	Espodossolo Ferrihumilúvico (não hidromórfico)	32	62	76	Asteraceae (16), Fabaceae (9), Bromeliaceae (5), Primulaceae (4), Cactaceae, Cyperaceae, Melastomataceae e Myrtaceae (3)	2,47
Raa	Espodossolo Ferrihumilúvico (não hidromórfico)	47	81	110	Asteraceae (13), Fabaceae e Myrtaceae (9), Bromeliaceae (8), Moraceae e Rubiaceae (5)	2,76
Ft	Espodossolo Ferrihumilúvico + Organossolo Háptico (hidromórfico)	55	112	152	Myrtaceae (16), Rubiaceae (14), Fabaceae (11), Moraceae (9), Arecaceae (7)	3,29

Tabela 3. Espécies amostradas na formação de restinga herbácea do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil, em ordem decrescente de VC. Legenda: número de indivíduos (Ni), frequência absoluta (FA - %), frequência relativa (FR - %), cobertura absoluta (CA - %), cobertura relativa (CR - %), valor de cobertura (VC - %), valor indicador (Indv - %) e nível de significância do valor indicador (p).

Table 3. Species sampled in the Herb *restinga* vegetation of the Acaraí State Park, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brazil, in descending order of VC. Legend: Number of individuals (Ni), absolute frequency (FA - %), relative frequency (FR - %), absolute coverage (CA - %) relative coverage (CR - %), coverage value (VC - %), indicator value (Indv - %), and level of significance of the indicator value (p).

Família	Espécie	Ni	FA	FR	CA	CR	VI	Indv	p
Smilacaceae	<i>Smilax campestris</i>	14	93,3	10,6	17,0	7,8	18,4	93	0,001
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i>	8	53,3	6,1	21,9	10,1	16,2	53	0,001
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	9	60,0	6,8	18,4	8,5	15,3	60	0,001
Fabaceae	<i>Stylosanthes viscosa</i>	7	46,7	5,3	20,7	9,5	14,8	47	0,002
Amaranthaceae	<i>Blutaparon portulacoides</i>	10	66,7	7,6	15,3	7,1	14,6	67	0,001
Convolvulaceae	<i>Ipomoea imperati</i>	14	93,3	10,6	6,5	3,0	13,6	93	0,001
Cyperaceae	<i>Remirea maritima</i>	13	86,7	9,8	6,3	2,9	12,8	87	0,001
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	7	46,7	5,3	14,3	6,6	11,9	50	0,001
Apocynaceae	<i>Oxypetalum tomentosum</i>	8	53,3	6,1	10,4	4,8	10,9	53	0,001
Calyceraceae	<i>Acicarpha bonariensis</i>	1	6,7	0,8	20,0	9,2	10,0	67	0,001
Asteraceae	<i>Symphyopappus casarettoi</i>	1	6,7	0,8	20,0	9,2	10,0	67	0,001
Calyceraceae	<i>Calycera crassifolia</i>	8	53,3	6,1	4,9	2,2	8,3	53	0,001
Poaceae	<i>Paspalum vaginatum</i>	6	40,0	4,5	6,5	3,0	7,5	40	0,001
Poaceae	<i>Spartina ciliata</i>	5	33,3	3,8	3,4	1,6	5,4	33	0,001
Apiaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	5	33,3	3,8	2,5	1,2	4,9	33	0,001
Malvaceae	<i>Pavonia alnifolia</i>	2	13,3	1,5	6,3	2,9	4,4	13	0,002
Asteraceae	<i>Gamochaeta americana</i>	3	20,0	2,3	2,5	1,2	3,4	20	0,003
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	3	20,0	2,3	2,5	1,2	3,4	20	0,002
Fabaceae	<i>Desmodium adscendens</i>	2	13,3	1,5	2,5	1,2	2,7	13	0,04
Apiaceae	<i>Centela asiatica</i>	1	6,7	0,8	2,5	1,2	1,9	6	0,05
Fabaceae	<i>Centrosema virginianum</i>	1	6,7	0,8	2,5	1,2	1,9	6	0,2
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	1	6,7	0,8	2,5	1,2	1,9	6	1
Asteraceae	<i>Pterocaulon purpurascens</i>	1	6,7	0,8	2,5	1,2	1,9	6	1
Malvaceae	<i>Sida carpinifolia</i>	1	6,7	0,8	2,5	1,2	1,9	6	1
Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	1	6,7	0,8	2,5	1,2	1,9	6	1

Tabela 4. Espécies amostradas nas formações de restinga arbustiva, restinga arbustivo-arbórea e floresta de transição do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil, em ordem decrescente de VI. Legenda: Número de indivíduos (Ni), frequência absoluta (FA - %), frequência relativa (FR - %), densidade absoluta (DA – ind.ha⁻¹), densidade relativa (DR - %), dominância absoluta (DoA – m².ha⁻¹), dominância relativa (DoR - %), valor de importância (VI), valor indicador (Indv - %) e nível de significância do valor indicador (p).

Table 4. Species sampled in the Shrub *restinga* (Ra), Shrub-tree *restinga* (Raa) and Transition forest (Ft) vegetation of the Acaraí State Park, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brazil, in descending order of VI. Legend: Number of individuals (Ni), absolute frequency (FA - %), relative frequency (FR - %), absolute density (DA– ind.ha⁻¹), relative density (DR - %), absolute dominance (DoA - m².ha⁻¹), relative dominance (DoR - %), importance value (VI), indicator value (Indv - %), and level of significance of the indicator value (p).

Família	Espécie	Ni	FA	FR	DA	DR	DoA	DoR	VI	Indv	p
restinga arbustiva											
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i>	138	93,3	10,8	920,0	28,8	1,034	38,82	78,3	100	0,001
Myrtaceae	<i>Myrcia pulchra</i>	69	86,7	10,0	460,0	14,4	0,297	11,16	35,5	87	0,001
Marcgraviaceae	<i>Norantea brasiliensis</i>	41	60,0	6,9	273,3	8,5	0,334	12,55	28,0	80	0,001
Clusiaceae	<i>Clusia criuva</i>	18	93,3	10,8	120,0	3,8	0,200	7,49	22,0	40	0,002
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i>	31	46,7	5,4	206,7	6,5	0,180	6,76	18,6	46	0,002
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	28	80,0	9,2	186,7	5,8	0,064	2,41	17,5	80	0,001
Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i>	34	66,7	7,7	226,7	7,1	0,059	2,23	17,0	67	0,001
Primulaceae	<i>Myrsine venosa</i>	23	46,7	5,4	153,3	4,8	0,080	3,01	13,2	47	0,001
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	24	20,0	2,3	160,0	5,0	0,120	4,52	11,8	20	0,07
Fabaceae	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	13	40,0	4,6	86,7	2,7	0,027	1,02	8,3	20	0,001
Peraceae	<i>Pera glabrata</i>	10	33,3	3,8	66,7	2,1	0,063	2,36	8,3	33	0,005
Asteraceae	<i>Symphyopappus casarettoi</i>	7	26,7	3,1	46,7	1,5	0,020	0,76	5,3	27	0,011
Asteraceae	<i>Baccharis sphenophylla</i>	6	13,3	1,5	40,0	1,3	0,054	2,06	4,8	13	0,2
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	6	26,7	3,1	40,0	1,3	0,012	0,44	4,8	27	0,009
Fabaceae	<i>Sophora tomentosa</i>	4	20,0	2,3	26,7	0,8	0,024	0,91	4,1	20	0,04
Solanaceae	<i>Solanum pseudoquina</i>	4	20,0	2,3	26,7	0,8	0,024	0,89	4,0	20	0,05
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i>	5	20,0	2,3	33,3	1,0	0,010	0,36	3,7	20	0,05
Primulaceae	<i>Myrsine parvifolia</i>	8	6,7	0,8	53,3	1,7	0,029	1,09	3,5	6	1
Aquifoliaceae	<i>Ilex theezans</i>	4	20,0	2,3	26,7	0,8	0,010	0,38	3,5	20	0,04
Fabaceae	<i>Senna pendula</i>	2	13,3	1,5	13,3	0,4	0,006	0,21	2,2	13	0,3
Myrtaceae	<i>Eugenia multicostata</i>	1	6,7	0,8	6,7	0,2	0,008	0,29	1,3	6	1
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum cuspidifolium</i>	1	6,7	0,8	6,7	0,2	0,003	0,13	1,1	6	1
Melastomataceae	<i>Tibouchina clavata</i>	1	6,7	0,8	6,7	0,2	0,002	0,07	1,0	6	1
Asteraceae	<i>Baccharis singularis</i>	1	6,7	0,8	6,7	0,2	0,002	0,07	1,0	6	1
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	1	6,7	0,8	6,7	0,2	0,001	0,05	1,0	6	1
restinga arbustivo-arbórea											
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	95	93,3	7,0	633,3	13,8	4,90	19,98	40,7	93	0,001

“continua”

“Tabela 4 (continuação)”

Família	Espécie	Ni	FA	FR	DA	DR	DoA	DoR	VI	Indv	p
restinga arbustivo-arbórea											
Peraceae	<i>Pera glabrata</i>	110	100	7,5	733,3	15,9	4,05	16,49	39,9	100	0,001
Pentaphylacaceae	<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	83	93,3	7,0	553,3	12	4,20	17,13	36,1	93	0,001
Primulaceae	<i>Myrsine venosa</i>	81	86,7	6,5	540,0	11,7	2,78	11,34	29,5	87	0,001
Aquifoliaceae	<i>Ilex theezans</i>	80	93,3	7,0	533,3	11,6	2,55	10,38	28,9	93	0,001
Clusiaceae	<i>Clusia criuva</i>	39	80,0	6,0	260,0	5,7	2,59	10,56	22,2	80	0,001
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i>	43	86,7	6,5	286,7	6,2	0,59	2,39	15,1	87	0,001
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i>	18	46,7	3,5	120,0	2,6	0,23	0,92	7,0	73	0,001
Fabaceae	<i>Andira anthelmia</i>	9	46,7	3,5	60,0	1,3	0,28	1,14	5,9	33	0,004
Annonaceae	<i>Guatteria australis</i>	10	40,0	3,0	66,7	1,4	0,17	0,68	5,1	20	0,05
Rubiaceae	<i>Amaioua intermedia</i>	10	33,3	2,5	66,7	1,4	0,13	0,52	4,5	13	0,2
Fabaceae	<i>Balizia pedicellaris</i>	6	40,0	3,0	40,0	0,9	0,06	0,26	4,1	20	0,05
Celastraceae	<i>Maytenus robusta</i>	8	26,7	2,0	53,3	1,2	0,22	0,88	4,0	20	0,05
Fabaceae	<i>Abarema langsdorffii</i>	6	26,7	2,0	40,0	0,9	0,22	0,88	3,7	6	1
Melastomataceae	<i>Miconia pusilliflora</i>	7	33,3	2,5	46,7	1,0	0,04	0,15	3,7	6	1
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	6	26,7	2,0	40,0	0,9	0,18	0,72	3,6	27	0,01
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	5	33,3	2,5	33,3	0,7	0,08	0,32	3,5	20	0,06
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	6	26,7	2,0	40,0	0,9	0,06	0,25	3,1	13	0,2
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum amplifolium</i>	6	26,7	2,0	40,0	0,9	0,05	0,22	3,1	27	0,01
Sapotaceae	<i>Pouteria beaurepairei</i>	5	20,0	1,5	33,3	0,7	0,18	0,73	2,9	6	1
Myrtaceae	<i>Myrcia bicarinata</i>	5	26,7	2,0	33,3	0,7	0,03	0,14	2,9	27	0,007
Aquifoliaceae	<i>Ilex dumosa</i>	3	20,0	1,5	20,0	0,4	0,18	0,75	2,7	20	0,06
Arecaceae	<i>Geonoma elegans</i>	5	20,0	1,5	33,3	0,7	0,01	0,05	2,3	20	0,06
Myrtaceae	<i>Myrcia ilheosensis</i>	4	20,0	1,5	26,7	0,6	0,04	0,15	2,2	6	1
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i>	3	20,0	1,5	20,0	0,4	0,03	0,14	2,1	20	0,06
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	5	13,3	1,0	33,3	0,7	0,04	0,17	1,9	13	0,2
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	2	6,7	0,5	13,3	0,3	0,25	1,04	1,8	6	1
Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i>	3	13,3	1,0	20,0	0,4	0,08	0,33	1,8	13	0,2
Solanaceae	<i>Solanum inaequale</i>	3	13,3	1,0	20,0	0,4	0,03	0,14	1,6	6	1
Meliaceae	<i>Trichilia lepidota</i>	3	13,3	1,0	20,0	0,4	0,03	0,13	1,6	6	1
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	3	13,3	1,0	20,0	0,4	0,02	0,09	1,5	13	0,2
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	3	13,3	1,0	20,0	0,4	0,02	0,08	1,5	6	1
Urticaceae	<i>Coussapoa microcarpa</i>	2	13,3	1,0	13,3	0,3	0,04	0,15	1,4	13	0,2
Simaroubaceae	<i>Picramnia parvifolia</i>	2	13,3	1,0	13,3	0,3	0,02	0,06	1,3	6	1
Myrtaceae	<i>Eugenia stigmatoria</i>	2	13,3	1,0	13,3	0,3	0,01	0,05	1,3	13	0,2
Lauraceae	<i>Ocotea pulberula</i>	3	6,7	0,5	20,0	0,4	0,04	0,15	1,1	6	1
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i>	1	6,7	0,5	6,7	0,1	0,03	0,14	0,8	6	1
Fabaceae	<i>Inga sessilis</i>	1	6,7	0,5	6,7	0,1	0,02	0,10	0,7	6	1
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	1	6,7	0,5	6,7	0,1	0,02	0,10	0,7	6	1

“continua”

“Tabela 4 (continuação)”

Família	Espécie	Ni	FA	FR	DA	DR	DoA	DoR	VI	Indv	p
restinga arbustivo-arbórea											
Myrtaceae	<i>Myrcia brasiliensis</i>	1	6,7	0,5	6,7	0,1	0,01	0,06	0,7	6	1
Myrtaceae	<i>Myrcia tijuensis</i>	1	6,7	0,5	6,7	0,1	0,01	0,03	0,7	6	1
Aquifoliaceae	<i>Ilex pseudobuxus</i>	1	6,7	0,5	6,7	0,1	0,01	0,03	0,7	6	1
floresta de transição											
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	58	93,3	8,4	386,7	17,3	4,87	22,04	47,7	93	0,001
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	25	60,0	5,4	166,7	7,4	2,76	12,50	25,4	60	0,001
Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i>	18	66,7	6,0	120,0	5,4	2,91	13,17	24,6	67	0,001
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	15	66,7	6,0	100,0	4,5	2,67	12,07	22,6	60	0,001
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i>	28	60,0	5,4	186,7	8,3	1,57	7,10	20,9	60	0,001
Fabaceae	<i>Dalbergia frutescens</i>	27	60,0	5,4	180,0	8,0	1,41	6,41	19,9	60	0,001
Annonaceae	<i>Guatteria australis</i>	15	60,0	5,4	100,0	4,5	0,22	0,99	10,9	53	0,001
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	3	6,7	0,6	20,0	0,9	1,70	7,69	9,2	6	1
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	11	40,0	3,6	73,3	3,3	0,28	1,29	8,2	40	0,001
Clusiaceae	<i>Clusia criuva</i>	11	33,3	3,0	73,3	3,3	0,28	1,25	7,5	33	0,004
Peraceae	<i>Pera glabrata</i>	9	40,0	3,6	60,0	2,7	0,13	0,57	6,9	40	0,001
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i>	10	33,3	3,0	66,7	3,0	0,19	0,84	6,8	40	0,003
Aquifoliaceae	<i>Ilex theezans</i>	7	33,3	3,0	46,7	2,1	0,12	0,53	5,6	33	0,005
Primulaceae	<i>Myrsine venosa</i>	5	33,3	3,0	33,3	1,5	0,23	1,04	5,5	33	0,002
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	3	20,0	1,8	20,0	0,9	0,55	2,50	5,2	13	0,2
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	9	13,3	1,2	60,0	2,7	0,26	1,18	5,1	13	0,3
Primulaceae	<i>Myrsine rubra</i>	6	26,7	2,4	40,0	1,8	0,08	0,35	4,5	27	0,01
Lauraceae	<i>Ocotea aciphylla</i>	5	20,0	1,8	33,3	1,5	0,10	0,46	3,8	20	0,04
Fabaceae	<i>Inga sessilis</i>	4	20,0	1,8	26,7	1,2	0,14	0,64	3,6	20	0,05
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i>	6	6,7	0,6	40,0	1,8	0,12	0,53	2,9	6	1
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachia</i>	2	13,3	1,2	13,3	0,6	0,19	0,86	2,7	13	0,2
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	5	6,7	0,6	33,3	1,5	0,12	0,54	2,6	6	1
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i>	4	13,3	1,2	26,7	1,2	0,04	0,19	2,6	13	0,2
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	2	13,3	1,2	13,3	0,6	0,15	0,68	2,5	13	0,2
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i>	2	13,3	1,2	13,3	0,6	0,12	0,53	2,3	13	0,2
Myrtaceae	<i>Eugenia sulcata</i>	3	13,3	1,2	20,0	0,9	0,05	0,21	2,3	13	0,2
Piperaceae	<i>Piper solmsianum</i>	3	13,3	1,2	20,0	0,9	0,02	0,09	2,2	6	1
Celastraceae	<i>Maytenus gonoclada</i>	2	13,3	1,2	13,3	0,6	0,03	0,13	1,9	13	0,2
Arecaceae	<i>Geonoma elegans</i>	2	13,3	1,2	13,3	0,6	0,02	0,08	1,9	13	0,2
Myrtaceae	<i>Marlierea tomentosa</i>	2	13,3	1,2	13,3	0,6	0,02	0,08	1,9	13	2
Myrtaceae	<i>Myrcia racemosa</i>	2	13,3	1,2	13,3	0,6	0,02	0,08	1,9	13	0,2
Rubiaceae	<i>Psychotria carthagenensis</i>	2	13,3	1,2	13,3	0,6	0,01	0,05	1,8	13	0,2
Sapotaceae	<i>Pouteria venosa</i>	3	6,7	0,6	20,0	0,9	0,08	0,34	1,8	6	1
Arecaceae	<i>Bactris setosa</i>	3	6,7	0,6	20,0	0,9	0,02	0,10	1,6	6	1

“continua”

“Tabela 4 (continuação)”

Família	Espécie	Ni	FA	FR	DA	DR	DoA	DoR	VI	Indv	p
floresta de transição											
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,11	0,51	1,4	6	1
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,11	0,49	1,4	6	1
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	2	6,7	0,6	13,3	0,6	0,03	0,15	1,3	6	1
Annonaceae	<i>Annona neosericea</i>	2	6,7	0,6	13,3	0,6	0,03	0,14	1,3	6	1
Rubiaceae	<i>Bathysa meridionalis</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,06	0,29	1,2	6	1
Malvaceae	<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,05	0,25	1,1	6	1
Annonaceae	<i>Annona sylvatica</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,03	0,13	1,0	6	1
Lauraceae	<i>Endlicheria paniculata</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,03	0,12	1,0	6	1
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,03	0,12	1,0	6	1
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,03	0,12	1,0	6	1
Myrtaceae	<i>Eugenia stigmatica</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,02	0,10	1,0	6	1
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,02	0,09	1,0	6	1
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,02	0,08	1,0	6	1
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,01	0,05	1,0	6	1
Myrtaceae	<i>Myrcia brasiliensis</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,01	0,05	1,0	6	1
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,01	0,04	0,9	6	1
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum amplifolium</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,01	0,03	0,9	6	1
Fabaceae	<i>Senna macranthera</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,01	0,03	0,9	6	1
Sapindaceae	<i>Matayba intermedia</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,01	0,03	0,9	6	1
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,01	0,03	0,9	6	1
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,01	0,02	0,9	6	1
Myrtaceae	<i>Myrcia ilheosensis</i>	1	6,7	0,6	6,7	0,3	0,01	0,02	0,9	6	1

Tabela 5. Variáveis químicas do solo (n = 3), salinidade (n = 3), espessura da serapilheira (n = 25), umidade gravimétrica (n = 15) das classes de solo e formações e correlação entre as variáveis de solo representadas pelos componentes 1 e 2 obtidos pela PCA, da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Legenda: As formações são restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa), floresta de transição (Ft), Comp1 (componente principal 1), Comp2 (componente principal 2), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), magnésio (Mg), acidez potencial (H + Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e matéria orgânica (MO).

Table 5. Soil chemical variables (n = 3), saline (n = 3), accumulation of litter (n = 25), and gravimetric moisture (n = 15) of soil and vegetation types and correlation between soil variables represented by components 1 and 2 obtained by PCA, in the *restinga* of the Acaraí State Park, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brazil. Legend: Herb *restinga* (Rh), Shrub *restinga* (Ra), Shrub-tree *restinga* (Raa), and Transition forest (Ft), Comp1 (principal component 1), Comp 2 (principal component 2), phosphorus (P), potassio (K), sodium (Na), magnesium (Mg), potential acidity (H + Al), soma of bases (SB), ion exchange capacity (CTC), base saturation (V) and organic matter (MO).

Variáveis	Classe de Solo (Formação)				PCA	
	Neossolo Quartzarênico (Rh)	Espodosolo Ferrihumilúvico (não- hidromórfico) (Ra)	Espodosolo Ferrihumilúvico (não- hidromórfico) (Raa)	Espodosolo Ferrihumilúvico + Organossolo Háplico (hidromórfico) (Ft)	Comp1	Comp2
pH	5,47	4,73	3,53	3,10	0,98	-0,19
P (mg.dm ⁻³)	2,67	2,00	1,00	25,67	-0,82	-0,53
K (mmolc.dm ⁻³)	1,13	1,33	1,30	2,27	0,65	-0,27
Na (mmolc.dm ⁻³)	0,93	1,10	0,83	1,90	0,92	-0,2
Ca (mmolc.dm ⁻³)	9,33	10,33	5,67	7,67	-0,31	-0,92
Mg (mmolc.dm ⁻³)	2,67	2,33	1,00	2,00	-0,24	-0,95
H + Al (mmolc.dm ⁻³)	9,00	15,00	21,67	291,67	0,87	-0,4
SB (mmolc.dm ⁻³)	14,07	15,10	8,80	13,83	0,97	-0,19
CTC (mmolc.dm ⁻³)	23,07	30,10	30,47	305,50	-0,05	-0,99
V (%)	59,67	50,00	29,00	4,33	0,96	-0,22
MO (g.dm ⁻³)	7,33	14,00	14,67	82,67	-0,94	-0,31
Serapilheira (cm)	0,1	2,4	3,7	7,9	0,97	0,06
Umidade gravimétrica (%)	4,9	8,3	14,1	102,4	0,71	-0,07

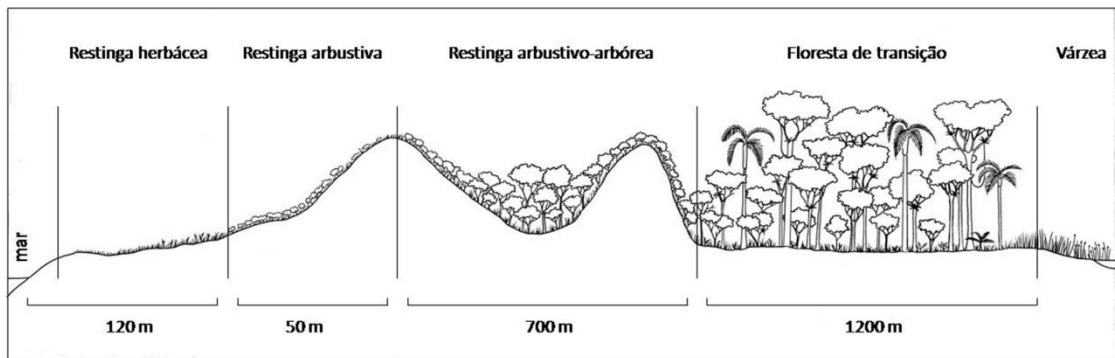


Figura 1. Formações da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, SC, Brasil.

Figure 1. *Restinga* vegetation from the Acaraí State Park, São Francisco do Sul, SC, Brazil.

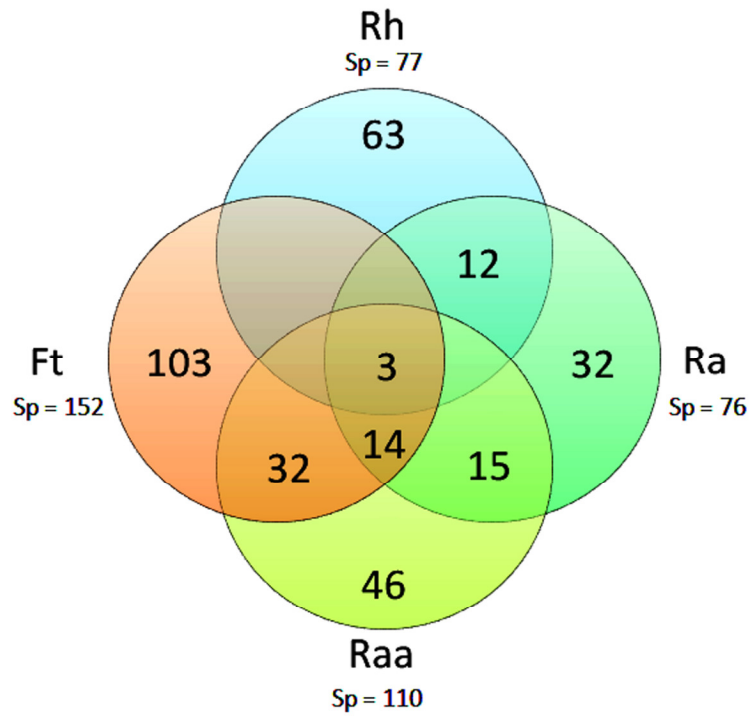


Figura 2. Diagrama de Venn produzido com base no número de espécies exclusivas e compartilhadas nas formações da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft). Sp = número total de espécies ocorrentes na formação.

Figure 2. Venn diagram produced from the number of unique and shared species in the *restinga* vegetation of the Acaraí State Park, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brazil. Legend: Herb *restinga* (Rh), Shrub *restinga* (Ra), Shrub-tree *restinga* (Raa), and Transition forest (Ft). Sp = total number of species occurring in the vegetation.

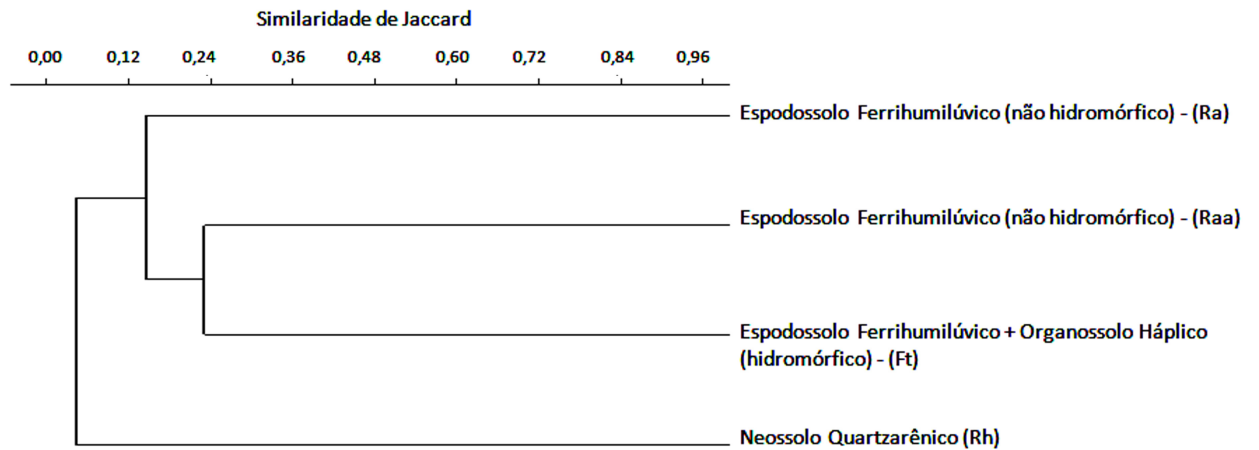


Figura 3. Dendrograma de similaridade florística entre as classes de solo associadas às formações da restinga do Parque Estadual do Acaará, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft).

Figure 3. Dendrogram of floristic similarity between the soil classes associated to the *restinga* vegetation of the Acaará State Park, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brazil. Legend: herb *restinga* (Rh), shrub *restinga* (Ra), shrub-tree *restinga* (Raa) and transition forest (Ft).

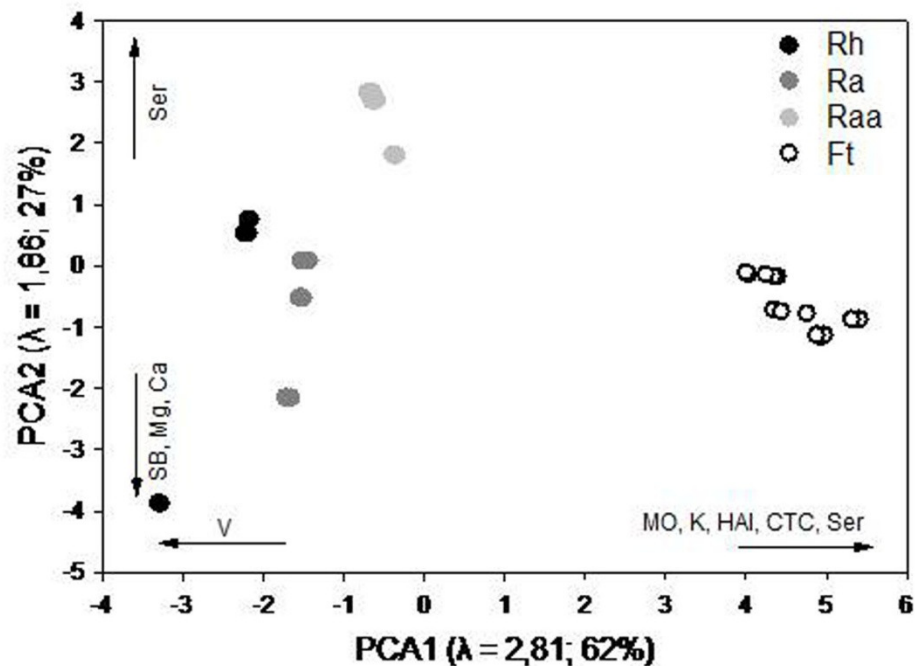


Figura 4. Análise de componentes principais (PCA) mostrando a diferença das formações da restinga do Parque Estadual do Acaará, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil, em relação às características do solo. As variáveis mais relacionadas com cada componente principal, assim como a explicação e os autovalores dos dois primeiros componentes principais, são mostradas na figura. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa), floresta de transição (Ft), Comp1 (componente principal 1), Comp2 (componente principal 2), matéria orgânica (MO), potássio (K), acidez potencial (H + Al), capacidade de troca catiônica (CTC), espessura da serapilheira (ser), saturação por bases (V), soma de bases (SB), magnésio (Mg) e cálcio (Ca).

Figure 4. Principal component analysis (PCA) showing the difference of the *restinga* vegetation of the Acaará State Park, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brazil in relation to soil characteristics. The variables related to each main component, the eigenvalues, and the explanation of the first two principal components are shown in the figure. Legend: herb *restinga* (Rh), shrub *restinga* (Ra), shrub-tree *restinga* (Raa), transition forest (Ft), Comp1 (principal component 1), Comp 2 (principal component 2), organic matter (MO), potassio (K), potential acidity (H + Al), ion exchange capacity (CTC), litter thickness (ser), base saturation (V), soma of bases (SB), magnesium (Mg) and calcium (Ca).

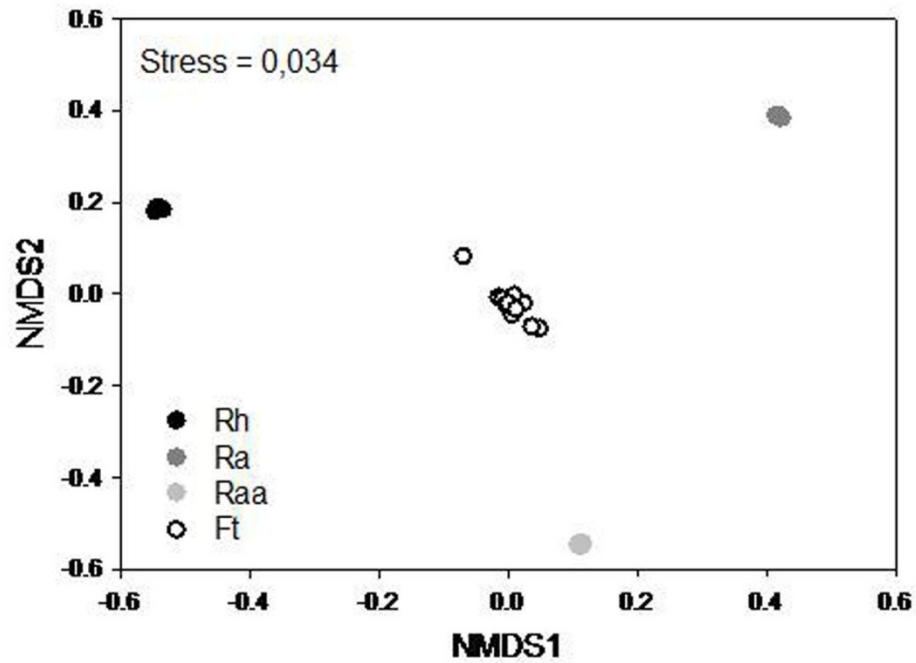


Figura 5. Ordenação NMDS da diferença das comunidades entre as formações da restinga do Parque Estadual do Acaará, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft).

Figure 5. NMDS ordination of the difference between the communities of the *restinga* vegetation of the Acaará State Park, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brazil. Legend: herb *restinga* (Rh), shrub *restinga* (Ra), shrub-tree *restinga* (Raa) and transition forest (Ft).

Capítulo 2

Riqueza e estrutura comunitária de uma restinga herbácea da planície costeira de Santa Catarina



João Carlos Ferreira de Melo Júnior
Maria Regina Torres Boeger

Riqueza e estrutura comunitária de uma restinga herbácea da planície costeira de Santa Catarina¹

¹ parte da tese de doutorado do primeiro autor

João Carlos Ferreira de Melo Júnior² & Maria Regina Torres Boeger³

² Universidade da Região de Joinville, Departamento de Ciências Biológicas, Rua Paulo Maschitzki, 10, CEP 89219-710, Joinville, SC, Brasil. Autor para correspondência: jcmelo_wood@hotmail.com

³ Universidade Federal do Paraná, Laboratório de Ecologia e Morfologia Funcional, Setor de Ciências Biológicas, Caixa Postal 19031, CEP 81531-990, Curitiba, PR, Brasil

Abstract

Richness and community structure of herbaceous *restinga* of the coastal plain of Santa Catarina. Five thousand kilometers of the Brazilian coast are covered with *resting* vegetation, 460 of which are located in the coastal plain of the state of Santa Catarina, in South Brazil. Nevertheless, few studies describe its floristic and structural diversity in this state. This work examined the floristic composition and the community structure of the herbaceous *restinga* of Praia Grande, São Francisco do Sul, Santa Catarina, which is nestled in the Parque Estadual do Acaraí. Our methodology adopted wide patrolling for the floristic survey and the plot method for phytosociological study. We identified 77 species in 31 families of vascular plants. Asteraceae and Poaceae were the richest families. The species with the highest importance value were *Smilax campestris*, *Remirea maritima*, *Scaevola plumieri*, *Ipomoea imperati*, *Canavalia rosea*, *Blutaparon portulacoides* and *Ipomoea pes-caprae*. Diversity (H') and equability (J) were 2.89 and 0.90, respectively.

Keywords: phytosociology, floristics, herbaceous *restinga*, coastal vegetation.

Introdução

A restinga é uma formação pioneira composta de um imenso mosaico de comunidades florística e estruturalmente distintas que ocorre nas planícies litorâneas ao longo de cordões arenosos originados pela deposição de sedimentos marinhos e secundariamente modelados pela ação dos ventos (Waechter 1990, Bigarella 2001, IBGE 2012). As comunidades vegetais de restinga se distribuem ao longo de toda a costa brasileira sobre depósitos arenosos do quaternário formados pelas regressões e

transgressões marinhas (Veloso et al. 1991) e pertencem ao domínio da Mata Atlântica (Rizzini 1997).

As comunidades de restinga são marginais à floresta tropical atlântica e ocorrem desde o estado do Pará até o Rio Grande do Sul (Costa-Neto et al. 2001). Estão submetidas a condições ambientais extremas, como alta salinidade, deficiência de nutrientes no solo, elevada temperatura, luminosidade direta, frequência de ventos fortes e déficit hídrico, que tornam o ambiente estressante e limitante à vegetação (Waechter 1985, Scarano et al. 2001, Scarano 2002).

À medida que se distanciam do mar, as comunidades vegetais apresentam importantes variações fisionômicas ao longo da planície costeira (Oliveira-Filho & Carvalho 1993). As fisionomias de restinga são definidas pela influência marinha e pelas condições de solo (Souza 2004, Sampaio et al. 2005). As formações podem ser herbáceas, arbustivas e florestais, cuja diversidade biológica é composta por espécies provenientes de outros ecossistemas da Mata Atlântica aclimatadas à porção litorânea (Silva & Britez 2005, Alves et al. 2007).

A formação herbácea ocupa as primeiras faixas de areia da região pós-praia. Essa região, formada por depósitos geralmente eólicos, é representada, em geral, pelas dunas fixas e móveis (Cordazzo et al. 2006). Sua composição geomorfológica é de areias finas e médias quartzosas ou de sedimentos siltico-argilosos, dispostos em elevações irregulares que na ocasião das marés e/ou ventos são deslocados (Almeida & Araujo 1997, Teixeira et al. 1986). As dunas móveis são frequentemente umedecidas pela ação das ondas e pelo *spray* marinho e são restritivas à instalação e ao crescimento da comunidade vegetal (Scarano 2002). O ambiente de dunas é bastante diferenciado ao longo da costa brasileira em função de ser recoberto por comunidades vegetais características e ao mesmo tempo peculiares a cada parte do litoral ao longo do gradiente latitudinal (Lacerda & Araujo 1987). Portanto, a composição de espécies de plantas ao longo das dunas litorâneas está determinada por uma combinação de fatores ambientais de origem oceânica e continental (Alves *et al.* 2007).

Importantes investigações sobre a diversidade florística das restingas foram desenvolvidas ao longo dos 5.000 km de extensão desse ambiente no litoral brasileiro (Holzer et al. 2004). No entanto, para a região sul do país, predominam os levantamentos realizados nos estados do Rio Grande do Sul e do Paraná (Silva 1999). Apesar de a faixa litorânea de Santa Catarina ser extensa, com 29 municípios litorâneos,

esse estado possui o menor número de investigações de cunho florístico e estrutural da vegetação de dunas, com apenas seis municípios amostrados (Reitz 1954, Reitz 1961, Bresolin 1979, Cordazzo & Costa 1989, Danilevicz et al. 1990, Souza et al. 1992, Castellani et al. 1995, Falkenberg 1999, Daniel 2006, Guimarães 2006, Klein et al. 2007). O estudo mais recente e de maior amplitude foi desenvolvido pelo Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (Vibrans et al. 2012), mas sua amostragem ao longo dos 460 km de costa do estado restringiu-se a apenas quatro unidades amostrais (Korte et al. 2013).

Por outro lado, as ações antrópicas associadas ao crescimento das áreas urbanas no litoral continuam exercendo grande pressão sobre os ambientes de restinga, destruindo-os progressivamente. De forma geral, no estado de Santa Catarina, em função de a colonização ter ocorrido a partir da orla marítima, a restinga está entre os ambientes mais degradados (Daniel 2006). A contínua redução das áreas de restinga decorre, entre outros fatores, da expansão imobiliária, da deposição de lixo sobre a vegetação e do tráfego de veículos sobre as dunas (Rocha et al. 2003). Ações de restauro são cruciais para a preservação desse ambiente, porém carecem de mais informações florísticas e fitossociológicas (Zanella et al. 2010), o que torna necessária a ampliação de estudos sobre as comunidades herbáceas de restinga no litoral sul do Brasil.

O presente estudo tem como objetivos descrever as principais características florísticas e estruturais da vegetação herbácea da restinga do município de São Francisco do Sul, utilizando o método de parcelas, e comparar os resultados com outros estudos semelhantes no litoral de Santa Catarina.

Material e métodos

O estudo foi feito na formação de restinga herbácea situada na localidade de Praia Grande, município de São Francisco do Sul, litoral nordeste de Santa Catarina (UTM: N 7.080.088 e E 747.199, Figura 1). O remanescente de restinga pertence ao Parque Estadual do Acaraí, unidade de conservação de proteção integral que possui a maior área contínua de restinga do estado, estimada em 6,7 ha (FATMA 2008) e classificada como de prioridade extremamente alta para a conservação da biodiversidade (PROBIO 2003).

O clima é classificado, segundo Köppen, como Cfa (mesotérmico sem estação seca definida e com verões quentes), apresentando pluviosidade anual de 2.372 mm e temperatura média anual de 21,3°C (EPAGRI 2014). O solo da formação de restinga herbácea é classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA 2013), derivado de sedimentos eólicos e marinhos e representando cerca de 15% da área total do parque (Oliveira &Vieira 2008).

As dunas costeiras da Praia Grande encontram-se próximas à linha de costa em uma extensão de 10,5 km. Sua orientação evidencia os ventos predominantes durante o seu período de formação no Holoceno. Quanto à sua morfologia, a partir da linha de costa são reconhecidas dunas frontais, rampas de deflação em áreas não vegetadas, dunas transversais e dunas parabólicas. Podem alcançar até 27 m de altura ao norte da praia, ocorrendo diminuição gradativa de altura e da morfologia ao sul, até ser impossibilitada a sua distinção (FATMA 2008). A vegetação herbácea é dominante nessa área e ocorre a partir da zona de maré até as dunas parabólicas.

Para o levantamento da flora utilizou-se o método expedito por caminhamento (Filgueiras et al. 1994). Coletaram-se apenas as plantas do grupo das angiospermas. A coleta e o tratamento do material seguiram as técnicas usuais em florística (Fidalgo & Bononi 1989). O material botânico coletado durante dois anos foi herborizado, identificado e incorporado ao Herbário da Universidade de Joinville (JOI). Efetuaram-se as identificações por comparações em herbários, literatura especializada e auxílio de especialistas. A lista de espécies seguiu a classificação APG III (2009). Para a confirmação dos nomes das espécies e dos respectivos autores, utilizou-se a Lista de Espécies da Flora do Brasil (2014). As formas de vida foram identificadas segundo Moore & Chapman (1986), os quais se basearam na proposta de Raunkiaer (1934).

Para a estrutura da vegetação de dunas usou-se o método de parcelas de 1 m², (Munhoz & Araújo 2011). Utilizaram-se três unidades amostrais, distantes 1,5 km entre si, sendo demarcadas em cada unidade 100 parcelas paralelas à linha de costa e em intervalos regulares de 1 m. A cobertura das espécies foi estimada na escala de Causton (1988), com cinco classes que avaliam em termos percentuais a projeção da parte aérea da planta na superfície da parcela, sendo posteriormente adotado o valor médio de cobertura. Para cada espécie calcularam-se as frequências absoluta e relativa, as coberturas absoluta e relativa e o valor de importância (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

Os índices de diversidade de Shannon (H'), com base no logaritmo natural (nats), e o de equabilidade de Pielou (J) (Magurran 2013) foram calculados por meio do “software” Past (Hammer et al. 2001).

Resultados e discussão

Identificaram-se 77 espécies, distribuídas em 65 gêneros e 31 famílias de angiospermas (Tabela 1). As famílias com maior riqueza específica foram Poaceae (13 espécies), Asteraceae (12 espécies), Fabaceae (7 espécies) e Cyperaceae e Amaranthaceae (4 espécies cada uma). Tais famílias representaram, em conjunto, 57,1% do total de espécies levantadas. As demais famílias (26) apresentaram três espécies ou menos.

Tabela 1 – Relação das famílias e das espécies encontradas na comunidade de dunas da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina.

Família	Espécie	Forma de vida
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	caméfita
Amaranthaceae	<i>Alternanthera littoralis</i> P. Beauv.	caméfita
	<i>Blutaparon portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears	caméfita
	<i>Chenopodium retusum</i> (Moq.) Moq.	caméfita
	<i>Chenopodium</i> sp.	caméfita
Apiaceae	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	geófito
	<i>Cyclosporum leptophyllum</i> (Pers.) Britton P. Wilson	caméfita
Apocynaceae	<i>Oxypetalum tomentosum</i> Wight ex Hook. & Arn.	caméfita
Araliaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	geófito
Asteraceae	<i>Achyrocline alata</i> DC.	caméfita
	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	caméfita
	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	caméfita
	<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	caméfita
	<i>Bidens alba</i> (L.) DC.	caméfita
	<i>Conyza primulifolia</i> (Lam.) Cuatrec. & Lourteig	caméfita
	<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H. Rob.	caméfita
	<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	caméfita
	<i>Hieracium commersonii</i> Monnier	hemicriptófito
	<i>Noticastrum calvatum</i> (Baker) Cuatrec.	caméfita
	<i>Pterocaulon lorentzii</i> Malme	caméfita
	<i>Senecio crassiflorus</i> (Poir.) DC.	caméfita
	<i>Symphyopappus casarettoi</i> B. L. Rob.	caméfita
Boraginaceae	<i>Varronia curassavica</i> Jacq.	caméfita

Bromeliaceae	<i>Dyckia maritima</i> Baker	hemicriptófito
Cactaceae	<i>Opuntia monacantha</i> Haw.	caméfito
Calyceraceae	<i>Acicarpa bonariensis</i> (Pers.) Herter	caméfito
	<i>Calycera crassifolia</i> (Miers.) Hicken	caméfito
	<i>Cardionema ramosissima</i> (Weinm.) A. Nelson & J. F. Macbr.	caméfito
Caryophyllaceae	J. F. Macbr.	caméfito
Convolvulaceae	<i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb.	caméfito
	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br.	caméfito
Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	hemicriptófito
	<i>Cyperus ligularis</i> L.	hemicriptófito
	<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br.	hemicriptófito
	<i>Remirea maritima</i> Aubl.	hemicriptófito
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	caméfito
	<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.	caméfito
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	caméfito
	<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	liana
	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	caméfito
	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	caméfito
	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	caméfito
	<i>Desmodium incanum</i> DC.	caméfito
Goodeniaceae	<i>Stylosanthes viscosa</i> (L.) Sw.	caméfito
	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl	caméfito
Juncaceae	<i>Juncus</i> sp.	hemicriptófito
Malvaceae	<i>Pavonia</i> sp.	caméfito
	<i>Sida carpinifolia</i> L.	caméfito
	<i>Waltheria indica</i> L.	caméfito
Melastomataceae	<i>Tibouchina clavata</i> (Pers.) Wurdack	caméfito
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze	caméfito
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	caméfito
Orchidaceae	<i>Epidendrum fulgens</i> Brongn.	caméfito
Orobanchaceae	<i>Agalinis communis</i> (Cham. & Schltdl.) D'Arcy	caméfito
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	caméfito
Plantaginaceae	<i>Achetaria ocymoides</i> (Cham. & Schltdl.) Wettst.	caméfito
	<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	hemicriptófito
Poaceae	<i>Andropogon arenarius</i> Hack.	hemicriptófito
	<i>Andropogon bicornis</i> L.	hemicriptófito
	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	hemicriptófito
	<i>Eragrostis trichocolea</i> Arechav.	hemicriptófito
	<i>Eragrostis</i> sp.	hemicriptófito
	<i>Eustachys retusa</i> (Lag.) Kunth	hemicriptófito
	<i>Panicum racemosum</i> (P. Beauv.) Spreng.	hemicriptófito
	<i>Panicum</i> sp.	hemicriptófito
	<i>Paspalum pumilum</i> Nees	hemicriptófito
	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	hemicriptófito
<i>Spartina ciliata</i> Brongn.	hemicriptófito	
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	hemicriptófito	

	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	hemicriptófita
Polygalaceae	<i>Polygala cyparissias</i> A. St.-Hil. & Moq.	caméfito
	<i>Polygala paniculata</i> L.	caméfito
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	caméfito
	<i>Diodella apiculata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.)	
Rubiaceae	Delprete	caméfito
	<i>Diodella radula</i> (Willd. ex Roem. & Schult.)	
	Delprete	caméfito
	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	caméfito
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	caméfito
Smilacaceae	<i>Smilax campestris</i> Griseb.	caméfito

A representatividade das famílias neste estudo é similar àquela encontrada por outros levantamentos com vegetação de restinga herbácea no litoral de Santa Catarina, os quais destacam Asteraceae e Poaceae como as famílias de maior riqueza específica (Danilevicz et al. 1990, Souza et al. 1992, Daniel 2006, Guimarães 2006, Klein et al. 2007). Apenas o estudo de Castellani et al. (1995) destaca as famílias Poaceae e Cyperaceae como as mais diversas, estando Asteraceae em terceiro lugar em número de espécies. A tabela 1 mostra comparativamente a riqueza específica total e das famílias mais importantes para a restinga herbácea em relação ao resultado aqui obtido.

Os gêneros com maior número de espécies foram *Desmodium* (3) e *Achyrocline*, *Andropogon*, *Chenopodium*, *Cyperus*, *Diodella*, *Eragrostis*, *Ipomoea*, *Panicum* e *Paspalum* (2). Esses resultados se assemelham aos obtidos em outros levantamentos realizados no estado. Klein et al. (2007) citam os gêneros *Paspalum*, *Cyperus*, *Desmodium*, *Ipomoea* e *Pterocaulon* como os mais ricos em número de espécies para uma restinga de Araranguá. Na flora levantada pelo inventário florístico de Santa Catarina, entre as herbáceas típicas de áreas pós-praia foram identificadas espécies pertencentes aos gêneros *Conyza*, *Gamochoeta* e *Hydrocotyle* (Korte et al. 2013).

O número total de espécies registrado neste estudo demonstra uma diversidade biológica expressiva entre outras áreas de dunas estudadas em Santa Catarina (Tabela 2), evidenciando o bom estado de conservação do remanescente de restinga do Parque Estadual do Acaraí. Dunas com floras mais expressivas foram encontradas em restingas praianas por Souza et al. (1992) e Guimarães (2006), ambas localizadas no município de Florianópolis (Tabela 2).

Tabela 2 – Comparação da riqueza de espécies e famílias mais diversas com outros trabalhos realizados em ambiente de dunas no estado de Santa Catarina, Brasil.

Autor	Município	Tipo de	Área	Espécies	Famílias
-------	-----------	---------	------	----------	----------

		estudo	amostrada (Fito, m ²)	(Flo)	(nº. de espécies)
Este estudo	São Francisco do Sul	Flo Fito	300	77	Poaceae (13) Asteraceae (12)
Reitz (1954)**	Laguna	Flo	–	176	Cyperaceae (11) Myrtaceae (11)
Bresolin (1979)	Florianópolis	Flo	–	22	Poaceae (6) Asteraceae (2)
Cordazzo & Costa (1989)	Garopaba	Fito	130	31	Asteraceae (6) Poaceae (4)
Danilevicz et al. (1990)	Garopaba	Flo Fito	50	75	Asteraceae (16) Poaceae (15)
Souza et al. (1992)	Florianópolis	Flo	–	112	Asteraceae (29) Poaceae (27)
Castellani et al. (1995)	Florianópolis	Fito	75	61	Poaceae (15) Cyperaceae (13)
Daniel (2006)*	Araranguá	Flo Fito	102	124	Poaceae (34) Asteraceae (21)
Guimarães (2006)*	Florianópolis	Flo	–	104	Asteraceae (24) Poaceae (12)
Klein et al. (2007)	Araranguá	Flo Fito	120	60	Asteraceae (11) Poaceae (9)
Korte et al. (2013)* ** ^Δ	Araranguá, Florianópolis, Palhoça e São Francisco do Sul	Flo Fito	2.000	225	Asteraceae (22) Cyperaceae (9)

Legenda: * para fins de comparação empregaram-se apenas os dados obtidos para os habitats praias e de dunas frontais. ** não distinguem as formações de restinga onde foram encontradas as espécies herbáceas/subarborescentes identificadas. ^Δ não apresentam os parâmetros fitossociológicos do componente herbáceo de restinga. Flo – estudo florístico. Fito – estudo fitossociológico

O levantamento fitossociológico registrou 29 espécies, distribuídas em 28 gêneros e 16 famílias. Os dez maiores VIs (valor de importância) foram obtidos pelas espécies *Smilax campestris* (25,2), *Remirea maritima* (20,9), *Scaevola plumieri* (18,8), *Ipomoea imperati* (15,5), *Canavalia rosea* (14,1), *Blutaparon portulacoides* (13,0), *Ipomoea pes-caprae* (10,2), *Stylosanthes viscosa* (7,1), *Sesuvium portulacastrum* (6,6) e *Oxypetalum tomentosum* (6,5) (Tabela 3). Tais espécies foram responsáveis por 69,2% do VI na restinga herbácea.

Os resultados obtidos se aproximam de uma das descrições mais antigas para o ambiente de dunas no estado, que destaca as espécies *Ipomoea pes-caprae*, *Panicum racemosum*, *Scaevola plumieri* e *Spartina ciliata* como as de maior cobertura (Bresolin 1979). Nas restingas de Garopaba, *Mariscus pedunculatus*, *Spartina ciliata*, *Smilax campestris*, *Hydrocotyle bonariensis* e *Dodonaea viscosa* são as cinco espécies de maior importância na estrutura da comunidade (Danilevicz 1990). Castellani et al. (1995) apontam as gramíneas *Panicum racemosum* e *Paspalum arenarium* como as espécies de maior cobertura vegetal em área frontal não alagável de uma restinga em

Florianópolis. Em outro local desse mesmo município, *Blutaparon portulacoides* é citada como a espécie de maior abundância na restinga herbácea (Guimarães 2006). Outras espécies como *Juncus acutus*, *Andropogon arenarius*, *Paspalum vaginatum* e *Hydrocotyle bonariensis* são descritas como as de maior valor de importância na restinga de Araranguá (Klein et al. 2007). Assim, apesar de assumirem diferentes posições sociológicas, as espécies citadas no presente estudo e por outros levantamentos fitossociológicos no estado de Santa Catarina são, em sua maioria, as mesmas e possuem importante papel na estruturação da comunidade.

Essas espécies são consideradas halófilo-psamófilas e exibem formas de vida que lhes permitem sobreviver em condições estressantes do ambiente de dunas, como a instabilidade do substrato, a escassez de água, as altas temperaturas e a elevada salinidade (Seeliger 1992, Boeger & Gluzezak 2006).

Tabela 3 – Espécies amostradas na comunidade de dunas da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil, em ordem decrescente de VI.

Família	Espécie	Npi	FA	FR	CA	CR	VI
Smilacaceae	<i>Smilax campestris</i>	212	70,67	17,24	14,09	7,98	25,22
Cyperaceae	<i>Remirea maritima</i>	217	72,33	17,64	5,75	3,26	20,90
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i>	72	24,00	5,85	22,99	13,02	18,88
Convolvulaceae	<i>Ipomoea imperati</i>	166	55,33	13,50	3,64	2,07	15,56
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	79	26,33	6,42	13,70	7,76	14,19
Amaranthaceae	<i>Blutaparon portulacoides</i>	122	40,67	9,92	5,45	3,09	13,01
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	57	19,00	4,63	9,91	5,62	10,25
Fabaceae	<i>Stylosantes viscosa</i>	33	11,00	2,68	7,88	4,46	7,15
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	6	2,00	0,49	10,83	6,14	6,63
Apocynaceae	<i>Oxypetalum tomentosum</i>	50	16,67	4,07	4,40	2,49	6,56
Poaceae	<i>Paspalum vaginatum</i>	48	16,00	3,90	4,58	2,60	6,50
Cactaceae	<i>Opuntia monacantha</i>	4	1,33	0,33	10,63	6,02	6,35
Poaceae	<i>Spartina ciliata</i>	49	16,33	3,98	3,93	2,23	6,21
Calyceraceae	<i>Acicarpa spathulata</i>	2	0,67	0,16	10,00	5,67	5,83
Asteraceae	<i>Symphopappus casarettoi</i>	2	0,67	0,16	6,25	3,54	3,70
Malvaceae	<i>Pavonia</i> sp.	2	0,67	0,16	6,25	3,54	3,70
Calyceraceae	<i>Calycera crassifolia</i>	8	2,67	0,65	5,31	3,01	3,66
Asteraceae	<i>Gamochoaeta americana</i>	25	8,33	2,03	2,50	1,42	3,45
Apiaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	22	7,33	1,79	2,50	1,42	3,21
Apiaceae	<i>Centella asiatica</i>	19	6,33	1,54	2,89	1,64	3,18
Asteraceae	<i>Conyza primulifolia</i>	15	5,00	1,22	3,00	1,70	2,92
Amaranthaceae	<i>Alternanthera littoralis</i>	10	3,33	0,81	2,50	1,42	2,23
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	3	1,00	0,24	2,50	1,42	1,66
Fabaceae	<i>Desmodium adscendens</i>	2	0,67	0,16	2,50	1,42	1,58

Fabaceae	<i>Centrosema virginianum</i>	1	0,33	0,08	2,50	1,42	1,50
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	1	0,33	0,08	2,50	1,42	1,50
Asteraceae	<i>Pterocaulon purpurascens</i>	1	0,33	0,08	2,50	1,42	1,50
Malvaceae	<i>Sida carpinifolia</i>	1	0,33	0,08	2,50	1,42	1,50
Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	1	0,33	0,08	2,50	1,42	1,50

Nota: número de parcelas de ocorrência da espécie i (Ni), frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR), cobertura absoluta (CA), cobertura relativa (CR) e valor de importância (VI).

Muitas espécies que compõem a flora do ambiente estudado são plantas de hábito herbáceo caracterizadas pelo desenvolvimento de caules estoloníferos ou rizomatosos. Por esses atributos morfológicos, espécies encontradas neste estudo, tais como *Blutaparon portulacoides*, *Cakile maritima*, *Canavalia rosea*, *Ipomoea pes-caprae*, *Paspalum vaginatum* e *Spartina ciliata*, são consideradas importantes como fixadoras de dunas, contribuindo com a estabilização dos cordões arenosos dispostos na região pós-praia (Cordazzo et al. 2006). Além da função ecológica de estabilização do sedimento arenoso, a ocorrência das espécies *Canavalia rosea*, *Ipomoea pes-caprae* e *Scaevola plumieri* encontra no litoral catarinense seu limite sul de distribuição geográfica (Cordazzo & Seeliger 1988).

Os índices de diversidade e equabilidade foram 2,89 (nats/ind.) e 0,90, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos para a vegetação associada ao afloramento do lençol freático entre dunas numa restinga herbácea de Florianópolis, com índices de 2,76 e 0,73 (Castellani et al. 1995), e para a restinga herbácea de Araranguá, com índices de 3,25 e 0,60, respectivamente para diversidade e equabilidade (Klein et al. 2007). A proximidade de tais valores com os obtidos no presente trabalho indica que a restinga estudada possui uma diversidade florística elevada quando comparada a outras formações de restinga herbácea do estado de Santa Catarina.

Na análise global dos resultados obtidos, salienta-se a alta diversidade de espécies encontrada na restinga herbácea de São Francisco do Sul, com destaque às espécies de elevado potencial de fixação de dunas e estabilização das areias na região pós-praia. Apesar de serem observadas agressões locais no ambiente, como a coleta seletiva de espécimes para floricultura, pisoteio em certos trechos de dunas parabólicas e a própria estrada que corta a porção frontal da restinga, a flora ali encontrada reflete o bom estado de conservação da área pela consolidação da unidade de conservação.

Agradecimentos

Aos sistematas Dr. Osmar dos Santos Ribas (MBM) e Dr. Rafael Trevisan (UFSC) a identificação de muitas espécies coletadas na restinga do Parque Estadual do Acaraí.

Referências

Almeida, A.L. & Araújo, D.S.D. 1997. Comunidades vegetais do cordão arenoso externo da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, RJ. *Oecologia Brasiliensis* 51: 47-63.

Alves, R.J.V., Cardin, L. & Kropf, M.S. 2007. Angiosperm disjunction “Campos rupestres - restingas”: a re-avaluation. *Acta Botanica Brasilica* 21(3): 675-685.

APG III. Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Biological Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.

Bigarella, J.J. 2001. Contribuição ao estudo da planície litorânea do estado do Paraná. *Brazilian Archives of Biology and Technology* (2001):65-110.

Boeger, M.R.T. & Gluzezak, R.M. 2006. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 61(1-2): 73-82.

Bresolin, A. 1979. Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina. *Insula* 10: 1-55.

Castellani, T.T., Folchini, R. & Scherer, K.Z. 1995. Variação temporal da vegetação em um trecho de baixada úmida entre dunas, Praia da Joaquina, Florianópolis, SC. *Insula* 24: 37-72.

Causton, D.R. 1988. *Introduction to vegetation analysis*. Unwin Hyman, London. 342 p.

Cordazzo, C.V. & Costa, C.S.B. 1989. Associações vegetais das dunas frontais de Garopaba (SC). *Ciência e Cultura* 41(9):906-910.

Cordazzo, C.V. & Seeliger, U. 1988. Phenological and biogeographical aspects of coastal dune plant communities in southern Brazil. *Vegetatio* 75:169-173.

Cordazzo, C.V., Paiva, J.B. & Seeliger, U. 2006. Plantas de dunas da costa sudeste atlântica. Pelotas, Useb, 107 p.

Costa-Neto, S.V., Pereira, O.J., Bastos, M.N.C., Santos, J.U.M. & Amaral, D.D. 2001. Fitossociologia das formações herbáceas da restinga do Crispim, Marapanim – PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica* 17(1): 161-185.

Daniel, R.B. 2006. Florística e fitossociologia da restinga herbácea-arbustiva do Morro dos Conventos, Araranguá-SC. 74 f. Dissertação de mestrado, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

Danilevicz, E., Janke, H. & Pankowski, L.H.S. 1990. Florística e estrutura da comunidade herbácea e arbustiva da Praia do Ferrugem, Garopaba, SC. *Acta Botanica Brasilica* 4(2): 21-34.

EMBRAPA. 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília, EMBRAPA, 353 p.

- EPAGRI. 2014. Dados meteorológicos. Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br>. Acesso em 10.03.2014.
- Falkenberg, D.B. 1999. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. *Insula* 28: 1-30.
- FATMA. 2008. Plano de manejo do Parque Estadual do Acaraí. Curitiba, FATMA, 240 p.
- Fidalgo, O. & Bononi, L.R. 1989. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. São Paulo, IBt, 62 p.
- Filgueiras, T.S., Nogueira, P.E., Brochado, A.L. & Guala II, G.F. 1994. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. *Cadernos de Geociências IBGE* 12: 39-43.
- Guimarães, T.B. 2006. Florística e fenologia reprodutiva de plantas vasculares na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. 107 f. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 1-9. Disponível em: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. Acesso em 01.02.2014.
- Holzer, W., Crichyno, J. & Pires, A.C. 2004. Sustentabilidade da urbanização em áreas de restinga: uma proposta de avaliação pós-ocupação. *Paisagem Ambiente* 19: 49-66.
- IBGE. 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro, IBGE, 274 p.
- Klein, A.S., Citadini-Zanette, V. & Santos, R. 2007. Florística e estrutura comunitária de restinga herbácea no município de Araranguá, Santa Catarina. *Biotemas* 20(3): 15-26.
- Korte, A., Gasper, A.L., Kruger, A. & Sevegnani, L. 2013. Composição florística e estrutura das restingas de Santa Catarina. In: Vibrans, A.C, Sevegnani, L., Gasper, A.L., & Lingner, D.V. (Eds.). *Inventário florístico florestal de Santa Catarina: floresta ombrófila densa*. Blumenau, Edifurb, v. 5, p. 285-309.
- Lacerda, L.D. & Araujo, D.S.D. 1987. A natureza das restingas. *Ciência hoje* 6(33): 42-49.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil. 2014. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em 01.02.2014.
- Magurran, A.E. 2013. *Medindo a diversidade biológica*. Curitiba, Editora UFPR, 261 p.
- Moore, P.D. & Chapmann, S.B. 1986. *Methods in plant ecology*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 598 p.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York, John Wiley and Sons, 547 p.
- Munhoz, C.B.R. & Araújo, G.M. 2011. Métodos de amostragem do estrato herbáceo-subarbustivo. In: Felfili, J.M, Eisenlohr, P.V., Melo, M.M.R.F, Andrade, L.A. & Neto, J.A.A.M. (Eds.). *Fitossociologia no Brasil*. Viçosa, UFV, p. 213-232.
- Oliveira, F.A. & Vieira, C.V. 2008. Proposal of semi-detailed geomorphological map of northeastern Santa Catarina State, Brazil. In: *Abstract book of the international meeting*

and field trip environmental analysis and geomorphological mapping for a sustainable development. Roma, Roma University, p. 13-15.

Oliveira-Filho, A.T. & Carvalho, D.A. 1993. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. *Revista Brasileira de Botânica* 16(1): 115-130.

PROBIO. 2003. 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.

Raunkiaer, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, Clarendon Press, 632 p.

Reitz, R. 1954. A vegetação de Laguna. *Sellowia* 6(6): 243-258.

Reitz, R. 1961. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. *Sellowia* 13(13): 17-111.

Rizzini, C.T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Rio de Janeiro, Âmbito Cultural, 747 p.

Rocha, C.F.D., Bergallo, H.G., Alves, M.A.S. & Van Sluys, M. 2003. A biodiversidade nos grandes remanescente florestais do estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica. São Carlos, RiMa, 160 p.

Sampaio, D., Souza, V.C., Oliveira, A.A., Paula-Souza, J. & Rodrigues, R.R. 2005. As árvores de restinga: guia de identificação. São Paulo, Neotrópica, 280 p.

Scarano, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats to the Brazilian atlantic rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524.

Scarano, F.R., Duarte, H.M., Ribeiro, K.T., Rodrigues, P.J.F.P., Barcellos, E.M.B., Franco, A.C., Brulfert, J., DeleÂens, E. & Luëttge, U. 2001. Four sites with contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographical distribution to ecophysiological parameters. *Botanical Journal of the Linnean Society* 136: 345-364.

Seeliger, U. 1992. Coastal dunes of southern Brazil: physiography, habitats and vegetation. In: Seeliger, U., Odebrecht, C., & Castello, J.P. (Eds.). *Subtropical convergence environments: the coastal sea in the southwestern Atlantic*. Berlin, Springer-Verlag, p. 367-381.

Silva, S.M. 1999. Diagnósticos das restingas do Brasil. Disponível em: <http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/restinga>. Acesso em 10.04.2014.

Silva, S.M. & Britez, R.M. 2005. A vegetação da planície costeira. In: Marques, M.C.M. & Britez, R.M. (Eds.). *História natural e conservação da Ilha do Mel*. Curitiba, Editora da UFPR, p. 49-84.

Souza, M.T.R. 2004. O litoral brasileiro. *Revista de Cultura do IMAE* 5: 63-67.

Souza, M.L.D.R., Falkenberg, D.B., Amaral, L.G., Fronza, M., Araújo, A.C. & Sá, M.R. 1992. Vegetação do Pontal da Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. I. Levantamento florístico e mapa fitogeográfico. *Insula* 21: 87-117.

Teixeira, M.B., Coura-Neto, A.B., Pastore, U. & Rangel-Filho, A.L.R. 1986. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos – Estudo fitogeográfico. In: IBGE – Levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro, IBGE, p. 541-620.

Veloso, H.P., Rangel, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro, IBGE-DERMA, 124 p.

Vibrans, A.C., Sevegnani, L., Gasper, A.L. & Lingner, D.V. (eds.). 2012. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: diversidade e conservação dos remanescentes florestais. Blumenau, Edifurb, 334 p.

Zanella, N.R.Z, Prudencio, M. & Castellani, T.T. 2010. Análise da cobertura vegetal em duna semifixa dez anos após a aplicação de técnicas de restauração no Parque Municipal das Dunas da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina. *Biotemas* 23(3): 49-58.

Waechter, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação da restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS. Série Botânica* 33: 49-68.

Waechter, J.L. 1990. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. In: ACIESP. Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, Aguás de Lindóia, SP, p. 228-248.

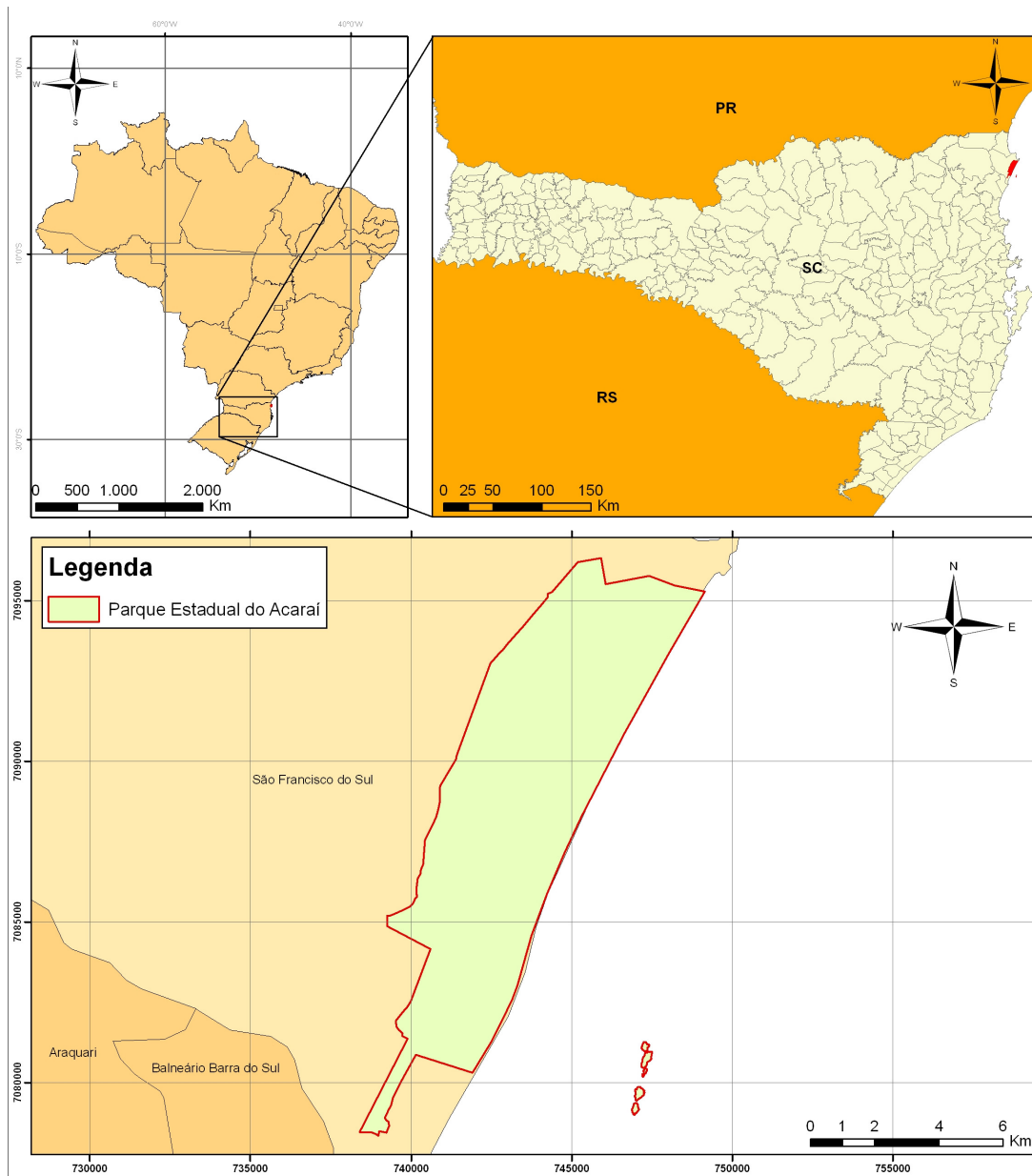


Figura 1 – Localização da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, Santa Catarina.
 Fonte: FATMA (2008).

Capítulo 3

Leaf traits and plastic potential of plant species
in a light-edaphic gradient from a restinga in
Southern Brazil



João Carlos Ferreira de Melo Júnior
Maria Regina Torres Boeger

**LEAF TRAITS AND PLASTIC POTENTIAL OF PLANT SPECIES IN A
LIGHT-EDAPHIC GRADIENT FROM A *RESTINGA* IN SOUTHERN BRAZIL**

**Características de las hojas y el potencial plástico de las especies vegetales en
gradiente luminosa y el suelo sobre *restinga* en el sur de Brasil**

João Carlos Ferreira de MELO JÚNIOR¹, Maria Regina Torres BOEGER¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal do
Paraná, Curitiba, Paraná, Brazil.

For correspondence: jcmelo_wood@hotmail.com

ABSTRACT

Restinga formations grow on sandy spits of coastal plains, an environment whose conditions limit the growth and development of vegetal species. Studies on *restinga* gradients are good examples of how plants acclimate to restrictive environments. This work compares three woody species co-occurring in four vegetations of a *restinga* from Southern Brazil. It pinpoints morpho-anatomical attributes that favor the survival of species faced with spatial variability of soil and light conditions. Results indicate that they respond differently to environmental variables on different scales. The plastic response of morphological attributes is more marked than that of anatomical ones. Individual height, fresh and dry leaf masses, leaf area, specific leaf mass and area, leaf density, and water content are particularly noteworthy. These responses are strategies allowing the studied species to survive in *restinga* environment with highly variable soil nutrient, water availability, and light conditions.

Keywords: coastal vegetation, light and soil conditions, leaf morphology, leaf anatomy.

RESUMEN

Restinga (o cordón litoral) es una formación que se desarrolla en cordones arenosos de planícies litorales. Este ambiente presenta condiciones limitantes al crecimiento y desarrollo de las especies vegetales. Estudios en gradientes de restinga son buenos ejemplos de como las plantas se aclimatan a las condiciones ambientales restrictivas. Este trabajo tuvo como objetivo comparar tres especies leñosas co-ocurrentes en cuatro fisonomías de una restinga del sur de Brasil, buscando conocer los atributos morfo-anatomicos que favorecen la sobrevivencia de estas especies frente a la heterogeneidad espacial de las condiciones de suelo y luz. Los resultados indican que las variables ambientales fueron percibidas en diferentes escalas por las especies. Atributos morfológicos presentaron respuesta plástica mas acentuada que los anatomicos, destacandose la altura de los individuos, las masas foliares frescas y secas, el area

foliar, el área y la masa específica foliar, la densidad foliar y el contenido de agua. Tales características representan estrategias que permiten a las especies estudiadas sobrevivir en ambientes de restinga con elevada variación en la disponibilidad de nutrientes y agua del suelo y condiciones de luminosidad.

Palabras clave: vegetación costera, condiciones de luz y el suelo, morfología de la hoja, anatomía de la hoja.

INTRODUCTION

In nature, environmental conditions vary spatially and temporally and exhibit complex patterns that limit the establishment and development of vegetation (Rossatto *et al.*, 2009). Climate, rainfall, altitude, relief, soil, and light can influence the plant morphological traits (Givnish, 1984). Soil fertility and light can affect directly plant growth (Henriques and Marcelis, 2000). Soil nutrient availability induces different strategies of resource allocation and variations in leaf morphological traits (Boeger *et al.*, 2004; Louw-Gaume *et al.*, 2010; Lü *et al.*, 2012), whereas incident light regulates plant growth, due to its greater spatial and temporal heterogeneity (Pugnaire and Valladares, 2007). Plants can adapt and grow on large environmental scales (Lambers *et al.*, 1989). Their interaction with distinct abiotic factors is a precursor of adaptation to their growth (Givnish, 1984; Sultan, 1995), through adjustments of morphological, anatomical, physiological (Schlichting, 1986), and reproductive characteristics (Sultan, 2000).

The ability of an organism to alter its phenotype in response to changes in the environment is named phenotypic plasticity (Gratani, 2014). It is an adequate way for sessile organisms to deal with environmental heterogeneity (Sultan, 2000). It influences their adaptation (Pigliucci, 2005) and triggers variations that lead to adaptive divergences and allow for evolution and speciation (Valladares *et al.*, 2007).

Plants are plastic for several important ecological attributes (Sultan, 2000). However, plasticity can adopt a modular form, and affect meristems, leaves, stems,

rather than the whole plant (Kroon *et al.*, 2005). Leaves have been considered the most plastic plant organ (Dickison, 2000).

From the ecological viewpoint, these plastic responses and their magnitude can reduce extinction risks (Givnish, 2002). In addition, they allow plants to explore distinct habitats and richer resource niches and to enlarge their geographic distribution (Sultan, 2000; Bradshaw, 2006).

In heterogeneous environments, plants with a larger plastic potential can promote the formation of ecotypes, especially in environments with an edaphic gradient (Fuzeto and Lomônaco, 2000; Cardoso and Lomônaco, 2003), such as *restingas*.

Restinga is a pioneer plant formation distributed in mosaics on coastal plains along sand dunes originated by marine sediment deposition and secondarily modeled by wind action (Bigarella, 2001; IBGE, 2012). This formation occurs along the whole Brazilian coastline, on quaternary deposits formed by marine transgressions and regressions (Araújo and Henriques, 1984; Veloso *et al.*, 1991). *Restinga* belongs to the Mata Atlantica domain (Rizzini, 1997). Its plant communities depend more on soil conditions than on climate (Brasil, 1999). They are distributed from the high tide line to the forests close to the Serra do Mar elevations (Rizzini, 1997) and include from herbaceous, creeping, and psammophylous plants, with low diversity on dunes, to ombrophilous dense forests, with higher plant diversity (Fernandes, 2006). Some plant species are established from the tide line to the dense forest and compete in an efficient way for the available resources.

Restinga plants are known to survive in severe environmental conditions and with limited nutrient supply (Fernandes, 2006). They are considered halophytes-psammophytes due to their tolerance to salinity and movement of dunes (Bigarella, 2001). They usually grow in soil with low availability of water and organic matter and

under intense sunlight (Waechter, 1985). These conditions vary along the edaphic gradient toward the forest. The few studies that addressed the functional responses of dune plants to the environmental conditions showed the development of xeromorphic traits related to water economy. Small and vertical leaves, thick cuticles, stomata on both leaf surfaces, and water-storage parenchyma are present among halophyte-psammophyte plants. All allow for a higher efficiency of the physiological processes to occupy and survive in *restinga* ecosystems (Boeger and Gluzejak, 2006; Arruda *et al.*, 2009).

The processes by which plants decode environmental signals (Schmitt *et al.*, 2003) must be studied to understand their plasticity in different natural habitats, since their morphological and anatomical responses provide information on their plastic potential in different conditions of soil and luminosity.

The main objective of this study is to evaluate comparatively the morpho-anatomical traits of three species along a light-edaphic gradient in a *restinga* from Southern Brazil. We assume that, independently from the phylogenetic relationships among them, the environmental conditions modulate the convergent plastic responses of plants in order to survive and grow in this limited environment.

MATERIALS AND METHODS

Study site

Study area is located at Grande beach, São Francisco do Sul County, Santa Catarina, Brazil (48° 33' W e 26° 17' S). This area is a Conservation Unity of Integral Preservation, named Acaraí State Park, and classified as extremely high priority by the Project for the Conservation and Sustainable Use of Brazilian Biodiversity (PROBIO 2003). Its 6,667 ha of coastal plains include *restinga*, the low-land forest of Praia

Grande, the hydrological complex of the Acarí and Perequê rivers, and the Capivaru lagoon (FATMA, 2008). Climate is classified as mesothermic and Cfa, in Köppen's classification. It is strongly influenced by marine humidity. Annual mean rainfall is 2,372 mm. Annual mean temperature is 21.3°C (12.9°C to 33.6°C, EPAGRI, 2014). The following *restinga* vegetations, adapted from FATMA (2008), and associated to an edaphic gradient constitute the study areas (Fig. 1):

- a) Herb *restinga* (Rh) – composed of psammophilous and halophyte species, predominantly rhizomatous, cespitose, and creepy herbaceous plants growing on dunes and antidunes. Soil is sandy, quartzarenic neosol with low water and nutrient retention capacity and low fertility.
- b) Shrub *restinga* (Ra) – Formed by dense 0.5 to 1.5m high shrub mosaics. Its non-hydromorphic, sandy, strongly acid spodosol has a low nutrient content.
- c) Shrub-tree *Restinga* (Raa) – This vegetation arises when dunes are more inland and stable. It is composed by shrubs and trees between 2 and 5 m high. Pedological conditions are similar to Ra.
- d) Transition Forest (Ft) – A forest formation with a continuous stratum between 15 and 20m high, on spodosol + hydromorphic organosol. Soil has a high concentration of organic matter and water content. This area is a transition to dense ombrophilous forest *stricto sensu*.

Measurement of environmental variables

Soil characterization included: a) nutritional status and salinity performed by the Laboratório de Análise do Solo e Planta of the Instituto Agronômico de Campinas/SP-Brasil based on five homogenized samples from each physiognomy collected 15 cm

deep, according to a methodology recommended by EMBRAPA (2013); b) litter production; and c) gravimetric humidity measured on five samples from each physiognomy (EMBRAPA, 2013). The PAR (photosynthetically active radiation) on leaves was measured with a light meter (Li-250A LICOR, USA).

Plant material

The species selected for this study were *Varronia curassavica* Jacq. (Boraginaceae), *Dodonaea viscosa* Jacq. (Sapindaceae) and *Symphyopappus casarettoi* B.L.Rob. (Asteraceae) by occur in all *restinga* formations described (Melo Jr. & Boeger, in press). Vouchers were deposited at the JOI (Herbarium of University of Joinville Region) for reference, under the following numbers: *Varronia curassavica* (J.C. Melo 14103, JOI), *Dodonaea viscosa* (J.C. Melo 1054, JOI) and *Symphyopappus casarettoi* (J.C. Melo 881, JOI).

Measurements

Five individuals were selected in each physiognomy. Their height, life form, and habitat were registered. Thirty canopy leaves, between 3rd and 6th nodes from apex were collected for morphometric to analyze leaf fresh mass (LFM, g), leaf dry mass (LDM, g), leaf thickness (LT, mm), leaf area (LA, cm²), specific leaf area (SLA = leaf area/leaf dry mass, cm².g⁻¹), leaf density (DF = specific leaf mass.1/leaf thickness, mm³.mg⁻¹), and water content (LWC, g). Leaf area was estimated from images created with a flatbed scanner calibrated with Sigma Scan PRO software (version 5.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Water content was calculated by the difference between leaf fresh and dry mass.

Stomata density (SD, mm²) was determined by clear nail polish prints from the median region of epidermal surface of leaves, using light microscope with camera lucida coupled.

Ten leaves were fixed in FAA 50 and later conserved in ethanol 70% (Johansen, 1940). For anatomical studies, leaf samples from the median region of the fixed leaf were sectioned with a razor blade, clarified sodium hypochlorite, 10%, stained with toluidine blue and mounted in 1% glycerine 30% (O'Brien and McCully, 1981). Glycol methacrylate inclusion (JB-4) and rear section with a rotary microtome was used to not capable of cutting freehand material. In this case, transverse sections were stained with toluidine blue 0.05% (Feder and O'Brien, 1968) and mounted on synthetic resin (Paiva *et al.*, 2006).

Palisade parenchyma (PP), spongy parenchyma (SP), and water storage parenchyma (WSP) were measured (µm) in transverse sections of median regions of leaf blades. Palisade parenchyma/spongy parenchyma ratio (PP/SP) was also calculated. All measurements were made with an optical microscope Olympus CBB and micrometric ocular.

The mean values and respective standard deviations were calculated for all quantitative biological and environmental variables, for all the species from the four *restinga* vegetations. Principal Component Analysis (PCA) evaluated the edaphic gradient. Mean values of morphological and anatomical traits were compared by ANOVA using Tukey's test, with a 5% significance level, with software Statistica, version 7.0 (Statsoft Inc., USA). For each morphological and anatomical quantitative feature, the phenotypic plasticity index (PPI, *sensu* Valladares *et al.*, 2006) was calculated, according to the following formula: $PPI = (\text{value of maximum mean} - \text{value of minimum mean}) / (\text{value of maximum mean})$. This index varies from zero to one. The

Pearson's correlations were used to verify the relations between environmental and morpho-anatomical traits (Legendre and Legendre, 1998).

RESULTS

The principal component analysis showed that the first two components explained 98 % of the total variance of environmental attributes (Fig. 2). The principal component 1, represented by levels of P, K, Na, H+Al, and organic matter content, ion exchange capacity, litter thickness and gravimetric humidity explains 71.9% of soil variation among vegetation, while the sum of bases and Ca and Mg concentrations, related to principal component 2, explains 26.4% of the total variance.

Soil chemical analysis showed that pH increases gradually from Rh to Ft (Table 1). Soil is initially slightly acid and becomes extremely acid in Ft. Base saturation is inversely related to soil gradient. The values of P and K were higher in Ft. Lower concentrations of P and K were found in Raa and Rh soils, respectively. Very high values of Na were observed in Ft. In addition, Ca was inversely proportional to Na in all vegetations, except Raa, where the values of Na and Ca were the lowest. Aluminum concentration (H + Al), ion exchange capacity (IEC), litter thickness, and organic matter were directly proportional to the gradient, with higher values in Ft for all variables. Water soil, represented by gravimetric humidity, is low in Rh but it increases along the gradient to reach 76.2% in Ft, which has a hydromorphic soil.

The PAR of each species differed according to vegetations as a function of height, life form, and habitat of the sampled individuals (Table 2). A well-defined light gradient (Rh through Ft) was only observed in *V. curassavica*. Individuals of *D. viscosa* and *S. casarettoi* received more light in Rh and Ft than in Ra and Raa due to the adjacent vegetation that partially covers them.

The phenotypic plasticity index (PPI) evidences morpho-anatomical differences in all species (Table 3). All the morpho-anatomical traits of *V. curassavica* were highly plastic, except spongy parenchyma. Because this species presented the highest values, it can be considered the most plastic species. In *D. viscosa* e *S. casarettoi*, the plastic responses were higher for morphological attributes than anatomical ones, which showed a low plastic potential, except for stomata density in leaves of *S. casarettoi*.

ANOVA shows a different pattern of responses for each species along the edaphic gradient (Table 4), supporting the PPI results. *Varronia curassavica* exhibits plastic responses directly proportional to light, humidity, and organic matter content, for the following traits: fresh and dry leaf mass, leaf area, AEF, and water content. Its leaf area is 4 times higher in Ft than in Rh. Leaf thickness is inversely proportional to the edaphic gradient. Thicker leaves show more developed palisade parenchyma, while thinner ones have more developed spongy parenchyma. The gradual increase of leaf area was inversely proportional to stomata density (Table 4).

Dodonaea viscosa and *S. casarettoi* present similar patterns of structural variation. Their Rh and Ft individuals, on the one hand, and their Ra and Raa individuals, on the other, are alike. Thus, individuals of Rh and Ft show similar mean values for morphological and anatomical characteristics, except for SLA in *S. casarettoi* and leaf density, for both species. This pattern was also found in individuals from Ra and Raa (Table 4).

The correlations obtained between environmental attributes and morpho-anatomical traits showed strong correlations between luminosity and some morphological traits. Light was inversely correlated to leaf area ($r = 0.68$, $p < 0.002$), water content ($r = 0.70$, $p < 0.001$), fresh leaf mass ($r = 0.69$, $p < 0.002$), and dry leaf mass ($r = 0.63$, $p < 0.002$).

Soil humidity ($r = 0.68$, $p < 0.001$), organic matter content ($r = 0.67$, $p < 0.003$), and litter thickness were positively correlated to individual heights.

DISCUSSION

The results obtained indicate different plastic responses to the variables soil and light throughout the restinga gradient, according to species. The spatial heterogeneity characterized in each physiognomy induced responses on different scales in the studied species. Spatial changes in the light intensity that reaches plants seems to produce more relevant plastic responses in some species (Aranda *et al.*, 2004) whereas soil conditions can be more decisive for others (Poorter, 1999; Valladares, 2003; Hodge, 2006).

Although the edaphic features of *restinga* soils show wide variations in macronutrient and organic matter contents, organic litter thickness, and moisture, the different light conditions have more influence on the leaf morpho-anatomy of the studied species (Tables 2 and 4). A growing offer of nutrients, organic matter, and water in soils implies a gradual biomass allocation to plant stems and branches, represented by higher plants as we move from the dunes towards the forest.

Plasticity indices (PPI) show that the morphological attributes present more significant plastic than anatomical responses. This supports the idea that according to the level of incident light, species have different abilities to respond to luminosity variations and develop leaves with distinct, modularized morphological and anatomical features (Aranda *et al.*, 2004; Kroon *et al.*, 2005). Thus, environmental variations do not provoke a uniform response in each individual, but induce changes in certain functional unities (Kroon *et al.*, 2005), as shown, mainly, by the morphological attributes of the species studied.

The leaf morphological responses (smaller leaf areas, thicker limb, and higher stomatal density) presented by the plants from the herbaceous physiognomy, which is naturally more open due to a higher number of small height species, and by those from the forest physiognomy, where populations of *D. viscosa* and *S. casarettoi* are present in border areas or clearings, corroborate the morphological response of plants exposed to high light radiation (Boardman, 1977; Pyykko, 1979; Sultan, 1987; Ackerly *et al.*, 2000; Gratani *et al.*, 2006), as reduced leaf areas, and can be interpreted as a strategy to conserve water and control excessive transpiration (Boeger and Gluizezak, 2006).

On the other hand, in the more shaded environments of Ft, the leaves of *V. curassavica* present higher leaf area and reduced leaf thickness and stomatal density, which represent a trade-off to maximize light capture capacity in low light intensity environments (Percy, 2007) and a better photosynthetic yield and biomass allocation, despite the increase in transpiration surface (Givnish, 1988; Niinemets and Fleck, 2002; Santos *et al.*, 2010). In addition to the light factor, greater nutrient and water supply induce an increase in leaf area (Nicotra *et al.*, 2007), as observed in individuals of *V. curassavica* growing in Ft.

Anatomically, these attributes reflect more developed palisade parenchyma in leaves with smaller areas and more developed spongy parenchyma in leaves with wider areas, in the studied species. This mesophyll organization is directly influenced by the balance between carbon gain and water loss (Givnish and Vermeij, 1976). As for mesophyll structure, the thicker palisade parenchyma of plants growing in environments with higher luminosity facilitates the penetration of solar radiation and heightens the photosynthetic potential of these leaves (Vogelmann *et al.*, 1996; Evert, 2006; Mantuano *et al.*, 2006; György, 2009). A better profit of diffuse light in shady environments is associated with thin leaves with more developed spongy parenchyma,

which was reported in other studies on understory species (Cao, 2000; Boeger *et al.*, 2004; Boeger *et al.*, 2006).

The presence of photosynthesizing water-storage parenchyma in *S. casarettoi* has been interpreted as a xeromorphic response to the conditions of radiation and lower water availability in *restinga* vegetations. Xeromorphic features as water-storage tissue in psammophilous, halophitic plants are interpreted as attributes of resistance to environmental pressures related to water saving, which favor the permanence of some species in the *restinga* environment (Boeger and Gluzezak, 2006; Arruda *et al.*, 2009).

SLA, which is the ratio between leaf area and dry mass, is often used to assess plant growth because it is positively related to the relative growth rate between species (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013). It is also an important indicator of strategies of habitat preferences and of productivity of plants related to environments under stress (Niklas and Christianson, 2011), as *restingas*. The three studied species presented considerable AEF variation, a phenomenon reported as common in co-occurring species (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013). The individuals located in soils with more nutritional resources (Ft and Raa) had a higher SLA due to their higher content of dry matter, while the individuals growing in less fertile soils (Rh and Ra) presented a higher SLA owing to their thicker leaves. Individuals under higher levels of light, either because they are more isolated in Ra or occur in border areas of the other *restinga* vegetation, presented lower SLA values, which indicates a strategy to diminish the excessive temperature to which they are submitted and the transpiration it entails (Soares *et al.*, 2012). On the other hand, the individuals in more shaded environments, since they are covered by the canopy in Ft or are less exposed to light due to neighboring plants, presented higher SLA values. This reflects a greater investment in photosynthetic than in support tissues, corroborating the results of other studies on

sciophytic species (Boeger *et al.*, 2006; England and Attiwill, 2006). Thus, both dry mass and leaf area contribute to SLA in different manners, according to the conditions of each physiognomy and to the species concerned (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013).

Unlike leaf area, the stomatal density value for these three species was proportional to the quantity of light received in each *restinga* physiognomy and, in some cases, they corresponded to environments with higher water stress. Stomatal density variations are reported as a mechanism that controls stomatal conductance to regulate water loss through transpiration (Morais *et al.*, 2003). An increase in stomata number per leaf area unit may be due to high luminosity (Duz *et al.*, 2004; Pearce *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2010) and to soil water scarcity (Klich, 2000; Moratelli *et al.*, 2007; Melo Jr. *et al.*, 2012).

Leaf density shows the relation between leaf dry mass, area, and thickness (Witkowski and Lamont, 1991). It is considered as a plant acclimation to the luminous intensity received (Wright *et al.*, 2004) and reflects a higher investment in the production of mechanical tissues, in addition to photosynthesizing tissue compaction (Niinemets, 2001), which limits gas diffusion within the leaf (Niinemets, 1999). Although higher densities are expected in environments poor in nutrients or humidity or with high luminosity, and vice-versa (Witkowski and Lamont, 1991), in the present study, leaf density did not vary accordingly between species and between *restinga* vegetation. This can be explained by the variation observed in leaf thickness and dry mass, characters that often vary independently in the same plant, between species and in response to resource gradients (Witkowski and Lamont, 1991).

Higher water content was observed in the lower, shaded plants of the three species throughout the *restinga* gradient, which differs from our expectancies and most data reported for other species growing in such an environment (Boeger and Gluzezak,

2006; Pereira *et al.*, 2009). Nevertheless, some *restinga* species with water storage tissues and exposed to high solar radiation can present low water content (Boeger and Gluzezak, 2006). This phenomenon was observed in the populations of *V. curassavica*, *D. viscosa*, and *S. casarettoi* occurring under high luminosity in *restinga* vegetation. The plants of *D. viscosa* and *S. casarettoi* with higher water content were observed in the shadiest vegetations. In *V. curassavica*, water content was proportional to the gradient owing to a greater availability of water in the soil. Plants probably present distinct transpiration rates according to the availability of light (Markesteyn *et al.*, 2007). Thus, higher water storage in the leaves of low plants may serve as an alternative source for photosynthesis in conditions of water restriction (Lamont and Lamont, 2000). Nonetheless, in plants more exposed to light, be they low or not, low water potential can be compensated for by a reduction of leaf area reduction, a thicker palisade tissue increase, and dew absorption through stomata to maintain photosynthetic capacity (Zagdanska and Kozdoj, 1994; Lüttge, 1997).

The results of this study manifest that the species were able to develop structural responses, to a greater or lesser extent, to physical-climatic variations imposed by the environment (Givnish, 1988). Environmental heterogeneity, which translates into a great variation in nutrient and water availability in the soil and by distinct light conditions, transforms *restinga* into a model environment to study plasticity, since some species are distributed along the whole gradient.

Species with a higher plastic potential tend to allocate resources more effectively and occupy environments more aptly (Bradshaw, 2006). Low PPI values in leaf anatomy suggest that a low plastic response indicates a greater canalization and a regulatory action for anatomical structure plasticity (Pigliucci, 1996; Weinig, 2000). On the other hand, the different strategies used by the three species point out that a greater

plasticity, represented by morphological attributes, equalizes the conditions of high luminosity, nutrient scarcity, and water availability, which vary along the *restinga* vegetation, and regulates resource allocation and photosynthetic production to levels that allow their survival in this restricting environment.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Maiara Vitorino and Jeniffer Sena for their technical support during preparation of plant material, Osmar dos Santos Ribas for identifying the specimens, and Luciano Lorenzi for his support with statistical analyses. CNPq (National Research Council) n. 309386/2007-1 for providing a research grant to M.R.T. Boeger.

REFERENCES

Ackerly DD *et al.* The evolution of plant ecophysiological traits: recent advances and future directions. *BioSci.* 2000;50(11):979-995. doi: 10.1641/0006-3568(2000)050[0979:TEOPET]2.0.CC.

Aranda I, Pardo F, Gil L, Pardos JA. Anatomical basis of the change in leaf mass per area and nitrogen investment with relative irradiance within the canopy of eight temperate tree species. *Acta Oecol.* 2004;25:187-195. doi:10.1016/j.actao.2004.01.003.

Araujo DSD, Henriques RPB. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In: Lacerda LD, Araujo DSD, Cerqueira R, Turcq B, editors. *Restingas, origem, estrutura e processos*. Niterói: Centro Editorial da Universidade Federal Fluminense; 1984. p. 327-342.

Arruda RCO, Viglio NSF, Barros AAM. Anatomia foliar de halophyte e psammophilous reptantes ocorrentes na restinga de Ipitangas, Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia.* 2009;60(2):333-352. Available from http://rodriguesia.jbrj.gov.br/fasciculos/rodrig60_2/07-020-08.pdf [accessed November 2013].

Bigarella JJ. Contribuição ao estudo da planície litorânea do estado do Paraná. *Braz Arch Biol Techn Jubilee Volume (1946-2001)* 2001:65-110. Available from www.scielo.br/pdf/babt/vjubilee/a05vjub.pdf [accessed July 2013].

Boardan NK. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annu Rev Plant Phys.* 1977;28:355-377. doi: 10.1146/annurev.pp.28.060177.002035.

Boeger MRT, Alves LC, Negrelle RRB (2004). Leaf morphology of 89 tree species from a low-land tropical rain forest (Atlantic Forest) in south Brazil. *Braz Arch Biol Techn.* 2004;47(6):933-943. Available from www.oikos.ufpr.br/artigos.htm [accessed October 2013].

Boeger MRT, Gluzezak RM. 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. Available from www.fzb.rs.gov.br/publicacoes/iheringia-botanica [accessed June 2013].

Boeger MRT, Kaehler M, Melo Júnior JCF, Gomes MZ, Chaves CRM, Scholtz ES. Estrutura foliar de seis espécies de subosque de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. *Hoehnea.* 2006;33:521-531. Available from www.ambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/files/.../Hoehnea33n4a07 [accessed March 2014].

Bradshaw AD. Unravelling phenotypic plasticity – why should we bother? *New Phytol.* 2006;170:644-648. doi: 10.1111/j.1469-8137.2006.01761.x.

Brasil. Resolução do Conama n. 261, de 30 de junho de 1999. Brasília; 1999. Available from <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano> [accessed 5 August 2013].

Cao KF. Leaf anatomy and chlorophyll content of 12 woody species in contrasting conditions in a Bornean heath Forest. *Can J Botany*. 2000;78:1245-1253. doi: 10.1139/b00-096.

Cardoso GL, Lomônaco C. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. *Rev Bras Botânica*. 2003;26:131-140. doi:10.1590/S0100-84042003000100014.

Dickison WC. Integrative plant anatomy. San Diego: Harcourt Academic Press; 2000.

Duz SR, Siminski A, Santos M, Paulilo MTS. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. *Rev Bras Botânica*. 2004;27(3):587-596. doi:10.1590/S0100-84042004000300018.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília: Embrapa; 2013.

England JR, Attiwill PM. Changes in leaf morphology and anatomy with tree age and height in the broad leaved evergreen species, *Eucalyptus regnans* F. Muell. *Tress Structure and Function*. 2006;20:79-90. doi: 10.1007/s00468-005-0015-5.

EPAGRI. Dados meteorológicos. 2014. Available from www.epagri.sc.gov.br. [accessed 10 March 2014].

Evert RF. Esau's plant anatomy: meristems, cells and tissues of the plant body: their structure, function and development. 3. ed. New Jersey: Wiley; 2006.

FATMA. Plano de manejo do Parque Estadual do Acaraí. Curitiba: FATMA; 2008.

Feder N, O'Brien TP. Plant microtechnique: some principles and new methods. *Am J Botany*. 1968;55(1):123-142. Available from <http://www.amjbot.org/> [accessed January 2010].

Fernandes A. Fitogeografia brasileira: províncias florísticas. 3. ed. Fortaleza: Realce; 2006.

Fuzeto AP, Lomônaco C. Potencial plástico de *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae) e seu papel na formação de ecótipos em área de cerrado e vereda. *Rev Bras Botânica*. 2000;23:169-176. doi: 10.1590/S0100-84042000000200007.

Givnish TJ, Vermeij GJ. Sizes and shapes of liane leaves. *Amer Natur*. 1976;110:743-778. Available from <http://www.ots.ac.cr/bnbt/5847.html> [accessed June 2011].

Givnish TJ. Leaf and canopy adaptations in tropical forest. In Medina E, Mooney HA, Vasques-Yanes C (eds.). *Physiological ecology of plants in the wet tropics*. Hague: Junk Publishers; 1984. pp. 51-84.

Givnish TJ. Adaptation to sun and shade: A whole – plant perspective. *Aust J Plant Physiol.* 1988;15:63-92. Available from <http://www.mathdotcom.org/notes08/adapatation%20to%20sun%20and%20shade>. [accessed February 2014].

Givnish TJ. Ecological constraints on the evolution of plasticity in plants. *Evol Ecol.* 2002;16:213-242. doi: 10.1023/A:1019676410041.

Gratani L. Plant phenotypic plasticity in response to environmental factors. *Advances in Botany.* 2014;2014:3-17. doi: 10.1155/2014/208747.

Gratani L, Covone F, Larcher W. Leaf plasticity in response to light of three evergreen species of the mediterranean maquis. *Trees.* 2006;20:549-558. doi: 10.1007/s00468-006-0070-6.

György E. Anatomic adaptive strategies of some cormophytes with individuals growing in light and shade conditions. *Not Bot Horti Agrobo.* 2009;37(2)33-39. Available from www.notulaebotanicae.ro [accessed March 2014].

Henriques ARP, Marcelis LFM. Regulation of growth at steady – state nitrogen nutrition in lettuce (*Lactuca sativa* L.): interactive effects of nitrogen and irradiance. *Ann Botany.* 2000;86:1073-1080. doi: 10.1006/anbo.2000.1268.

Hodge A. Plastic plants and patchy soils. *J Exp Bot.* 2006;57:401-411. doi: 10.1093/jxb/eri280.

IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. São Paulo: IBGE; 2012.

Johansen DA. Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill; 1940.

Klich MR. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. *Environ Exp Bot.* 2000;44:171-183. doi:10.1016/S0098-8472(00)00056-3.

Kroon H, Huber H, Stuefer JF, Groenendaal JM. A modular concept of phenotypic plasticity in plants. *New Phytol.* 2005;166:73-82. doi: 10.1111/j.1469-8137.2004.01310.x.

Lambers H, Freijnsen N, Poorter H, Hirose T, Werf A. Analyses of growth based on net assimilations rate and nitrogen productivity: their physiological background. *In* Lambers H, Cambridge ML, Konings H, Pons TL. Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants. Hague: SPB; 1989. pp. 1-17.

Lamont BB, Lamont HC. Utilizable water in leaves of eight arid species as derived from pressure-volume curves and chlorophyll fluorescence. *Physiol Plantarum.* 2000;110:64-71. doi: 10.1034/j.1399-3054.2000.110109.x.

Legendre P, Legendre L. Numerical ecology. 2. ed. Netherlands: Elsevier Science; 1998.

Louw-Gaume AE, Rao IM, Gaume AJ, Frossard D. A comparative study on plant growth and root plasticity responses of two *Brachiaria* forage grasses grown in nutrient solution at low and high phosphorus supply. *Plant Soil*. 2010;328:155-164. doi: 10.1007/s11104-009-0093-z.

Lü XT, Freschet GT, Flynn DFB, Han XG. Plasticity in leaf and stem nutrient resorption proficiency potentially reinforces plant–soil feedbacks and microscale heterogeneity in a semi-arid grassland. *J Ecol*. 2012;100:144-150. doi: 10.1111/j.1365-2745.2011.01881.x.

Lüttge U. *Physiological ecology of tropical plants*. New York: Springer-Verlag; 1997.

Mantuano DG, Barros CF, Scarano FJ. Leaf anatomy variation within and between three “restinga” populations of *Erythroxylum ovalifolium* Peyr. (Erythroxylaceae) in Southeast Brazil. *Rev Bras Botânica*. 2006;29(2):209-215. Available from www.scielo.br/pdf/rbb/v29n2/a02v29n2 [accessed March 2014].

Markesteyn L, Poorter L, Bongers F. Light-dependent leaf trait variation in 43 tropical dry forest tree species. *Am J Botany*. 2007;94(4):515-525. doi: 10.3732/ajb.94.4.515.

Melo Jr. JCF, Boeger, MRT. Riqueza, estrutura e interações edáficas de um gradiente de restinga do Parque Estadual do Acaraí, Santa Catarina, Brasil. *Hoehnea*, no prelo.

Melo Jr. JCF, Bona C, Ceccantini G. Interpretações ecológicas da anatomia foliar comparada de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae) em diferentes condições edáficas de uma área de cerrado no Paraná. *Biotemas*. 2012;25(4):29-36. doi: 10.5007/2175-7925.2011v25n4p29.

Morais H, Marur CJ, Caramori PH, Ribeiro AMA, Gomes JC. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. *Pesq Agrop Bras*. 2003;38(10):1131-1137. doi: 10.1590/S0100-204X2003001000001.

Moratelli EM, Dalla-Costa M, Lovato E, Santos M, Paulilo MTS. Efeito da disponibilidade de água e de luz na colonização micorrízica e no crescimento de *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb. (Bignoniaceae). *Rev Árvore*. 2007;31:555-566. doi:10.1590/S0100-67622007000300021.

Nicotra AB, Hermes JP, Jones CS, Schlichting CD. Geographic variation and plasticity to water and nutrients in *Pelargonium australe*. *New Phytol*. 2007;1-14.

Niinemets Ü. Components of leaf mass per area – thickness and density – alter leaf photosynthetic capacity in reverse directions in woody plants. *New Phytol*. 1999;144:35-47. doi: 10.1046/j.1469-8137.1999.00466.x.

Niinemets Ü. Global-scale climatic controls of leaf dry mass per area, density, and thickness in trees and shrubs. *Ecol*. 2001;82(2):453-469. doi:10.1890/0012-9658(2001)082[0453:GSCCOL]2.0.CO;2.

Niinemets Ü, Fleck S. Petiole mechanics, leaf inclination, morphology, and investment in support in relation to light availability in the canopy of *Liriodendron tulipifera*. *Oecologia*. 2002;132:21-33. doi:10.1007/s00442-002-0902-z.

Niklas KJ, Christianson ML. Differences in the scaling of area and mass of *Ginkgo biloba* (Ginkgoaceae) leaves and their relevance to the study of specific leaf area. *Am J Botany*. 2011;98(8):1381-1386. doi:10.3732/ajb.1100106.

O'Brien TP, McCully YE. The study of plants structure: principles and selected methods. Melbourne: Termercarphy; 1981.

Paiva JGA, Fank-de-Carvalho SM, Magalhães MP, Graciano-Ribeiro D. Verniz vitral incolor 500: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. *Acta Bot Bras*. 2006;20(2):257-264. Available from <http://www.scielo.br/pdf/abb/v20n2/a02v20n2> [accessed May 2010].

Pearce DW, Millard S, Bray DF, Rood SB. Stomatal characteristics of riparian poplar species in a semi-arid environment. *Tree Physiol*. 2006;26:211-218. doi: 10.1093/treephys/26.2.211.

Pearcy RW. Responses of plants to heterogeneous light environments. *In* Pugnaire FI, Valladares F, editors. *Functional plant ecology*. London: CRC Press; 2007. pp. 213-257.

Pereira DC, Barros CF, Scarano FR. *In situ* variation in leaf anatomy and morphology of *Andira legalis* (Leguminosae) in two neighbouring but contrasting light environments in a Brazilian sandy coastal plain. *Acta Bot Bras*. 2009;23(1):267-273. doi: 10.1590/S0102-33062009000100028.

Pérez-Harguindeguy N *et al*. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Austr J Bot*. 2013;1-68. doi: 10.1071/BT12225.

Pigliucci M. How organisms respond to environmental changes: from phenotypes to molecules (and vice versa). *Tr Ecol Evol*. 1996;11:168-173. doi: 10.1016/0169-5347(96)2910008-2.

Pigliucci M. Evolution of phenotypic plasticity where are we going now? *Tr Ecol Evol*. 2005;20(9):481-486. doi:10.1016/j.tree.2005.06.001.

Poorter L. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. *Funct Ecol*. 1999;13:396-410. doi:10.1046/j.1365-2435.1999.00332.x.

PROBIO (2003). Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2003.

Pugnaire FI, Valladares F. *Functional plant ecology*. New York: CRC Press; 2007.

Pyykko M. Morphology and anatomy of leaves from some woody plants in a humid tropical forest of Venezuelan Guayana. *Acta Bot Fennica*. 1979;12:1-41.

Rizzini CT. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. São Paulo: Âmbito Cultural; 1997.

Rossatto DR, Hoffmann WA, Franco AG. Características estomáticas de pares congêneros de cerrado e mata de galeria crescendo numa região transicional no Brasil Central. Acta Bot Bras. 2009;23(2):499-508. doi: 10.1590/S0102-33062009000200021.

Santos M, Fermino Jr. PCP, Vialati MG, Paulino MTS. Structural aspects of leaves of *Guapira opposita* (Vell) Reitz (Nyctaginaceae) plants occurring in the sandbank and in the floresta ombrófila densa. InSula. 2010;39:59-78.

Schlichting CD. The evolution phenotypic plasticity in plants. Annu Rev Ecol Syst. 1986;17:667-693.

Schmitt J, Stinchcombe JR, Heschel MS, Huber H. The adaptive evolution of plasticity: phytochrome-mediated shade avoidance responses. Integr Comp Biol. 2003;43:459-469.

Soares LAA, Lima GS, Brito MEB, Sá FVS. Cultivo do tomateiro na fase vegetativa sobre diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido. Agropecuária. 2012;8(2):38-45.

Sultan SE. Evolutionary implications of phenotypic plasticity in plants. Evol Biol. 1987;21:127-178.

Sultan SE. Phenotypic plasticity and plant adaptation. Acta Bot Neerl. 1995;44:363-383.

Sultan SE. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. Trends Plant Sci. 2000;5:537-542.

Valladares F. Light heterogeneity and plants: from ecophysiology to species coexistence and biodiversity. Progr Botany. 2003;64:439-471.

Valladares F, Sanchez-Gomez D, Zavala MA. Quantitative estimation of phenotypic plasticity: bridging the gap the evolutionary concept and its ecological applications. J Ecol. 2006;94:1103-1116.

Valladares F, Gianoli E, Gómez JM. Ecological limits to plant phenotypic plasticity. New Phytol. 2007;176:749-763.

Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima JCA. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE; 1991.

Vogelmann TC, Bornman JR, Yates DJ. Focusing of light by leaf epidermal cells. Physiol Plantarum. 1996;98:43-56.

Waechter JL). Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Botânica. 1985;33:49-68.

Weinig C. Plasticity versus canalization population differences in the timing of shade-avoidance responses. *Evolution*. 2000;54(2):441-451.

Witkowski ETF, Lamont BB. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. *Oecologia*. 1991;88:486-493.

Wright IJ *et al.* The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*. 2004;428:821-827.

Zagdanska B, Kozdoj J. Water stress-induced changes in morphology and anatomy of flag leaf of spring wheat. *Acta Soc Bot Pol*. 1994;63:61-66.

Table 1. Mean values of soil chemical attributes, salinity, litter thickness, and gravimetric humidity in the studied vegetation. Legend: Rh = herb *restinga*; Ra = Shrub *restinga*; Raa = Shrub-tree *Restinga*, and Ft = transition forest; BS = base sum; IEC = ion exchange capacity; V = base saturation.

Environmental attributes	Vegetation			
	Rh	Ra	Raa	Ft
pH	5.47	4.73	3.53	3.10
P (mg.dm ⁻³)	2.67	2.00	1.00	25.67
K (mmolc.dm ⁻³)	1.13	1.33	1.30	2.27
Na (mmolc.dm ⁻³)	0.93	1.10	0.83	1.90
Ca (mmolc.dm ⁻³)	9.33	10.33	5.67	7.67
Mg (mmolc.dm ⁻³)	2.67	2.33	1.00	2.00
H + Al (mmolc.dm ⁻³)	9.00	15.00	21.67	291.67
BS (mmolc.dm ⁻³)	14.07	15.10	8.80	13.83
IEC (mmolc.dm ⁻³)	23.07	30.10	30.47	305.50
V (%)	59.67	50.00	29.00	4.33
Organic matter content (g.dm ⁻³)	7.33	14.00	14.67	82.67
litter (cm)	0.1	2.4	3.7	7.9
Gravimetric humidity (%)	4.9	8.3	14.1	102.4

Table 2. Mean values and respective standard deviation (between brackets) of light intensity (PAR), height, life form, and habitat of studied species in the *restinga* vegetation. Legend: Rh = herb *restinga*; Ra = Shrub *restinga*; Raa = Shrub-tree *restinga* and Ft = transition forest.

Species	Vegetation			
	Rh	Ra	Raa	Ft
<i>Varronia curassavica</i>				
PAR ($\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$)	1513.76 (29.75)	722.24 (17.07)	524.44 (19.52)	374.44 (19.52)
Height (m)	0.26 (0.05)	1.06 (0.06)	1.60 (0.02)	1.70 (0.02)
Life form	subshrub	subshrub	shrub	shrub
Habitat	psammophyllous	edge	understory	understory
<i>Dodonaea viscosa</i>				
PAR ($\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$)	1506.94 (15.89)	1068.28 (55.30)	841.7 (26.66)	1451.86 (21.75)
Height (m)	0.23 (0.04)	1.00 (0.01)	2.40 (0.02)	4.30 (0.03)
Life form	subshrub creeping	small tree	small tree	tree
Habitat	psammophyllous	edge	edge	gap
<i>Symphopappus casarettoi</i>				
PAR ($\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$)	1518.1 (24.57)	731.22 (12.31)	546.28 (30.72)	1456.06 (27.53)
height (m)	0.25 (0.04)	1.04 (0.01)	1.32 (0.08)	1.86 (0.01)
Life form	subshrub	subshrub	shrub	shrub
Habitat	psammophyllous	edge	understory	gap

Table 3. Plasticity Index values of leaf traits from studied species. Legend: H = height (m); LFM = leaf fresh mass (g); LDM = leaf dry mass (g); LT = leaf thickness (mm); LA = leaf area (cm²); SLA = specific leaf area (cm².g⁻¹); LD = leaf density (mm³.mg⁻¹); LWC = leaf water content (g); SD = stomata density (n.mm⁻²); PP = palisade parenchyma thickness (μm); SP = spongy parenchyma thickness (μm) WSP = water storage parenchyma thickness (μm); PP/SP = palisade parenchyma/spongy parenchyma ratio and/or water storage parenchyma.

Leaf traits	Species		
	<i>Varronia curassavica</i>	<i>Dodonaea viscosa</i>	<i>Symphyopappus casarettoi</i>
H	0.91	0.96	0.90
LFM	0.90	0.84	0.90
LDM	0.91	0.83	0.86
LT	0.77	0.44	0.57
LA	0.89	0.81	0.77
SLA	0.83	0.76	0.77
LD	0.86	0.73	0.79
LWC	0.89	0.98	0.92
SD	0.76	0.50	0.78
PP	0.66	0.44	0.36
SP	0.35	0.45	0.36
PP/SP	0.68	0.67	0.29

Table 4. Mean values and respective standard deviations (between brackets) of morphological and anatomical traits of studied species. Legend: LFM = leaf fresh mass (g); LDM = leaf dry mass (g); LT = leaf thickness (mm); LA = leaf area (cm²); SLA = specific leaf area (cm².g⁻¹); LD = leaf density (mm³.mg⁻¹); LWC = leaf water content (g); SD = stomata density (n.mm⁻²); PP = palisade parenchyma thickness (µm); SP = spongy parenchyma thickness (µm); WSP = water storage parenchyma thickness (µm); PP/SP = palisade parenchyma thickness/spongy parenchyma thickness and/or water parenchyma thickness; Rh = herb *restinga*; Ra = Shrub *restinga*; Raa = Shrub-tree *Restinga* and Ft = transition forest. Different letters in the same roll among vegetation for each species means significant differences, by Tukey test, (p<0,05). (*) = not present.

Morphological traits	Species and Vegetation											
	<i>Varronia curassavica</i>				<i>Dodonaea viscosa</i>				<i>Symphyopappus casarettoi</i>			
	Rh	Ra	Raa	Ft	Rh	Ra	Raa	Ft	Rh	Ra	Raa	Ft
LFM	0.25 (0.06) ^c	0.48 (0.07) ^b	0.50 (0.17) ^b	0.61 (0.15) ^a	0.15 (0.03) ^c	0.25 (0.05) ^a	0.28 (0.06) ^a	0.20 (0.05) ^b	0.14 (0.03) ^c	0.21 (0.05) ^b	0.28 (0.07) ^a	0.16 (0.05) ^c
LDM	0.07 (0.02) ^c	0.17 (0.03) ^b	0.15 (0.05) ^b	0.19 (0.05) ^a	0.06 (0.01) ^c	0.09 (0.02) ^a	0.10 (0.02) ^a	0.08 (0.02) ^b	0.04 (0.01) ^b	0.06 (0.01) ^a	0.07 (0.01) ^a	0.05 (0.02) ^b
LT	0.50 (0.08) ^a	0.34 (0.07) ^b	0.30 (0.03) ^c	0.27 (0.03) ^d	0.22 (0.02) ^a	0.18 (0.02) ^b	0.18 (0.02) ^b	0.21 (0.02) ^a	0.42 (0.04) ^a	0.33 (0.04) ^b	0.32 (0.04) ^b	0.41 (0.04) ^a
LA	4.6 (0.90) ^d	10.7 (1.83) ^c	13.2 (1.96) ^b	17.5 (1.77) ^a	5.7 (0.93) ^b	9.1 (1.52) ^a	10.4 (1.60) ^a	6.5 (0.84) ^b	3.0 (0.45) ^b	4.7 (0.35) ^a	5.2 (0.75) ^a	3.5 (0.55) ^b
SLA	67.5 (13.06) ^b	65.5 (12.29) ^b	95.2 (28.40) ^a	98.8 (29.33) ^a	97.5 (13.75) ^b	102.2 (14.71) ^a	110.1 (21.84) ^a	90.7 (18.55) ^b	84.5 (13.01) ^a	87.5 (22.58) ^a	74.4 (7.38) ^b	77.6 (23.73) ^b
LD	0.31 (0.07) ^c	0.48 (0.13) ^a	0.39 (0.14) ^b	0.41 (0.10) ^b	0.49 (0.07) ^c	0.55 (0.08) ^a	0.52 (0.12) ^b	0.55 (0.13) ^a	0.29 (0.05) ^c	0.37 (0.10) ^b	0.43 (0.07) ^a	0.35 (0.10) ^b
LWC	0.18 (0.05) ^d	0.31 (0.06) ^c	0.35 (0.12) ^b	0.42 (0.11) ^a	0.09 (0.02) ^c	0.16 (0.03) ^a	0.18 (0.04) ^a	0.12 (0.03) ^b	0.10 (0.02) ^c	0.15 (0.04) ^b	0.21 (0.06) ^a	0.11 (0.03) ^c
SD	279.71 (20.35) ^a	176.79 (13.01) ^b	143.59 (6.83) ^c	83.83 (8.25) ^d	144.42 (7.00) ^a	88.81 (4.01) ^c	81.34 (6.55) ^c	112.88 (4.29) ^b	72.21 (4.01) ^a	37.35 (4.37) ^b	24.9 (6.78) ^b	68.06 (3.50) ^a
PP	265.47 (7.27) ^a	148.57 (7.27) ^b	142.76 (5.25) ^b	94.62 (4.29) ^c	123.67 (6.12) ^a	78.02 (4.29) ^c	76.36 (3.50) ^c	114.54 (7.63) ^b	179.28 (5.80) ^a	127.82 (4.29) ^b	126.99 (6.83) ^b	173.47 (7.27) ^a
SP	124.50 (6.78) ^b	102.09 (6.83) ^c	123.67 (2.62) ^b	128.65 (5.87) ^a	52.29 (4.01) ^b	81.34 (6.55) ^a	83.83 (7.27) ^a	51.46 (3.50) ^b	*	*	*	*
WSP	*	*	*	*	*	*	*	*	195.05 (8.07) ^a	166.00 (6.78) ^b	153.59 (7.87) ^b	193.39 (8.79) ^a
PP/SP	2.06 (0.09) ^a	1.46 (0.08) ^b	1.15 (0.03) ^c	0.74 (0.05) ^d	2.37 (0.12) ^a	0.96 (0.05) ^b	0.92 (0.08) ^b	2.24 (0.2) ^a	0.92 (0.05) ^a	0.77 (0.04) ^b	0.89 (0.06) ^a	0.90 (0.06) ^a

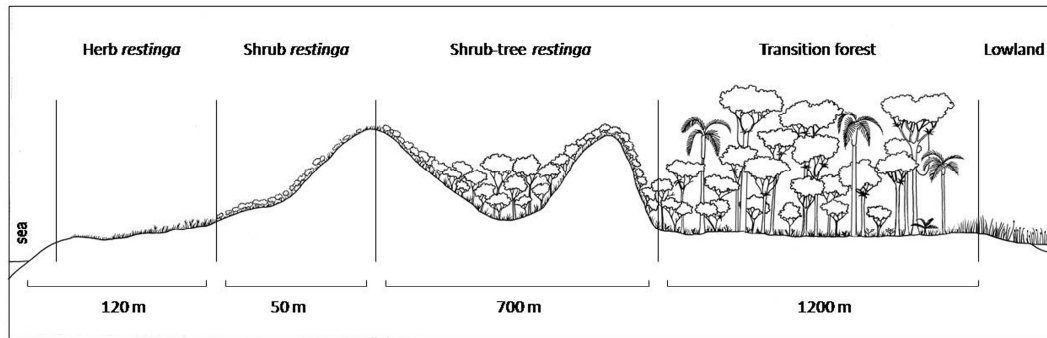


Fig. 1. *Restinga* vegetation from the Icarai State Park. São Francisco do Sul county, SC, Brazil.

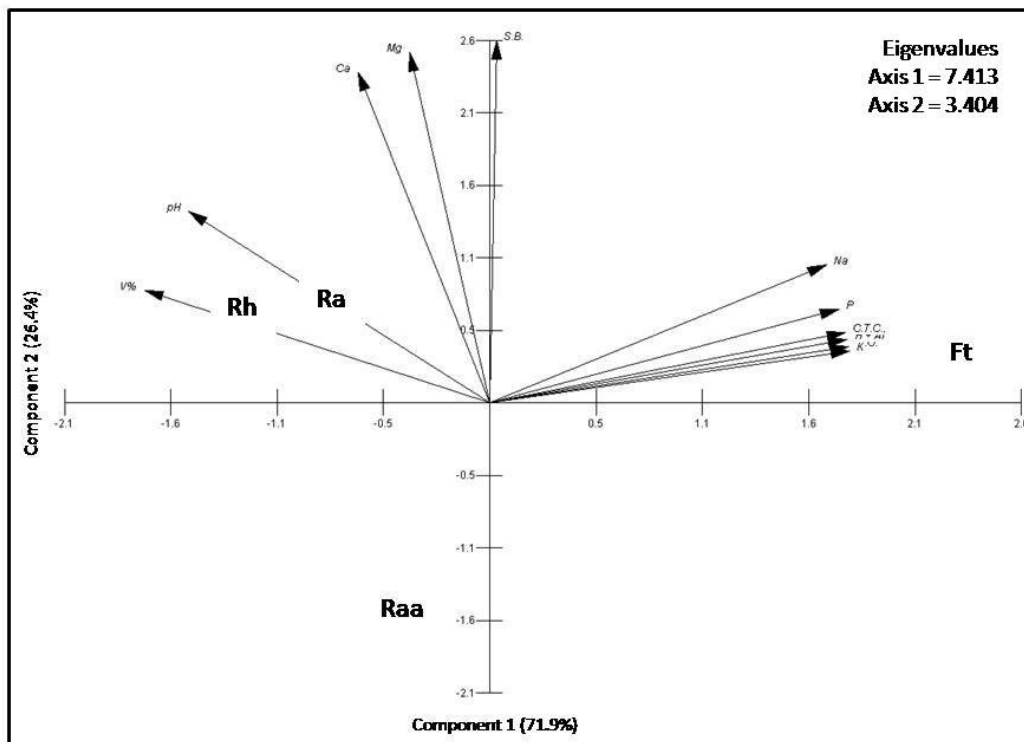


Fig. 2. Principal component analysis of edaphic attributes from study *restinga* vegetation, showing an environment gradient. Legend: Rh = herb *restinga*; Ra = Shrub *restinga*; Raa = Shrub-tree *restinga* and Ft = transition forest.

Capítulo 4

Atributos funcionais de 22 espécies
dominantes de uma restinga da planície
costeira sul-brasileira



João Carlos Ferreira de Melo Júnior

Maria Regina Torres Boeger

Atributos funcionais de 22 espécies dominantes de uma restinga da planície costeira sul-brasileira

Functional traits of 22 dominant species of the *restinga* southern Brazilian coastal plain

Resumo: Variações nos atributos funcionais em plantas resultam de *drivers* evolucionários e ambientais que operam em diferentes escalas, sendo tais atributos um conjunto de estratégias ecológicas ligadas ao crescimento, à sobrevivência e à reprodução. Em ambientes recursos limitados, as comunidades de plantas tendem a ter uma menor variação em seus atributos funcionais. Este estudo teve como objetivo avaliar a importância de atributos funcionais foliares e da madeira de espécies dominantes distribuídas em distintas formações de restinga em gradiente edáfico. A seleção das espécies foi realizada com base nos maiores valores de importância baseados em estudos fitossociológicos na área. Usaram-se como atributos funcionais: altura dos indivíduos (A), ângulo de inclinação foliar (AIF), área foliar (AF), conteúdo de matéria seca foliar (CMSF), área específica foliar (AEF), densidade da madeira (DM), diâmetro tangencial do vaso (DV), frequência dos vasos (FV), índice de condutividade (IC) e índice de vulnerabilidade (IV). A análise funcional dos atributos, a diversidade e a redundância funcional foram avaliadas por meio do *software* SYNCOSA em associação a parâmetros edáficos de teor de matéria orgânica, capacidade de troca catiônica e umidade gravimétrica. Relações entre atributos edáficos e funcionais foram testadas por regressão linear. As espécies, comparadas por ANOVA, apresentaram variação em seus atributos morfológicos e anatômicos. O subconjunto ótimo de atributos foliares que maximizou a convergência das espécies foi dado pelo AIF e AEF. Para a madeira, a convergência foi expressa por todos os atributos mensurados. A diversidade funcional mostrou aumento progressivo da dissimilaridade entre as espécies em direção à floresta, enquanto a redundância funcional foi maior na formação herbácea da restinga. Evidenciou-se uma ação direcional do filtro ambiental com maior força seletiva na formação herbácea, onde espécies sob condições mais limitantes apresentam uma maior tendência ao desenvolvimento de ajustes morfoanatômicos convergentes.

Palavras-chave: diversidade funcional, redundância funcional, filtro ambiental, floresta atlântica, planície arenosa

Abstract Variations in functional attributes in plants stem from evolutionary and environmental drivers that operate on different scales. Such attributes are a set of ecological strategies linked to growth, survival and reproduction. In environments with greater resource limitations, plant communities tend to have less variation in their functional attributes. The objective of this study was to evaluate the importance of the leaf and wood functional attributes in the dominant species distributed in a *restinga* gradient. The species were selected according to a phytosociological study conducted in the area. Height of the individuals (H), leaf inclination angle (LIA), leaf area (LA), leaf dry matter content (LDMC), specific leaf area (SLA), wood density (WD), tangential pot diameter (PD), pot frequency (PF), conductivity index (CI) and vulnerability index (VI) were used as functional attributes. The functional analysis of attributes, diversity and functional redundancy were evaluated using SYNCOSA software in association with the edaphic parameters of organic matter content, cation exchange capacity and gravimetric moisture. The relation between edaphic and functional attributes was tested through linear regression. The species, that were compared by ANOVA, demonstrated

variation in their morphological and anatomical attributes. The optimal subset of leaf attributes that maximized the convergence of the species was given by LIA and SLA. Regarding the wood, the convergence was expressed by all attributes measured. Strong correlations were obtained between the optimal attributes and the soil variables. The functional diversity showed a progressive increase in the dissimilarity among the species regarding forest formation, while the functional redundancy was greater in the herbaceous formation of the *restinga*. There was evidence of a directional environmental filter action with greater selective force in herbaceous formation, where species under more limited conditions show a greater tendency to develop convergent morpho-anatomical adjustments.

Key words: functional diversity, functional redundancy, environmental filter, rain forest, sandy plain

Introdução

As restingas são formações vegetais que se desenvolvem sobre cordões arenosos de origem quaternária da planície costeira brasileira, decorrentes das transgressões e regressões marinhas, e pertencem ao Domínio da Mata Atlântica (Martin et al. 1993). O ambiente de restinga é caracterizado por apresentar topografia complexa modelada pela ação eólica, fluvial ou marinha (Lacerda e Araujo 1987), cujas condições são limitantes ao estabelecimento e crescimento da vegetação, com destaque à forte incidência de ventos, alta mobilidade dos sedimentos, elevada salinidade, baixa capacidade de retenção hídrica e deficiência nutricional do solo (Henriques et al. 1986; Scarano 2002).

Os fatores espaciais e temporais das restingas influenciam no desenvolvimento da vegetação e nas características inerentes das espécies, demonstrando a existência de padrões estruturais (Pimentel et al. 2007) e de atributos funcionais em plantas pertencentes às comunidades de restinga floristicamente distintas (Boeger e Gluzezak 2006; Rosado e de Mattos 2007; Chagas et al. 2008; Rosado e de Mattos 2010; Bonilha et al. 2013).

Variações na estrutura das comunidades de restinga e nos atributos funcionais de folhas, caules e raízes de espécies ocorrentes nesse ecossistema têm sido fortemente relacionadas à disponibilidade de recursos nutricionais do solo, disponibilidade hídrica e

alta salinidade do solo (Sztutman e Rodrigues 2002; Costa et al. 2003; Brites 2005; Guedes et al. 2006; Pires et al. 2006; Magnano et al. 2010; Almeida Jr. et al. 2011; Bonilha et al. 2013; Santos-Filho et al. 2013).

Padrões de respostas das plantas à disponibilidade de recursos e condições ambientais são geralmente modulados por características morfológicas e fisiológicas (de Mattos et al. 2004). Assim, são considerados atributos funcionais das plantas os caracteres morfológicos, fisiológicos e fenológicos que representam as estratégias ecológicas e determinam como as plantas respondem aos fatores ambientais. Tais respostas influenciam outros níveis tróficos, assim como as propriedades do ecossistema (Pérez-Harguindeguy et al. 2013).

A relação entre os atributos funcionais, os modos de uso dos recursos e a dinâmica de comunidades é uma discussão relativamente recente na literatura (Chave et al. 2009) e tem demonstrado que características vegetais desempenham um papel crucial no sucesso das espécies num determinado ambiente (Cornwell e Ackerly 2010), além de representar bons descritores na alocação de recursos e de processos dos ecossistemas (Reich et al. 1992). A maior parte dos estudos está focada em uma determinada formação, comumente florestas, fornecendo informações ecológicas sobre os padrões de diversidade dessas comunidades e os principais filtros que atuam sobre as espécies vegetais (Boeger e Wisniewski 2003; Wright et al. 2004; Barros et al. 2006; Poorter e Rozendaal 2008; Sattler e Linder 2009; Baraloto et al. 2010; Donovan et al. 2011; Cavalin 2012). Nesses estudos, a folha é o órgão vegetal mais investigado por apresentar elevada capacidade plástica, respondendo pelo ajuste das plantas às mais diversas condições ambientais (Dickson 2000). Estudos de ecologia funcional realizados em comunidades de restinga têm preconizado o uso de atributos ecofisiológicos como bons indicadores (Rosado et al. 2013a), sendo pioneiras as

investigações feitas nas restingas do estado do Rio de Janeiro (Franco et al. 1996; Scarano et al. 2001; Berg et al. 2004; Dias et al. 2006; Cavalin e de Mattos 2007; Gessler et al. 2008; Rosado e de Mattos 2010; Rosado et al. 2013b). Nesses trabalhos, os principais atributos funcionais convergentes identificados nas espécies, majoritariamente lenhosas, em resposta à heterogeneidade ambiental da restinga são os morfológicos (ex: massa foliar por área,), fisiológicos (ex.: potencial de água na folha,) e fenológicos (ex.:longevidade e mortalidade de foliar). Em ambientes com baixa disponibilidade de recursos, como as restingas, as plantas são beneficiadas por desenvolverem estratégias mais conservativas no uso de recursos, principalmente em caracteres vinculados à sobrevivência (Donovan et al. 2011).

Por apresentar gradiente edáfico caracterizado por formações mais abertas e condições mais restritivas próximas ao mar e formações mais fechadas e menos estressantes em locais mais afastados da atual linha de costa (Scarano et al. 2001; Silva e Brites 2005), a restinga representa um ecossistema modelo para o estudo de variações nos atributos funcionais por meio da comparação do conjunto de espécies dominantes em cada formação, as quais podem exibir padrões de convergência de atributos ao longo do gradiente ambiental (Pillar et al. 2009).

O presente estudo tem como objetivo avaliar a importância de atributos funcionais foliares e da madeira de espécies dominantes distribuídas em distintas formações de restinga, de forma a responder às seguintes questões: (i) Existem atributos funcionais convergentes entre espécies pertencentes às distintas formações de restinga capazes de exibir a ação de filtros ambientais ao longo do gradiente edáfico? (ii) Quais atributos funcionais foliares melhor respondem às condições nutricionais do solo? (iii) Quais atributos funcionais da madeira atendem à disponibilidade hídrica variável ao

longo do gradiente de restinga? (iv) Em qual formação da restinga as espécies são mais redundantes funcionalmente?

Material e Métodos

O estudo foi realizado na restinga do Parque Estadual do Acaraí, com cobertura de 6.667 ha, no município de São Francisco do Sul, litoral nordeste de Santa Catarina, Brasil (26° 17' S e 48° 33' W). O clima, fortemente influenciado pela umidade marítima, é mesotérmico sem estação seca definida e com verões quentes, com pluviosidade anual de 2.372 mm e temperatura média anual de 21.3°C (EPAGRI 2014). Possui distintas formações, caracterizadas por comunidades de restinga herbácea (Rh) em Neossolo Quartzarênico, restinga arbustiva (Ra) e restinga arbustivo-arbórea (Raa) em Espodossolo Ferrihumilúvico de natureza não hidromórfica e floresta de transição (Ft) em Espodossolo Ferrihumilúvico + Organossolo Háptico de natureza hidromórfica (EPAGRI 2002). Apresenta gradiente edáfico caracterizado por baixo teor de matéria orgânica e baixa retenção de água nas formações mais próximas ao mar e com níveis crescentes desses fatores em direção ao ambiente florestal (Melo Jr. e Boeger 2014).

O estudo florístico-estrutural realizado nessa restinga encontrou um total de 319 espécies, entre as quais 244 ocorrem de forma exclusiva nas formações de Rh (63), Ra (32), Raa (46) e Ft (103), com valores de importância (VI) entre 18.4 e 1.9 para Rh, 78.3 e 1.0 para Ra, 40.7 e 0.7 para Raa e entre 47.7 e 0.9 para Ft (Melo Jr. e Boeger 2014). O VI é um índice fitossociológico usado para mostrar a posição sociológica das espécies na comunidade, sendo os maiores valores indicativos daquelas espécies mais hábeis em explorar os recursos disponíveis no ambiente (Felfili et al. 2011). O índice foi adotado neste estudo para selecionar as espécies em cada formação da restinga. Foram selecionadas 22 espécies com base nos maiores VI (Tabela 1), sendo sete espécies em

Rh: *Smilax campestris* Griseb. (Smilacaceae), *Scaevola plumieri* (L.) Vahl. (Goodeniaceae), *Canavalia rosea* (Sw.) D.C. e *Stylosanthes viscosa* (L.) Sw. (Fabaceae), *Blutaparon portulacoides* (A.St.-Hil.) Mears (Amaranthaceae), *Ipomoea imperati* (Vahl) Griseb. (Convolvulaceae) e *Remirea maritima* Aubl. (Cyperaceae); quatro espécies em Ra: *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (Nyctaginaceae), *Myrcia pulchra* (O.Berg) Kiaersk (Myrtaceae), *Norantea brasiliensis* Choisy (Marcgraviaceae) e *Clusia criuva* Camb. (Clusiaceae); cinco espécies em Raa: *Ocotea pulchella* (Nees & Mart.) Mez (Lauraceae), *Pera glabrata* Poepp. ex Baill. (Peraceae), *Ternstroemia brasiliensis* Camb. (Pentaphragmaceae), *Myrsine venosa* A. DC. (Primulaceae), *Ilex theezans* Loes. (Aquifoliaceae); e seis espécies em Ft: *Calophyllum brasiliense* Camb. (Calophyllaceae), *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae), *Nectandra oppositifolia* Nees & Mart. ex Nees (Lauraceae), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), *Andira fraxinifolia* Benth. e *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton (Fabaceae).

De cada espécie selecionaram-se 15 indivíduos amostrais, distribuídos ao longo de três transecções perpendiculares à linha da costa e equidistantes 1,5 km entre si. A altura (A, em m) de cada indivíduo foi medida em campo com auxílio de trena e régua telemétrica. Dez folhas de cada indivíduo, completamente expandidas e desprovidas de lesões, localizadas entre o 3º e 6º nós a partir do ápice de ramos mais expostos à radiação luminosa foram selecionadas para a mensuração do ângulo de inserção foliar (AIF, °) (Moreira 2005) e posteriormente coletadas e acondicionadas em sacos de papel etiquetados. Em espécies de folhas compostas, o folíolo mediano foi interpretado como uma folha simples (Bongers e Popma 1990). Após saturação em água por 12h, as folhas foram pesadas em balança analítica para obtenção da massa fresca (g), e depois da secagem em estufa foi aferida a massa seca (g). Por meio da razão entre as massas seca

e fresca obteve-se o conteúdo de matéria seca foliar (CMSF, g) (Garnier et al. 2001). A área foliar (AF, cm²) foi obtida por meio de imagem digitalizada em scanner de mesa acoplado ao software Sigma Scan PRO (version 5.0, SPSS Inc., Chicago IL, USA), e da razão entre a área foliar e a massa seca foi obtida a área específica foliar (AEF, cm².g⁻¹) (Witkowski e Lamont 1991).

Amostras de madeira foram retiradas do ramo principal dos indivíduos arbustivos e arbóreos por método não destrutivo a 1.3 m do solo (Barros et al. 2001), enquanto indivíduos subarbustivos tiveram um perfilho removido para a coleta de madeira da base do caule. As amostras de madeira foram destinadas à obtenção da densidade básica e de preparações histológicas. A densidade (DM, g.cm⁻³) foi dada pela razão entre a massa seca e o volume da amostra, conforme o protocolo NBR 11.941 (ABNT 2003). Lâminas histológicas foram preparadas de acordo com a metodologia usual empregada em anatomia da madeira (Johansen 1940), sendo os cortes corados em solução de azul de astra e safranina (Bukatsch 1972) e montados em resina sintética (Paiva et al. 2006). Mediante a captura da imagem da secção transversal da madeira, com auxílio de câmera acoplada ao microscópio Olympus e do software Dino Eye, realizou-se a biometria do diâmetro tangencial (DV, µm) e da frequência dos vasos (FV, n^o/mm²), conforme preconizado pela IAWA (1989). Como forma de verificar a influência do gradiente ambiental sobre a anatomia da madeira no tocante à eficiência no transporte de água e à suscetibilidade à cavitação durante a condução hídrica, calcularam-se, respectivamente, os índices de condutividade (IC) pela razão entre o raio do vaso elevado à quarta potência e a frequência de vasos (Zimmermann, 1983 modificado por Fahn et al. 1986) e de vulnerabilidade (IV) pela razão entre o diâmetro e a frequência de vasos (Carlquist 1977).

Os atributos funcionais para folha e madeira foram baseados no amplo estudo de normalização de atributos funcionais em plantas para a flora global (Pérez-Harguindeguy et al. 2013) e sua seleção foi associada aos fatores edáficos de maior variação ao longo do gradiente de restinga, como teor de matéria orgânica (MO, g.dm^{-3}), capacidade de troca catiônica (CTC, mmolc.dm^{-3}) e umidade gravimétrica (UG, %) (Tabela 1) (Melo Jr. e Boeger, 2014).

Médias e respectivos desvios-padrão foram calculados para todos os atributos estudados. Seguido o teste de normalidade dos resíduos, os valores médios dos atributos foram submetidos à ANOVA e *post hoc* teste de Tukey com $p < 0.05$ (Borcard et al. 2011) em ambiente R (Crawley 2007), comparando-se as espécies estudadas em cada formação da restinga.

Para a análise funcional das espécies dominantes nas formações de restinga, os dados foram organizados em três diferentes matrizes: (i) matriz B de espécies descritas pelas médias dos atributos funcionais selecionados, (ii) matriz W contendo os valores de frequência relativa (FR, %) de cada espécie por transecto ao longo do gradiente, totalizando 12 comunidades, e (iii) matriz Esinalizadora das variáveis ambientais (MO, CTC e UG) às quais as comunidades estão sujeitas (Pillar 1999). Os atributos funcionais que maximizam a convergência entre as espécies estudadas (*trait convergence assembly patterns* – TCAP) (Pillar et al. 2009), o índice de diversidade de Gini-Simpson (SD) e o índice de diversidade funcional (FD) em função do gradiente ambiental, dada pela entropia quadrática de Rao (*quadratic entropy index of diversity* – FD Rao) (Rao 1982), foram avaliados por meio do software SYNCOSA (Pillar & Orlóci 2004). A FD Rao indica a expectativa de dissimilaridade de um atributo entre dois indivíduos escolhidos aleatoriamente numa comunidade (Ricotta 2005). Varia de 0 (as espécies se sobrepõem totalmente em seus atributos) a 1 (as espécies diferem totalmente em seus

atributos) e é, portanto, a soma da dissimilaridade de atributos de todos os possíveis pares de espécies ponderadas pela sua abundância na comunidade (de Bello et al. 2009). O padrão funcional das comunidades, considerando a matriz T ($T=B'W$) gerada pela análise TCAP, que expressa a média dos atributos nas comunidades ponderada pelo número de indivíduos, foi utilizado para avaliar as relações entre os subconjuntos ótimos de atributos com as variáveis de solo MO, CTC e UG por meio de regressão linear (Legendre e Legendre 1998). A redundância funcional (FR), aqui definida como a quantidade de espécies com características semelhantes em uma comunidade, foi calculada dentro de cada formação de restinga pela equação $FR = SD - FD$, em que: SD = índice de Gini-Simpson e FD = índice de diversidade funcional. Se SD for igual à FD , a redundância será zero e todas as espécies são funcionalmente diferentes. Se FD tender a zero, todas as espécies são funcionalmente idênticas e a redundância será máxima e igual à SD (de Bello et al. 2007).

Resultados

Folhas e madeira apresentaram grande variação, considerando os valores médios dos atributos funcionais morfológicos e anatômicos avaliados. As espécies estudadas diferiram entre si dentro de cada formação de restinga para grande parte dos atributos funcionais (Tabela 2). Os atributos que expressaram maior variação foram: altura dos indivíduos (0.04 m – 8.87 m), área foliar (0.23 – 37.64 cm²), conteúdo de matéria seca foliar (0.05 – 0.58 g), frequência de vasos (3.51 – 101.87 vasos/mm²) e índice de vulnerabilidade (0.44 – 48.74).

O subconjunto ótimo de atributos foliares que maximizou a convergência das espécies ao longo do gradiente edáfico da restinga, associado tanto a MO quanto à CTC, foi dado pela área específica foliar (AEF) e pelo ângulo de inclinação foliar (AIF). O

nível do TCAP expresso por esses atributos foi altamente significativo para MO ($\rho(\text{TE}) = 0.928$, $p = 0.001$) e para CTC ($\rho(\text{TE}) = 0.892$, $p = 0.001$). Relações fortes foram obtidas entre os atributos foliares e os fatores edáficos citados, evidenciando a mudança de estratégias das espécies ao longo do gradiente edáfico de restinga. A MO foi inversamente relacionada com o AIF ($r^2 = 0.83$, $p = 0.001$) e positivamente com a AEF ($r^2 = 0.73$, $p = 0.001$). As relações obtidas para CTC com os mesmos atributos foliares seguiram a mesma tendência ($r^2 = 0.78$, $p = 0.001$ e $r^2 = 0.76$, $p = 0.001$), respectivamente (Figura 1).

Apesar das diferenças mostradas pela ANOVA, todos os atributos da madeira avaliados maximizaram a convergência das espécies ao longo do gradiente edáfico da restinga, quando associados à umidade gravimétrica (UG). O nível do TCAP expresso pelos atributos de densidade da madeira (DM), diâmetro tangencial dos vasos (DV), frequência dos vasos (FV), índice de condutividade (IC) e índice de vulnerabilidade (IV) foi altamente significativo ($\rho(\text{TE}) = 0.930$, $p = 0.001$). Correlações fortes foram encontradas entre os atributos da madeira de DV, IC e IV, enquanto baixos valores de correlação foram obtidos para DM e FV, evidenciando ajustes para favorecer a condutividade hidráulica ou a ausência de um padrão entre as espécies ao longo do gradiente, respectivamente. A UG foi positivamente correlacionada com o DV ($r^2 = 0.86$, $p = 0.001$), com o IC ($r^2 = 0.91$, $p = 0.001$) e com o IV ($r^2 = 0.95$, $p = 0.001$). Correlações fracas e negativas foram obtidas entre a UG e os atributos de DM ($r^2 = 0.30$, $p = 0.05$) e FV ($r^2 = 0.19$, $p = 0.05$) (Figura 1).

A diversidade funcional (FD Rao) baseada nos atributos foliares e da madeira que maximizaram a convergência entre as 22 espécies de restinga mostrou valores crescentes ao longo do gradiente, indicando o aumento progressivo da dissimilaridade entre as espécies em direção à Ft (Tabela 3). Relação inversa foi verificada para a

redundância funcional entre as espécies de cada formação de restinga associadas às variáveis edáficas estudadas, com valores crescentes em direção à formação herbácea (Tabela 3).

Discussão

A variação observada nos atributos funcionais da folha e da madeira das espécies de restinga estudadas é indicadora de forças seletivas contrastantes ao longo do gradiente, as quais impõem restrições e condicionam estratégias ecológicas diretamente ligadas à sobrevivência dessas espécies. As condições ambientais e a disponibilidade de recursos mais limitantes nas formações de restinga próximas ao mar atuam como importantes filtros ambientais, que, conforme Weiher e Keddy (1999), devem diminuir o conjunto de estratégias que possibilitam o estabelecimento e a permanência dos indivíduos em tais locais. Assim, as espécies dominantes em cada formação representam aquelas mais hábeis em colonizar o ambiente e mais capazes de melhor alocar os recursos disponíveis (Felfili e Rezende 2003), cuja plasticidade, ao atingir o seu limite (Valladares et al. 2007), demanda o *turnover* de espécies entre as comunidades vegetais.

A maior redundância funcional, observada entre as espécies das formações mais próximas ao mar (FR = 0.61) quando comparada às mais distantes (FR = 0.47), associada, por exemplo, ao teor de matéria orgânica, mostra que as espécies de Rh tendem a ser mais similares em seus requerimentos ecológicos, mas por outro lado acentuam a competição intraespecífica (Pillar et al. 2009). No outro extremo, a maior dissimilaridade entre as espécies e a menor redundância funcional, mostrada nas formações arbustivo-arbórea da restinga (Tabela 3), indicam que nessas formações o

aumento da diversidade funcional amplia a coexistência de espécies ao passo que estas se ajustam para reduzir a competição por um mesmo recurso (de Bello et al. 2009).

Os resultados obtidos apontam uma ação direcional do filtro ambiental, pois os valores de área específica foliar (AEF), diâmetro tangencial do vaso (DV), índice de condutividade (IC) e índice de vulnerabilidade (IV) são crescentes em direção à floresta, mostrando que o aumento da oferta de nutrientes e da disponibilidade de água influencia no maior investimento das plantas em tecidos assimiladores e na maior capacidade condutora do xilema. Já o ângulo de inclinação foliar (AIF), apesar de inversamente proporcional aos demais atributos, sendo crescente em direção à formação herbácea, também evidencia a mesma ação do filtro ambiental, uma vez que a menor disponibilidade de recursos, como a água, implica uma mudança de ajustes para a conservação desse recurso, como a maior verticalização das folhas em relação ao solo e a subsequente redução da transpiração (Puolson e DeLucia 1993).

É consenso na literatura que existem padrões de convergência de atributos nas comunidades vegetais, porém não há consenso sobre em quais contextos ambientais as convergências são mais relevantes (Wilson 2007). Estudo realizado numa restinga do estado do Rio de Janeiro revelou que a disponibilidade hídrica foi um fator determinante para o sucesso das espécies na ocupação da planície arenosa, sendo convergentes as respostas dos atributos de massa foliar por unidade de área, suculência, espessura e densidade foliar. Atributos ecofisiológicos foram interpretados não só como importantes conexões entre atributos e fatores ambientais, como também entre atributos das plantas e a estrutura da comunidade de restinga (Rosado e de Mattos 2010).

Neste estudo, o ângulo de inclinação foliar (AIF) e a área específica foliar (AEF) foram os atributos foliares que melhor explicaram a convergência das espécies. As folhas das espécies de Rh apresentaram as maiores inclinações em relação ao solo, com

ângulo médio entre 67.50 e 76.33°. Os menores ângulos de inclinação foliar foram observados nas plantas de Ft, com 28.83 a 38.67°. Resultados semelhantes foram mostrados para espécies comuns em área de dunas no litoral sul-brasileiro (Boeger e Gluzezak 2006). A orientação foliar é influenciada pela radiação total incidente sobre a superfície das folhas (Poulson e DeLucia 1993; Niinemets e Fleck 2002), sendo as folhas verticalmente orientadas mais comuns em ambientes sujeitos à maior exposição solar e ao maior estresse hídrico (Smith et al. 1997; Smith et al. 1998), uma condição típica imposta às formações de restinga que ocupam a região pós-praia.

A AEF apresentou maior valor médio na floresta da restinga, indicando que suas espécies investem mais em produção fotossintética, uma vez que nessa formação há maior disponibilidade de recursos (Vendramini et al. 2002). Por outro lado, valores baixos de AEF prevaleceram nas espécies das formações com maior limitação de recursos nutricionais e água disponível. Tal característica xeromórfica está relacionada ao maior desenvolvimento de tecidos de sustentação mecânica (Turner 1994), como demonstrado em plantas lenhosas crescendo sobre solos arenosos (Boeger e Wisniewski 2003) e em plantas não suculentas de dunas arenosas (Li et al. 2005; Boeger e Gluzezak 2006). Plantas que crescem em solos arenosos com baixa fertilidade e retenção de água possuem folhas com características xeromórficas, mesmo que ocorram em florestas tropicais (Cao 2000). Dessa forma, considera-se a AEF um indicador de estratégias ecológicas relacionadas à produtividade em ambientes sob estresse (Niklas e Christianson 2011) e da fertilidade do solo (Hodgson et al. 2011), que por sua vez é interpretada como importante *driver* ambiental que controla as funções dos ecossistemas terrestres (Shipley et al. 2006).

Os demais atributos mensurados, como altura (A), área foliar (AF) e conteúdo de matéria seca foliar (CMSF), apesar de serem interpretados em outros estudos como

indicadores de estratégias do uso e da conservação de recursos (Garnier et al. 2001; Boeger et al. 2004; Vaieretti et al. 2007; Pearcy 2007; Pérez-Harguindeguy et al. 2013), não mostraram resultados significativos neste estudo. A ausência de relação entre esses atributos com a diversidade funcional sugere que eles não são funcionalmente importantes ante os recursos ambientais aqui testados (Petchey e Gaston 2006).

Os atributos da madeira mais significativos, quando associados à umidade gravimétrica (UG), tais como o diâmetro tangencial dos vasos (DV) e os índices de condutividade (IC) e de vulnerabilidade (IV), além de maximizarem a convergência entre as espécies estudadas, tiveram relação forte e positiva com a variação hídrica ao longo do gradiente. Apesar de a densidade da madeira (DM) e de a frequência dos vasos (FV) apresentarem fracas relações com a umidade gravimétrica, tais atributos auxiliam na compreensão dos ajustes à condutividade hidráulica na restinga, ao passo que também estão relacionados à segurança e eficiência no transporte.

Uma relação hidráulica amplamente testada é o *trade-off* entre segurança e eficiência no transporte de água (Bhaskar et al. 2007), conhecida como *trade-off triangle* da evolução do xilema, a qual implica a condução satisfatória de água ante a minimização dos efeitos da tensão mecânica associada à pressão negativa e da formação de bolhas no interior dos vasos que bloqueiam o transporte de água (Baas et al. 2004). Como resultado do embolismo ou cavitação ocorre a redução no transporte hidráulico, podendo culminar em menor condutância estomática (Pratt et al. 2005), queda da taxa fotossintética (Brodribb e Feild 2000) e morte de ramos (Davis et al. 2002).

Os maiores diâmetros de vaso, acompanhados por baixas frequências, das espécies lenhosas da floresta representam uma resposta à maior disponibilidade hídrica no solo (UG). Em contrapartida, as espécies com maior diâmetro, em formações com evidente estresse hídrico (Ra e Raa), exibiram madeiras com maior densidade, quando

comparadas àquelas de menor diâmetro e frequência de vasos. Os índices de condutividade e de vulnerabilidade relacionam-se à maior eficiência no transporte e à menor segurança, sendo os maiores valores obtidos na formação florestal.

Para a maioria das espécies estudadas foi notadamente observado o *trade-off* entre eficiência e segurança no transporte, dado por vasos mais largos e em menor frequência por unidade de área, o que é apontado como padrão das espécies de florestas tropicais (Baraja-Morales 1985; Carlquist 2001; Barros et al. 2006). Em espécie sob condições mais restritivas, como *Myrcia pulchra*, considera-se a ocorrência de elevada frequência de vasos de menor diâmetro uma estratégia que reduz o risco a embolias em condições de estresse ambiental, uma vez que, assim, a água possui maior aderência às paredes dos vasos e impede a formação de bolhas em seu interior (Castro et al. 2009).

Entretanto, estudos recentes têm mostrado que os atributos anatômicos da madeira que contribuem para a eficiência no transporte hídrico podem estar dissociados daqueles que aumentam a resistência à embolia, sendo tais processos independentes evolutivamente (Wheeler et al. 2005; Bhaskar et al. 2007; Jacobsen et al. 2007). A densidade da madeira parece ser um bom preditor de respostas das plantas à disponibilidade de água (Rosado et al. 2013a) e de resistência ao embolismo em ambientes secos (Sperry 2003), pois protege a condutividade em função da queda do potencial hídrico no xilema (Westoby e Wright 2006).

A ocorrência de madeiras de alta densidade associadas a folhas com baixo potencial de água em árvores do cerrado brasileiro indicou que essas plantas possuem raízes superficiais ou estão enraizadas em solos mais secos (Bucci et al. 2004). Nas restingas, os solos oligotróficos e escassos em água pela flutuação sazonal da disponibilidade hídrica ou do próprio nível da água subterrânea influenciam o desenvolvimento de suas comunidades (Pereira et al. 2004; Pires et al. 2006), sendo

70% do sistema radicial das espécies concentrado na camada de 0 – 10 cm (Bonilha et al. 2013).

Este estudo mostrou uma forte conexão entre certos atributos da vegetação e a oferta de recursos pelo ambiente ao longo do gradiente de restinga. As formações com maior restrição hídrica e déficit nutricional abrigaram espécies com características mais redundantes e competitivas, independentemente das relações filogenéticas entre as espécies e da variação estrutural dos atributos da folha e da madeira, indicando a maior pressão do filtro ambiental próximo ao mar. As formações com maior disponibilidade de nutrientes e de água apresentaram maior dissimilaridade entre as espécies dominantes, atenuando os seus requerimentos ecológicos e a competição interespecífica. A similaridade dos atributos que maximizaram a convergência entre as espécies indica que o teor de matéria orgânica, a capacidade de troca catiônica e a umidade gravimétrica são fatores de grande influência na ocupação da planície arenosa da região nordeste de Santa Catarina.

Referências

- ABNT. 2003. Madeira – determinação da densidade básica. Rio de Janeiro: ABNT.
- Almeida Jr. EB et al. 2011. Structural characterization of the woody plants in *restinga* of Brazil. *J Ecol Nat Envir* 3:95-103.
- Baas P et al. 2004. Evolution of xylem physiology. In Poole I, Hemsley A, editors. *Evolution of plant physiology*. London: Elsevier Academic Press. p. 273-295.
- Barajas-Morales J. 1985. Wood structural difference between trees of the tropical forests in Mexico. *IAWA Bulletin* 6:355-364.
- Baraloto C et al. 2010. Decoupled leaf and stem economics in rain forest trees. *Ecol Lett* 13:1338-1347.
- Barros CF et al. 2001. Madeiras da mata atlântica: anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro – Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

- Barros CF et al. 2006. Tendências ecológicas na anatomia da madeira de espécies da comunidade arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 57:443-460.
- Berg A, Orthen B, de Mattos EA, Duarte HM, Lüttge U. 2004. Expression of crassulacean acid metabolism in *Clusia hilariana* Schechtendal in different stages of development in the field. *Trees* 18:553-558.
- Bhaskar R, Valiente-Banuet A, Ackerly DD. 2007. Evolution of hydraulic traits in closely related species pairs from Mediterranean and nonmediterranean environments of North America. *New Phytologist* 176:718-726.
- Boeger MRT, Gluzezak RM. 2006. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. *Iheringia* 61:73-82.
- Boeger MRT, Alves LC, Negrelle RRB. 2004. Leaf morphology of 89 tree species from a lowland tropical rain forest (atlantic forest) in South Brazil. *Braz Arch Biol Techn* 47:933-943.
- Boeger MRT, Wisniewski C. 2003. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (floresta atlântica) no sul do Brasil. *Rev Bras Bot* 26:61-72.
- Bongers F, Popma J. 1990. Leaf characteristics of the tropical rain forest flora of Los Tuxtlas. *Bot Gaz* 151:354-365.
- Bonilha RM et al. 2013. Characterization of the soil fertility and root system of restinga forests. *Rev Bras Ciênc Solo* 36:1804-1813.
- Borcard D, Gillet F, Legendre P. 2011. Numerical ecology with R. New York: Springer.
- Britez RM. 2005. Solos. In: Marques MCM, Britez RM, editors. História natural e conservação da Ilha do Mel, Paraná. Curitiba: UFPR. p. 49-84.
- Brodribb TJ, Feild TS. 2000. Stem hydraulic supply is linked to leaf photosynthetic capacity: evidence from New Caledonian and Tasmanian rainforests. *Plant Cell Environ* 23:1381-1388.
- Bucci SJ et al. 2004. Functional convergence in hydraulic architecture and water relations of tropical savanna trees: from leaf to whole plant. *Tree Physiology* 24:891-899.
- Bukatsch F. 1972. Bemerkungen zur doppelfärbung astrablau-safranin. *Mikrokosmos* 61:33-36.
- Cao KF. 2000. Leaf anatomy and chlorophyll content of 12 woody species in contrasting conditions in a Bornean heath Forest. *Can J Botany* 78:1245-1253.

- Carlquist S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *Amer J Botany* 64: 887-896.
- Carlquist S. 2001. Comparative wood anatomy. Systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood. London: Springer-Verlag.
- Castro EM de, Pereira FJ, Paiva R. Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos. Lavras: UFLA, 2009. 234 p.
- Cavalin PO, de Mattos EA. 2007. Spatio-temporal variation of photosynthetic pigments in the CAM tree *Clusia hiliariana* Schlechtendal associated with dry spells during the rainy season in southeastern Brazil. *Trees* 21:671-675.
- Cavalin PO. 2012. Estrutura de comunidades de espécies lenhosas ao longo de um gradiente de altitude na floresta ombrófila densa atlântica do sudeste brasileiro: uma abordagem filogenética e funcional. [Ph.D. thesis] [Campinas]: Universidade Estadual de Campinas.
- Chagas MGS et al. 2008. Variações foliares em grupos funcionais de uma paisagem de restinga, Pernambuco, Brasil. *Rev Bras Geo Fís* 1:50-63.
- Chave J et al. 2009. Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecol Lett* 12:351-366.
- Cornwell WK, Ackerly DD. 2010. A link between plant traits and abundance: evidence from coastal California woody plants. *J Ecol* 98:814-821.
- Costa CSB et al. 2003. Composição florística das formações vegetais sobre uma turfeira topotrófica da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Bot Bras* 17: 203-212.
- Crawley MJ. 2007. *The R book*. Chichester: John Wiley and Sons.
- Davis SD et al. 2002. Shoot dieback during prolonged drought in *Ceanothus* chaparral of California: a possible case of hydraulic failure. *Amer J Botany* 89:820-838.
- de Bello F et al. 2007. Importance of species abundance for assessment of trait composition: an example based on pollinator communities. *Community Ecol* 8:163-170.
- de Bello F et al. 2009. Partitioning of functional diversity reveals the scale and extent of trait convergence and divergence. *J Veget Sci* 20:475-486.
- de Mattos EA et al. 2004. Variação espacial e temporal em parâmetros fisioecológicos de plantas. In: Rocha CFD, Esteves FR, Scarano FR, editors. *Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. São Carlos: RiMa. p. 99-116.
- Dias ATC et al. 2006. Above ground biomass stock of native woodland on a Brazilian sandycoastal plain: estimates based on the dominant tree species. *Forest Ecol Manag* 226:364-367.

- Dickson WC. 2000. Integrative plant anatomy. New York: Harcont Academica Press.
- Donovan LA et al. 2011. The evolution of the worldwide leaf economics spectrum. *Trends Ecol Evol* 26:88-95.
- EPAGRI. 2002. Mapa de solos: unidade de planejamento regional litoral norte catarinense. Florianópolis: EPAGRI.
- EPAGRI. 2014. Dados meteorológicos da região de Joinville. Available online at www.epagri.sc.gov.br.
- Fahn A, Werker E, Baas P. 1986. Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions. Jerusalem: The Israel Academy of Sciences and Humanities.
- Felfili JM, Rezende RP. 2003. Conceitos e métodos em fitossociologia. Brasília: UnB.
- Felfili JM et al. 2011. Fitossociologia no Brasil. Viçosa: UFV.
- Franco AC et al. 1996. The effect of light levels on daily patterns of chlorophyll fluorescence and organic acid accumulation in the tropical CAM tree *Clusia hilariana*. *Trees*. 10:240-247.
- Garnier E et al. 2001. A standardized protocol for the determination of specific leaf area dry matter content. *Funct Ecol* 15:688-695.
- Gessler A et al. 2008. Comparison of the performance of three different ecophysiological life forms in a sandy coastal resting ecosystem of SE-Brazil: a nodulated N₂-fixing C₃-shrub (*Andira legalis* (Vell.) Toledo), a CAM-shrub (*Clusia hilariana* Schldtl.) and a tap root C₃-hemipterophyte (*Allagoptera arenaria* (Gomes) O. Ktze.). *Trees*. 22:105-119.
- Guedes D, Barbosa LM, Martins SE. 2006. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no município de Bertoga, SP, Brasil. *Acta Bot Bras*. 20:299-311.
- Henriques RPB, Araujo DSD, Hay JD. 1986. Descrição dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. *Rev Bras Bot* 9:173-189.
- Hodgson JG et al. 2011. Is leaf dry matter content a better predictor of soil fertility than specific leaf area? *Ann Bot* 108:1337-1345.
- Hoffmann WA et al. 2005. Specific leaf area explains differences in leaf traits between cogenetic savanna and forest trees. *Funct Ecol* 19:932-940.
- IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull* 10:219-332.

Jacobsen AL et al. 2007. Xylem density, biomechanics and anatomical traits correlate with water stress in 17 evergreen shrub species of the mediterranean-type climate region of South Africa. *J Ecol* 95:171-183.

Johansen DA. 1940. *Plant microtechnique*. London: McGraw-Hill Company Inc.

Lacerda LD, Araujo DSD. 1987. A natureza das restingas. *Ciênc Hoje*. 33:42-48.

Legendre P, Legendre L. 1998. *Numerical ecology*. Netherlands: Elsevier Science.

Li Y et al. 2005. Specific leaf area and leaf dry matter content of plants growing in sand dunes. *Bot Bull Acad Sinica*. 46:127-134.

Magnago LFS et al. 2010. Gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de restinga no sudeste do Brasil. *Acta Bot Bras* 24:734-746.

Martin L, Suguio K, Flexor JM. 1993. As flutuações de nível do mar durante o quaternário superior e a evolução geológica de “deltas” brasileiras. *Bol Inst Geologia – USP*, 15:1-186.

Melo Jr. JCF, Boeger MRT. 2014. Riqueza, estrutura e interações edáficas de gradiente de restinga da planície costeira de Santa Catarina, Brasil. *Proceedings of the 11th Congresso Latinoamericano de Botânica; 2014; Salvador, Brasil*.

Moreira MA. 2005. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. Viçosa: UFV.

Niinemets Ü, Fleck S. 2002. Petiole mechanics, leaf inclination, morphology, and investment in support in relation to light availability in the canopy of *Liriodendron tulipifera*. *Oecologia* 132:21-33.

Niklas KJ, Christianson ML. 2011. Differences in the scaling of area and mass of *Ginkgo biloba* (Ginkgoaceae) leaves and their relevance to the study of specific leaf area. *Amer J Bot* 98:1381-1386.

Paiva JGA et al. 2006. Verniz vitral incolor 500: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. *Acta Bot Bras* 20:257-264.

Pearcy RW. 2007. Responses of plants to heterogeneous light environments. In: Pugnaire FI, Valladares F, editors. *Functional plant ecology*. London: CRC Press. p. 213-257.

Pereira MCA, Cordeiro SZ, Araujo DSD. 2004. Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. *Acta Bot Bras* 18:677-687.

Pérez-Harguindeguy N et al. 2013. *New handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide*. *Aust J Bot*.

Petchey OL, Gaston KJ. 2006. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecol Lett* 9:741-758.

Pillar VD, Orlóci L. 2004. Character-based community analysis: the theory and an application program. Available online at <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>.

Pillar VD et al. 2009. Discriminating trait-convergence and trait-divergence assembly patterns in ecological community gradients. *J Veg Sci* 20:334-348.

Pillar VD. 1999. On the identification of optimal plant functional types. *J Veg Sci* 10:631-640.

Pimentel MCP et al. 2007. Spatial variation in the structure and floristic composition of “restinga” vegetation in southeastern Brazil. *Rev Bras Bot* 30:543-551.

Pires LA et al. 2006. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. *Acta Bot Bras* 20:173-184.

Poorter L, Rozendaal DMA. 2008. Leaf size and leaf display of thirty-eight tropical tree species. *Oecologia* 158:35-46.

Poulson ME, DeLucia EH. 1993. Photosynthetic and structural acclimation to light direction in vertical leaves of *Silphiumterebinthinaceum*. *Oecologia* 95:393-400.

Pratt RB et al. 2005. Mechanisms for tolerating freeze-thaw stress of two evergreen chaparral species; *Rhusovata* and *Malosmalaurina* (Anacardiaceae). *Amer J Bot* 92:1102-1113.

Rao CR. 1982. Diversity and dissimilarity coefficients: a united approach. *Theor Popul Biol* 21:24-43.

Reich PB, Walters MB, Ellsworth DS. 1992. Leaf life – span in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems. *Ecol Monogr* 62:365-392.

Ricotta C. 2005. A note on functional diversity measures. *Basic Appl Ecol* 6:479-486.

Rosado BHP, de Mattos EA. 2007. Variação temporal de características morfológicas de folhas em dez espécies do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ, Brasil. *Acta Bot Bras* 21:741-752.

Rosado BHP, de Mattos EA. 2010. Interspecific variation of functional traits in a CAM-tree dominated sandy coastal plain. *J Veget Sci* 21:43-54.

Rosado BHP, Dias ATC, de Mattos EA. 2013a. Going back to basis: importance of ecophysiology when choosing functional traits for studying communities and ecosystems. *Nat Conservação* 11:15-22.

Rosado BHP, de Mattos EA, Sternberg LSL. 2013b. Area leaf physiological traits related to leaf water isotopic enrichment in restinga Woody species? *An Acad Bras Ciênc* 85:1035-1046.

Santos-Filho FS, Almeida Jr. EB, Zickel CS. 2013. Do edaphic aspects alter vegetation structures in the Brazilian *restinga*? *Acta Bot Bras* 27:613-623.

Sattler D, Lindner A. 2009. On the influence of climate seasonality on leaf area Index and canopy openness of a fragmented tropical montane forest in Rio de Janeiro, Brazil. In: Gaese H et al., editors. *Biodiversity and land use systems in the fragmented Mata Atlântica of Rio de Janeiro*. Göttingen: Couvelier-Verlag. p. 245-257.

Scarano FR et al. 2001. Four sites with contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographic distribution to ecophysiological parameters. *Bot J Linn Soc* 136:345-364.

Scarano FR. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats to the Brazilian atlantic rainforest. *Ann Bot* 90:517-524.

Shipley B et al. 2006. Fundamental trade-offs generating the worldwide leaf economics spectrum. *Ecol* 87:535-541.

Silva SM, Britez RM. 2005. A vegetação da planície costeira. In: Marques MCM, Britez RM, editors. *História natural e conservação da Ilha do Mel*. Curitiba: UFPR. p. 49-84.

Smith WK et al. 1997. Leaf form and photosynthesis. *BioSci* 47:785-793.

Smith WK, Bell DT, Shepherd KA, 1998. Associations between leaf structure, orientation, and sunlight exposure in five Western Australian communities. *Amer J Bot* 85:56-63.

Sperry JS. 2003. Evolution of water transport and xylem structure. *Inter J Plant Sci* 164:S115-S127.

Sztutman M, Rodrigues RR. 2002. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual de Campina do Encantado, Pariquera-Açu, SP. *Ver Bras Bot* 25:161-176.

Turner JM. 1994. Sclerophylly: primarily protective? *Func Ecol* 8:669-675.

Vaieretti MV et al. 2007. Two measurement methods of leaf dry matter content produce similar results in a broad range of species. *Ann Bot* 99:955-958.

Valladares F, Gianoli E, Gómez JM. 2007. Ecological limits to plant phenotypic plasticity. *New Phytologist* 176:749-763.

Vendramini F et al. 2002. Leaf traits as indicators of resource-use strategy in floras with succulent species. *New Phytologist* 154:147-157.

Weiher E, Keddy PA. 1999. Relative abundance and evenness patterns along diversity and biomass gradients. *Oikos* 87:355-361.

Westoby M, Wright IJ, 2006. Land-plant ecology on the basis of functional traits. *Trends Ecol Evol* 21:261-268.

Wheeler K et al. 2005. Inter-length pitting and cavitation in Woody Rosaceae and other vesseled plants: a basis for a safety versus efficiency trade-off in xylem transport. *Plant, Cell Environ* 28:800-812.

Wilson JB. 2007. Trait-divergence assembly rules have been demonstrated: limiting similarity lives! A reply to Grime. *J Veget Sci* 18:451-452.

Witkowski ETF, Lamont BB. 1991. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. *Oecologia* 88:486-493.

Wright IJ et al. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature* 428:821-827.

Zimmermann MH. 1983. Xylem structure and the ascent of sap. Berlin: Springer-Verlag.

Tabela 1. Variáveis ambientais distribuídas por formação e transecções ao longo do gradiente edáfico da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul/SC. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa), floresta de transição (Ft), matéria orgânica (MO, g.dm⁻³), capacidade de troca catiônica (CTC, mmolc.dm⁻³) e umidade gravimétrica (UG, %)

Variável edáfica	Transecto	Formações			
		Rh	Ra	Raa	Ft
MO	1	7	12	12	85
	2	8	16	16	83
	3	7	14	16	80
	média	7.33	14.00	14.67	82.67
CTC	1	28.1	28.3	26.1	295.4
	2	20.1	32.6	29.8	327.3
	3	21	29.4	35.5	293.8
	média	23.07	30.10	30.47	305.50
UG	1	4.82	9.71	12.72	102
	2	5.43	8.54	14.15	112.44
	3	4.44	8.13	15.38	92.76
	média	4.90	8.79	14.08	102.40

Tabela 2. Atributos funcionais da folha e da madeira das espécies dominantes de restinga estudadas no Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul, SC. Legenda: valor de importância das espécies dominantes (VI) e respectivas frequências relativas (FR) nas formações de restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa) e floresta de transição (Ft). Altura (A, m), ângulo de inclinação foliar (AIF, °), área foliar (AF, cm²), conteúdo de matéria seca foliar (CMSF, g), área específica foliar (AEF, cm².g⁻¹), densidade da madeira (g.cm⁻³), diâmetro tangencial do vaso (µm), frequência de vasos (n⁰/mm²), índice de condutividade (IC) e índice de vulnerabilidade (IV). Os valores representam as médias ± desvios-padrão. Letras diferentes, em colunas, indicam diferenças significativas entre as espécies por formação (ANOVA, *post hoc* Tukey, p < 0.05)

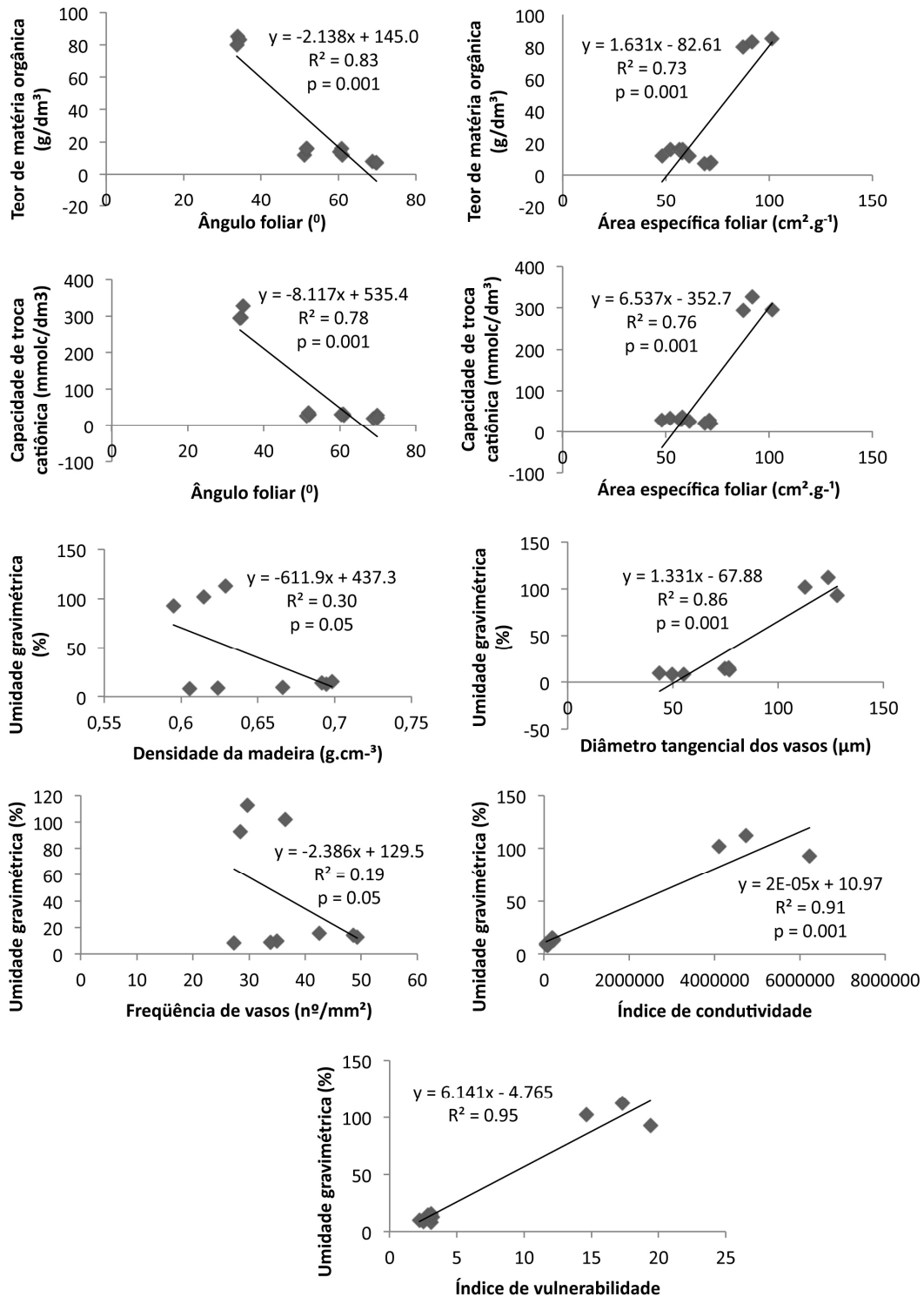
Formação/Espécie	VI	FR	A	AIF	AF	CMSF	AEF	DM	DV	FV	IC	IV
Rh												
<i>Blutaparon portulacoides</i>	14.63	7.6	0.13 ± 0.02 b	67.71 ± 2.80 b	1.31 ± 0.31 e	0.05 ± 0.01 e	60.94 ± 24.11 c	-	-	-	-	-
<i>Canavalia rosea</i>	15.30	6.8	0.10 ± 0.01 c	76.33 ± 6.04 a	22.63 ± 1.49 a	0.14 ± 0.01 c	94.39 ± 8.55 a	-	-	-	-	-
<i>Ipomoea imperati</i>	13.59	10.6	0.09 ± 0.01 d	68.83 ± 3.09 b	10.88 ± 0.56 c	0.10 ± 0.02 d	83.85 ± 14.49 b	-	-	-	-	-
<i>Remirea maritima</i>	12.76	9.8	0.08 ± 0.01 e	68.00 ± 3.57 b	0.69 ± 0.05 f	0.26 ± 0.04 b	60.13 ± 10.96 c	-	-	-	-	-
<i>Scaevola plumieri</i>	16.17	6.1	0.33 ± 0.02 a	67.50 ± 3.37 b	12.44 ± 0.87 b	0.09 ± 0.02 d	50.67 ± 15.66 cd	-	-	-	-	-
<i>Smilax campestris</i>	18.44	10.6	0.05 ± 0.004 f	67.67 ± 2.82 b	3.31 ± 0.58 d	0.34 ± 0.05 a	59.62 ± 9.04 c	-	-	-	-	-
<i>Stylosanthes viscosa</i>	14.84	5.3	0.04 ± 0.01 g	68.50 ± 3.51 b	0.23 ± 0.03 g	0.29 ± 0.06 b	75.14 ± 17.74 b	-	-	-	-	-
Ra												
<i>Clusia criuva</i>	22.01	10.8	1.45 ± 0.13 a	58.67 ± 3.41 b	32.82 ± 1.07 a	0.23 ± 0.02 b	52.00 ± 8.17 c	0.68 ± 0.02 b	70.83 ± 8.27 b	12.42 ± 1.67 c	123047.80	5.66
<i>Guapira opposita</i>	78.33	10.8	0.97 ± 0.14 d	62.00 ± 4.01 a	4.89 ± 0.62 b	0.15 ± 0.03 c	81.97 ± 12.28 a	0.50 ± 0.05 c	27.62 ± 7.97 d	17.65 ± 3.61 b	2060.77	1.56
<i>Myrcia pulchra</i>	35.53	10.0	1.15 ± 0.09 c	60.83 ± 4.31 a	4.77 ± 0.50 b	0.36 ± 0.02 a	56.15 ± 0.56 c	0.89 ± 0.04 a	40.38 ± 5.09 c	70.32 ± 10.22 a	2363.01	0.57
<i>Norantea brasiliensis</i>	28.01	6.9	1.29 ± 0.08 b	60.17 ± 5.42 a	34.67 ± 0.90 a	0.25 ± 0.02 b	68.65 ± 6.19 b	0.50 ± 0.02 c	78.44 ± 11.85 a	17.35 ± 3.96 b	136373.78	4.52
Raa												
<i>Ilex theezans</i>	28.94	7.0	3.53 ± 0.59 c	53.33 ± 4.90 a	14.04 ± 1.09 b	0.28 ± 0.06 c	53.48 ± 9.88 c	0.66 ± 0.02 c	55.07 ± 6.36 c	56.68 ± 8.37 b	10134.33	0.97
<i>Myrsine venosa</i>	29.54	6.5	4.80 ± 0.51 b	52.50 ± 5.14 a	17.13 ± 1.25 a	0.33 ± 0.03 b	35.10 ± 2.57 d	0.84 ± 0.02 a	63.12 ± 5.95 b	39.45 ± 6.85 c	25147.86	1.60
<i>Ocotea pulchella</i>	40.71	7.0	6.35 ± 0.84 a	49.33 ± 3.10 b	6.02 ± 0.70 e	0.57 ± 0.07 a	65.68 ± 10.90 b	0.66 ± 0.01 c	105.53 ± 9.10 a	23.99 ± 2.21 d	323234.81	4.40

<i>Pera glabrata</i>	39.90	7.5	4.57 ± 1.05 b	50.20 ± 4.33 b	10.29 ± 0.83 c	0.19 ± 0.03 e	70.73 ± 8.54 a	0.74 ± 0.02 b	104.87 ± 19.49 a	14.41 ± 2.61 e	524791.45	7.28
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	36.12	7.0	4.63 ± 0.59 b	52.40 ± 4.44 a	9.73 ± 0.91 d	0.20 ± 0.03 d	64.10 ± 6.29 b	0.63 ± 0.04 c	53.62 ± 8.77 c	97.67 ± 6.70 a	5289.64	0.55
Ft												
<i>Alchornea triplinervia</i>	25.37	5.4	8.43 ± 0.80 a	31.83 ± 5.10 c	14.07 ± 1.42 c	0.58 ± 0.04 a	78.97 ± 15.17 d	0.44 ± 0.02 d	128.44 ± 19.15 c	7.59 ± 1.33 d	2240987.47	16.92
<i>Andira fraxinifolia</i>	20.85	5.4	6.37 ± 1.01 c	34.00 ± 5.99 bc	10.72 ± 1.66 d	0.42 ± 0.08 b	99.15 ± 16.05 c	0.64 ± 0.05 b	171.05 ± 26.89 a	3.51 ± 1.32 e	15246381.11	48.74
<i>Calophyllum brasiliense</i>	47.74	8.4	7.93 ± 0.97 b	36.50 ± 4.70 b	37.64 ± 2.21 a	0.33 ± 0.06 c	82.38 ± 5.99 d	0.78 ± 0.01 a	163.86 ± 20.86 b	10.76 ± 2.00 c	4187545.59	15.23
<i>Dalbergia frutescens</i>	19.86	5.4	6.07 ± 0.71 c	38.67 ± 3.41 a	2.71 ± 0.81 e	0.21 ± 0.07 e	137.09 ± 18.63 a	0.65 ± 0.02 b	45.26 ± 2.82 e	101.87 ± 12.55 a	2574.49	0.44
<i>Nectandra oppositifolia</i>	24.55	6.0	8.87 ± 0.89 a	33.33 ± 5.07 c	33.08 ± 2.10 b	0.44 ± 0.05 b	56.81 ± 4.42 e	0.54 ± 0.02 c	126.36 ± 17.30 c	10.08 ± 1.87 c	1580730.94	12.54
<i>Schinus terebinthifolius</i>	22.56	6.0	7.63 ± 0.65 b	28.83 ± 3.09 d	3.83 ± 0.55 e	0.28 ± 0.08 d	119.88 ± 18.48 b	0.55 ± 0.02 c	70.48 ± 10.25 d	72.07 ± 10.37 b	21398.78	0.98

Tabela 3. Índice de Gini-Simpson (SD), índice de diversidade funcional (FD) e redundância funcional (FR) das formações de restinga em função das variáveis de solo estudadas ao longo do gradiente edáfico da restinga do Parque Estadual do Acaraí, São Francisco do Sul/SC. Legenda: restinga herbácea (Rh), restinga arbustiva (Ra), restinga arbustivo-arbórea (Raa), floresta de transição (Ft), matéria orgânica (MO, g.dm⁻³), capacidade de troca catiônica (CTC, mmolc.dm⁻³) e umidade gravimétrica (UG, %)

Variável edáfica	Índices	Formações			
		Rh	Ra	Raa	Ft
MO	SD	0.82	0.71	0.79	0.82
	FD	0.21	0.22	0.31	0.35
	FR	0.61	0.49	0.48	0.47
CTC	SD	0.82	0.71	0.79	0.82
	FD	0.21	0.21	0.30	0.36
	FR	0.61	0.50	0.49	0.46
UG	SD	-	0.71	0.79	0.82
	FD	-	0.22	0.32	0.47
	FR	-	0.49	0.47	0.35

Figura 1. Relações entre as variáveis de solo e os atributos foliares e da madeira que maximizaram a convergência entre as espécies das diferentes formações de restinga ao longo do gradiente edáfico



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto dos estudos realizados na restinga do Parque Estadual do Acaraí, localizado no município de São Francisco do Sul, SC, sugere, de forma geral, que a flora dessa unidade de conservação apresenta elevada diversidade de espécies vegetais quando comparada à de outras restingas do estado. A condição oligotrófica dos solos de suas fitofisionomias e a flutuação na disponibilidade hídrica e de nutrientes minerais ao longo do gradiente evidenciam a influência do caráter edáfico da vegetação de restinga, demonstrando uma forte conexão entre as comunidades de plantas e a oferta de recursos. O conhecimento sobre as influências pedológicas, assim como os fatores ambientais condicionantes ao desenvolvimento das comunidades vegetais em ambientes de restinga, reforça o pressuposto de que tais comunidades dependem mais da natureza do solo do que do clima. Assim, uma série de atributos funcionais morfoanatômicos da folha e da madeira tende a mostrar estratégias ecológicas convergentes entre as espécies para lidar com a heterogeneidade ambiental da restinga e garantir a sua sobrevivência. Além disso, é possível realizar as seguintes considerações sobre a vegetação investigada:

- (i) Da flora de plantas vasculares terrícolas, composta por 319 espécies (pertencentes a 215 gêneros e 82 famílias), 63 espécies ocorrem de forma exclusiva nas formações de restinga herbácea (Rh), 32 na restinga arbustiva (Ra), 46 na restinga arbustivo-arbórea (Raa) e 103 na floresta de transição (Ft). Algumas famílias são mais representativas em número de espécies, como Asteraceae (35), Fabaceae (30), Myrtaceae (20), Rubiaceae (18) e Poaceae (13). Maior coocorrência de espécies foi registrada entre Raa e Ft, com 42,6% de similaridade. Apenas três espécies estiveram presentes em todas as fitofisionomias de restinga.

- (ii) Cinco espécies se destacaram pelo valor de importância em cada fitofionomia: em Rh (*Smilax campestris*, *Scaevola plumieri*, *Canavalia rosea*, *Stylosanthes viscosa* e *Blutaparon portulacoides*); em Ra (*Guapira opposita*, *Myrcia pulchra*, *Norantea brasiliensis*, *Clusia criuva* e *Psidium cattleianum*), em Raa (*Ocotea pulchella*, *Pera glabrata*, *Ternstroemia brasiliensis*, *Myrsine venosa* e *Ilex theezans*) e em Ft (*Calophyllum brasiliense*, *Alchornea triplinervia*, *Nectandra oppositifolia*, *Schinus terebinthifolius* e *Andira fraxinifolia*).
- (iii) A riqueza de espécies registrada no presente trabalho, exibida pelo índice de diversidade de Shannon, mostrou-se expressiva quando comparada a outras áreas de restinga estudadas no estado, principalmente para as fitofisionomias da restinga herbácea.
- (iv) O padrão estrutural de cada formação da restinga estudada foi influenciado por fatores edáficos, como os teores de matéria orgânica (MO), potássio (K), acidez potencial (H + Al), capacidade de troca catiônica (CTC) e espessura da serapilheira, sendo esses atributos determinantes da flora característica de cada formação.
- (v) As espécies dominantes no ambiente de dunas são tipicamente consideradas halófilo-psamófilas e exibem formas de vida que lhes permitem sobreviver em condições estressantes desse ambiente, como a instabilidade do substrato, a escassez de água, as altas temperaturas e a elevada salinidade.
- (vi) As espécies coocorrentes nas quatro formações em gradiente edáfico da restinga (*Varronia curassavica* Jacq. – Boraginaceae, *Dodonaea viscosa* Jacq. – Sapindaceae e *Symphopappus*

casaretti B.L.Rob. – Asteraceae) apresentaram diferentes padrões de resposta ao gradiente de restinga. Os atributos morfológicos mostraram-se mais plásticos em relação aos anatômicos.

- (vii) O índice de plasticidade fenotípica (IPF) evidenciou diferenças mais acentuadas nas características morfológicas para as três espécies. *V. curassavica*, com maior grau de resposta às variações ambientais, foi considerada a mais plástica entre as plantas estudadas. Em *D. viscosa* e *S. casaretti*, as respostas plásticas foram maiores para os atributos morfológicos.

- (viii) Muito embora as características edáficas dos solos de restinga tenham revelado ampla variação nos teores de macronutrientes, de matéria orgânica, espessura da serapilheira e umidade, as diferentes condições de luminosidade tiveram maior influência sobre as respostas morfoanatômicas foliares das espécies averiguadas. Assim, a heterogeneidade espacial caracterizada em cada fitofisionomia influenciou os ajustes em diferentes escalas por tais espécies.

- (ix) Nas 22 espécies consideradas dominantes pelo VI, folhas e madeira apresentaram grande variação, considerando os valores médios dos atributos funcionais morfológicos e anatômicos avaliados. Os atributos que expressaram maior variação foram: altura dos indivíduos, área foliar, conteúdo de matéria seca foliar, frequência de vasos e índice de vulnerabilidade da madeira.

- (x) O subconjunto ótimo de atributos foliares que maximizou a convergência das espécies ao longo do gradiente edáfico da

restinga, associado tanto ao teor de matéria orgânica (MO) quanto à capacidade de troca catiônica (CTC), foi dado pela área específica foliar (AEF) e pelo ângulo de inclinação foliar (AIF). Para a madeira, todos os atributos avaliados maximizaram a convergência das espécies ao longo do gradiente edáfico da restinga, quando associados à umidade gravimétrica (UG).

- (xi) Para a madeira da maioria das espécies estudadas foi notadamente observado o *trade-off* entre eficiência e segurança no transporte, dado por vasos mais largos e em menor frequência por unidade de área, o que é apontado como padrão das espécies de florestas tropicais.

- (xii) A diversidade funcional (FD Rao) baseada nos atributos foliares e da madeira que maximizaram a convergência entre as 22 espécies dominantes de restinga mostrou valores crescentes ao longo do gradiente, indicando o aumento progressivo da dissimilaridade entre as espécies em direção à Ft. Já a maior redundância funcional (FR) foi observada entre as espécies das formações mais próximas ao mar, o que lhes amplia a competição por recursos.

- (xiii) A maior dissimilaridade entre as espécies e a menor redundância funcional, evidenciada nas formações arbustivo-arbórea e florestal da restinga, indicaram que nessas fitofisionomias o aumento da diversidade funcional amplia a coexistência de espécies, ao passo que estas se ajustam para reduzir a competição por um mesmo recurso.

- (xiv) As fitofisionomias com maior restrição hídrica e menor fertilidade do solo abrigaram espécies com características mais redundantes e competitivas, independentemente das relações filogenéticas entre as espécies e da variação estrutural dos atributos da folha e da madeira, indicando a maior pressão do filtro ambiental próximo ao mar. As fitofisionomias com maior disponibilidade de nutrientes e de água apresentaram maior dissimilaridade entre as espécies dominantes, atenuando os seus requerimentos ecológicos e a competição interespecífica.

Referências Gerais

AB'SÁBER, A. R. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos do Brasil**. São Paulo: USP, 1970.

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**, v. 3, p. 95-103, 2011.

ANDRADE-LIMA, D. de. *Vegetação*. In: IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas nacional do Brasil**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia, 1966.

ARAUJO, D. S. D. **Análise florística e fitogeografia das restingas do estado do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Ecologia)–Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

_____; MACIEL, N. C. Restingas fluminenses: biodiversidade e preservação. **Boletim da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 27-51, 1998.

_____; PEREIRA, M. C. A.; PIMENTEL, M. Flora e estrutura de comunidades na Restinga de Jurubatiba – síntese dos conhecimentos com enfoque especial para a formação aberta de clusia. In: ROCHA, C. F. D.; ESTEVES, F. A.; SCARANO, F. R. (eds.). **Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba**. São Carlos: RiMa, 2004. p. 59-76.

BAAS, P.; CARLQUIST, S. A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of southern California and Israel. **IAWA Bulletin**, v. 6, n. 4, p. 349-354, 1985.

_____; WERKER, E.; FHAN, A. Some ecological trends in vessel characters. **IAWA Bulletin**, v. 4, n. 2, p. 141-159, 1983.

BARAJAS-MORALES, J. Wood structural difference between trees of the tropical forests in Mexico. **IAWA Bulletin**, v. 6, n. 4, p. 355-364, 1985.

BARROS C. F.; CALLADO, C. H.; COSTA, C. G.; PUGIAÇÇI, H. R. L.; CUNHA, M.; MARQUETE, O. **Madeiras da Mata Atlântica: anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro** –

Brasil. Volume 1. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1997.

_____; CALLADO, C. H.; MARCON, M. L.; COSTA, C. G.; CUNHA, M.; LIMA, H. R. P.; MARQUETE, O. **Madeiras da Mata Atlântica: anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro – Brasil. Volume II.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2001.

_____; MARCON-FERREIRA, M. L.; CALLADO, C. H.; LIMA, H. R. P.; CUNHA, M.; MARQUETE, O.; COSTA, C. G. Tendências ecológicas na anatomia da madeira de espécies da comunidade arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 443-460, 2006.

BIGARELLA, J. J. Contribuição ao estudo da planície litorânea do estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, p. 65-110, 2001.

BOEGER, M. R. T.; ALVES, L. C.; NEGRELLE, R. R. B. Leaf morphology of 89 tree species from a lowland tropical rain forest (Atlantic Forest) in south Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 933-943, 2004.

_____; GLUZEZAK, R. M. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. **Iheringia**, v. 61, n. 1-2, p. 73-82, 2006.

_____; WISNIEWSKI, C.; REISSMANN, C. B. Nutrientes foliares de espécies arbóreas de três estádios sucessionais de floresta ombrófila densa no sul do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 167-181, 2005.

BONILHA, R. M.; CASAGRANDE, J. C.; SOARES, M. R.; REIS-DUARTE, M. Characterization of the soil fertility and root system of restinga forests. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1.804-1.813, 2013.

BRADSHAW, A. D. Unravelling significance of phenotypic plasticity in plants. **Advances in Genetics**, v. 13, p. 115-155, 2006.

BRASIL. **Resolução do CONAMA n.º 261, de 30 de junho de 1999.** Define os parâmetros básicos para análise dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina. 1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1>>. Acesso em: 5/08/2013.

BRESOLIN, A. Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina. **Insula**, v. 10, p. 1-55, 1979.

BRITEZ, R. M. Solos. *In*: MARQUES, M. C. M.; BRITEZ, R. M. (eds.). **História natural e conservação da Ilha do Mel, Paraná**. Curitiba: UFPR, 2005. p. 49-84.

CAPOBIANCO, J. P. R. (org.). **Dossiê Mata Atlântica: Projeto Monitoramento Participativo da Mata Atlântica**. Brasília: Rede de ONGs da Mata Atlântica/ISA/SNE, 2001.

CARDOSO, D.; SOBRINHO, T.; SCHOEREDER, J. Ant community composition and its relationship with phytophysiognomies in a Brazilian Restinga. **Insectes Sociaux**, v. 57, n. 3, p. 293-301, 2010.

CARDOSO, G. L.; LOMÔNACO, C. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, p. 131-140, 2003.

CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. **American Journal of Botany**, v. 64, p. 887-896, 1977.

CASTELLANI, 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**, v. 24, p. 37-72, 1995.

CAVALIN, P. O.; DE MATTOS, E. A. Spatio-temporal variation of photosynthetic pigments in the CAM tree *Clusia hilariana* Schlechtendal associated with dry spells during the rainy season in southeastern Brazil. **Trees**, v. 21, p. 671-675, 2007.

CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R.; SOBRAL, M. Levantamento florístico da vegetação arbustiva-arbórea em área ecotonal entre restinga e floresta ombrófila densa de terras baixas (Praia de Palmas, Governador Celso Ramos, Santa Catarina, Brasil). **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 7, p. 105-120, 2001.

CORDAZZO, C. V.; COSTA, C. S. B. Associações vegetais das dunas frontais de Garopaba (SC). **Ciência e Cultura**, v. 41, p. 906-910, 1989.

COSTA, C. S. B.; IRGANG, B. E.; PEIXOTO, A. R.; MARANGONI, J. C. Composição florística das formações vegetais sobre uma turfeira topotrófica da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 203-212, 2003.

DANIEL, R. B. **Florística e fitossociologia da restinga herbáceo-arbustiva do Morro dos Conventos, Araranguá, SC**. Dissertação (Mestrado)– Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2006.

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**, v. 4, p. 21-34, 1990.

DIAS, A. T. C.; DE MATTOS, E. A.; VIEIRA, S. A.; AZEREDO, J. V.; SCARANO, F. R. Aboveground biomass stock of native Woodland on a Brazilian Sandy coastal plain: estimates based on the dominant tree species. **Forest Ecology and Management**, v. 226, p. 364-367, 2006.

DONOHUE, K. Setting the stage: phenotypic plasticity as habitat selection. **International Journal of Plant Science**, v. 164, p. 9-92, 2003.

FATMA – FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de manejo do Parque Estadual do Acaí**. Curitiba: FATMA, 2008.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira**. Fortaleza: Multigraf, 1998. 340 p.

_____. **Fitogeografia brasileira: províncias florísticas**. Fortaleza: Realce, 2006. 202 p.

FUZETO, A. P.; LOMÔNACO, C. Potencial plástico de *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae) e seu papel na formação de ecótipos em área de cerrado e vereda. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, p. 169-176, 2000.

GESSLER, A.; NITSCHKE, R.; DE MATTOS, E. A.; ZALUAR, H. L. T.; SCARANO, F. R.; RENNENBERG, H.; LÜTTGE, U. Comparison of the performance of three different ecophysiological life forms in a sandy coastal resting ecosystem of SE-Brazil: a nodulated N₂-fixing C₃-shrub (*Andira legalis* (Vell.) Toledo, a CAM-shrub (*Clusia hilariana* Schtdl.) and a tap root C₃-

hemipterophyte (*Allagoptera arenaria* (Gomes) O. Ktze.). **Trees**, v. 22, p. 105-119, 2008.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P. de; WANDERLEY, M. G. L.; VAN DER BERG, C. Biodiversity and conservation of plant in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 632-639, 2005.

GIVNISH, T. J. Leaf and canop adaptations in tropical forest. *In*: MEDINA, E.; MOONEY, H. A.; VASQUES-YANES, C. (eds.). **Physiological ecology of plants in the wet tropics**. Hague: Junk Publishers, 1984. p. 51-84.

GOMES, R.; PINHEIRO, M. C. B.; LIMA, H. A. de. Fenologia reprodutiva de quatro espécies de *Sapotaceae narestinga* de Maricá, RJ. Reproductive phenology of four species of *Sapotaceae narestinga* at the Maricá, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 4, p. 679, 2008.

GRATANI, L.; COVONE, F.; LARCHER, W. Leaf plasticity in response to light of three evergreen species of the mediterranean maquis. **Trees**, v. 20, p. 549-558, 2006.

GUEDES, D.; BARBOSA, S. M.; MARTINS, S. E. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no município de Berbioga, São Paulo, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 2, p. 299-311, 2006.

GUIMARÃES, T. B. **Florística e fenologia reprodutiva de plantas vasculares na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC**. Dissertação (Mestrado)—Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

HOLZER, W.; CRICHYNO, J.; PIRES, A. C. Sustentabilidade da urbanização em áreas de restinga: uma proposta de avaliação pós-ocupação. **Paisagem Ambiente**, v. 19, p. 49-66, 2004.

HUANG, J.; WANG, X.; YAN, E. Leaf nutrient concentration, nutrient resorption and litter decomposition in an evergreen broad-leaved forest in eastern China. **Forest Ecology and Management**, v. 239, p. 150-158, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. São Paulo, 1992. 92 p. (Manuais Técnicos em Geociências n. 1).

_____. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. São Paulo, 2012.

KEDROV, G. B. Functioning wood. **Wulfenia**, v. 19, p. 57-95, 2012.

KLEIN, A. S.; CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R. Florística e estrutura secundária de restinga herbácea no município de Araranguá, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 20, n. 3, p. 15-26, 2007.

KUKI, K. N.; OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, E. G.; COSTA, A. C.; CAMBRAIA, J. Effects of simulated deposition of acid mist and iron ore particulate matter on photosynthesis and the generation of oxidative stress in *Schinus terebinthifolius* Raddi and *Sophora tomentosa* L. **Science of the Total Environment**, v. 403, p. 207-214, 2008.

LACERDA, L. D. *et al.* (eds.). **Restingas: origem, estrutura e processos**. Niterói: CEUFF, 1984.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000.

LINDORF, H. Eco-wood and leaf anatomy in *Sessea corymbiflora* from an ecological perspective. **IAWA Journal**, v. 18, n. 2, p. 157-168, 1994.

LISBOA, P. L. B.; URBINATI, C. V.; NEVES, C. O. Estudo comparativo sobre a morfologia das estruturas anatômicas das madeiras de plantas arbóreas da Amazônia e da caatinga. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 44., 1993, São Luís. **Resumos...** v. 1.

MAIA, V. C.; FERNANDES, S. P. C. Two new species of gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) associated with *Erythroxyllum ovalifolium* Peyr. (Erythroxyllaceae) from the Barra de Maricá restinga, Maricá, Rio de Janeiro, Brazil. Duas novas espécies de dípteros galhadores (Diptera, Cecidomyiidae) associadas com *Erythroxyllum ovalifolium* Peyr. (Erythroxyllaceae) da restinga de Barra de Maricá, Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 2, p. 521, 2011.

MAGNAGO, L. F. S.; MARTINS, S. V.; SCHAEFER, C. E. G. R.; NERI, A. V. Gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de restinga no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, p. 734-746, 2010.

MANTUANO, D. G.; BARROS, C. F.; SCARANO, F. J. Leaf anatomy variation within and between three “restinga” populations of *Erythroxylum ovalifolium* Peyr. (Erythroxylaceae) in Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 2, p. 209-215, 2006.

MELO JR., J. C. F.; BONA, C.; CECCANTINI, G. Anatomia foliar de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae): interpretações ecológicas em diferentes condições edáficas de Cerrado. **Biotemas**, v. 25, p. 29-36, 2012.

_____; CECCANTINI, G.; BONA, C. Anatomia ecológica do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae) distribuída em diferentes condições edáficas do cerrado sul-brasileiro. **Iheringia**. Série Botânica, v. 66, p. 189-200, 2011.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mata Atlântica**: patrimônio nacional dos brasileiros. Biodiversidade 34. Brasília, 2010. 408 p.

NEGRELLE, R. R. B. **Composição florística, estrutura fitossociológica e dinâmica de regeneração da Floresta Atlântica na Reserva Volta Velha, município de Itapoá, SC**. Tese (Doutorado)–Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

_____. Composição florística e estrutura vertical de um trecho de floresta ombrófila densa de planície quaternária. **Hoehnea**, v. 33, p. 261-289, 2006.

NUNES-FREITAS, A. F. **Bromélias da Ilha Grande**: variação inter-habitats na composição, riqueza e diversidade da comunidade. Tese (Doutorado)–Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 16, p. 115-130, 1993.

OLIVEIRA-REBOUÇAS, P.; GIMENES, M. Potential pollinators of *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) and *Chamaecrista ramosa* (Vog.) H.S. Irwin and *Barneby var. ramosa* (Leguminosae-Caesalpinioideae), in restinga, Bahia, Brazil. Polinizadores potenciais de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) e *Chamaecrista ramosa* (Vog.) H.S. Irwin e *Barneby var. ramosa* (Leguminosae-Caesalpinioideae), na restinga, Bahia, Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 2, p. 343, 2011.

PEPPE, D. J.; ROYER, D. L.; CARIGLINO, B.; OLIVER, S. Y.; NEWMAN, S.; LEIGHT, E.; ENIKOLOPOV, G.; FERNANDEZ-BURGOS, M.; HERRERA, F.; ADAMS, J. M.; CORREA, E.; CURRANO, E. D.; ERICKSON, J. M.; HINOJOSA, L. F.; HOGANSON, J. W.; IGLESIAS, A.; JARAMILLO, C. A.; JOHNSON, K. R.; JORDAN, G. J.; KRAFT, N. J. B.; ELIZABETH C. LOVELOCK, CHRISTOPHER H. LUSK, U" LO NIINEMETS, JOSEP PENUELAS, RAPSON, G.; WING, S. L.; WRIGHT, I. J. Sensitivity of leaf size and shape to climate: global patterns and paleoclimatic applications. **New Phytologist**, v. 190, p. 724-739, 2011.

PEREIRA, M. C. A.; CORDEIRO, S. Z.; ARAUJO, D. S. D. Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 677-687, 2004.

PIRES, L. A.; BRITTEZ, R. M.; MARTEL, G.; PAGANO, S. N. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 20, n. 1, p. 176-184, 2006.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Midiograf, 2001.

PROBIO. **Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**. Brasília: MMA, 2003.

PYYKKO, M. Morphology and anatomy of leaves from some woody plants in a humid tropical forest of Venezuelan Guayana. **Acta Botanica Fennica**, v. 12, p. 1-41, 1979.

QUESEDA, M.; SANCHES-AZOFEIFA, A.; ANORVE, M. A.; STONER, K. A.; CABADILLA, L. A.; ALVARADO, J. C.; CASTILHO, A.; SANTO, M. M. E.; FAGUNDES, M.; FERNANDES, G. W.; GAMON, J.; MIKEL, M. L.; LAWRENCE, D.; MORELLATO, L. P. C.; POWERS, J. S.; NEVES, F. S.; GUERRERO, V. R.; SAYAGO, R.; MONTOYA, G. S. Sucession and management of tropical dry forests in the Americas: review and new perspectives. **Forest Ecology and Management**, v. 258, p. 1.014-1.024, 2009.

RECORD, S. J.; HESS, R. W. **Timbers of new world**. New Haven: Yale University Press, 1943. 640 p.

REICH P. B.; WRIGHT, I. J.; CAVANDER-BARES, J.; CRAINE, J. M.; OLEKSYN, J.; WESTOBY, M.; WALTERS, M. B. The evolution of plant

functional variation: traits, spectra, and strategies. **International Journal of Plant Science**, v. 164, p. 5.143-5.164, 2003.

REITZ, R. A vegetação de Laguna. **Sellowia**, v. 6, p. 243-258, 1954.

_____. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. **Sellowia**, v. 13, p. 17-111, 1961.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1979.

_____. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. São Paulo: Âmbito Cultural, 1997.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G. Intercommunity variation in the distribution of abundance of dominant lizard species in restinga habitats. **Ciência e Cultura**, v. 49, p. 269-274, 1997.

_____; _____; ALVES, M. A. S.; VAN SLUYS, M. **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica**. São Carlos: RiMa, 2003. 160 p.

ROGALSKI, L. D.; ARAÚJO, A. C. Flórua da Ilha de Moleques do Sul, Santa Catarina, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 9, p. 45-48, 2005.

ROSADO, B. H. P.; DE MATTOS, E. A. Interspecific variation of functional traits in a CAM-tree dominated sandy coastal plain. **Journal of Vegetation Science**, v. 21, p. 43-54, 2010.

ROSELL, J.; OLSON, M. E.; AGUIRRE-HERNÁNDEZ, R.; CARLQUIST, S. Logistic regression in comparative wood anatomy: tracheid types, wood anatomical terminology, and new inferences from the Carlquist and Hoekman southern Californian data set. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 154, p. 331-351, 2007.

ROYER, D. L.; KOOYMAN, R. M.; LITTLE, S. A.; WILF, P. Ecology of leaf teeth: a multi-site analysis from an Australian subtropical rainforest. **American Journal of Botany**, v. 96, n. 4, p. 738-750, 2009.

SAMPAIO, A. J. **Phytogeografia do Brasil**. São Paulo: Nacional, 1934. 284 p.

SAMPAIO, D.; SOUZA, V. C.; OLIVEIRA, A. A.; PAULA-SOUZA, J.; RODRIGUES, R. R. **Árvores de restinga**. Guia ilustrado para identificação das espécies da Ilha do Cardoso. São Paulo: Neotrópica, 2005.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JR., E. B.; ZICKEL, C. S. Do edaphic aspects alter vegetation structures in the Brazilian *restinga*? **Acta Botanica Brasílica**, v. 27, p. 613-623, 2013.

SANTOS, M.; FERMINO JR., P. C. P.; VIALATI, M. G.; PAULINO, M. T. S. Structural aspects of leaves of *Guapira opposita* (Vell) Reitz (Nyctaginaceae) plants occurring in the sandbank and in the floresta ombrófila densa. **Revista de Botânica – Journal of Botany INSULA**, Florianópolis, n. 39, p. 59-78. 2010.

SCARANO, F. R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful Habitats to the brazilian atlantic rainforest. **Annals of Botany**, v. 90, p. 517-524, 2002.

_____; DUARTE, H. M.; RIBEIRO, K. T.; RODRIGUES, P. J. F. P.; BARCELLOS, E. M. B.; FRANCO, A. C.; BRULFERT, J.; DELEÂENS, E.; LUÈTTGE, U. Four sites with contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographical distribution to ecophysiological parameters. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 136, p. 345-364, 2001.

SCHÄFFER, W. B.; PROCHNOW, M. (Orgs.). **A Mata Atlântica e você**. Como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira. Brasília: APREMAVI, 2002.

SCHLICHTING, C. D. The evolution phenotypic plasticity in plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, p. 667-693, 1986.

SEGALA-ALVES, E.; ANGIALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. **IAWA Journal**, Holanda, v. 21, n. 1, p. 3-30, 2000.

_____; _____. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. **IAWA Journal**, Holanda, v. 23, n. 4, p. 391-418, 2002.

SILVA, S. M. Diagnósticos das restingas do Brasil. *In*: WORKSHOP DE AVALIAÇÃO E AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DA ZONA COSTEIRA E MARINHA, 1999, Porto Seguro. **Anais...** p. 30.

SOUZA, M. L. E. R.; FALKENBERG, D. B.; AMARAL, L. G.; FRONZA, M.; ARAÚJO, A.C.; SÃ, M. R. Vegetação do pontal da Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. I. Levantamento florístico e mapa fitogeográfico. **Insula**, v. 21, p. 87-117, 1992.

SUGIYAMA, M. Estudo de florestas da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, v. 11, p. 119-159, 1998.

SUGUIO, K.; TESSLER, M. G. Planícies de cordões litorâneos do Brasil: origem e nomenclatura. *In*: LACERDA, L. D. *et al.* (orgs.). **Restingas: origem estruturas e processos**. Niterói: CEUFF, 1984. p. 195-216.

SULTAN, S. Phenotypic plasticity and plant adaptation. **Acta Botanica Neerlandica**, v. 44, p. 363-383, 1995.

_____. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. **Trends in Plant Science**, v. 5, p. 537-542, 2000.

SZTUTMAN, M.; RODRIGUES, R. R. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual de Campina do Encantado, Pariqueira-Açu, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p. 161-176, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3. ed. Sunderland: Sinauer, 2002.

THOMAZI, D. R.; ROCHA, T. R.; OLIVEIRA, V. M.; BRUNO, S. S.; SILVA G. A. Um panorama da vegetação das restingas do Espírito Santo no contexto do litoral brasileiro. **Natureza on line**, v. 11, n. 1, p. 1-6, 2013.

VALLADARES, F.; WRIGHT, S. J.; LASSO, E.; KITAJIMA, K.; PEAREY, R. W. Plastic phenotypic response to light of 16 congeneric shrubs from a Panamanian rainforest. **Ecology**, v. 81, p. 1.925-1.936, 2000.

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V. (orgs.). **Inventário florístico florestal de Santa Catarina: diversidade e conservação dos remanescentes florestais**. v. 1. Blumenau: Edifurb, 2012.

WAECHTER, J. L. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. *In*: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2., 1990, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1990. v. 3, p. 228-248.

WHEELER, E. A.; BAAS, P.; RODGERS, S. Variations in dicot wood anatomy: a global analysis based on the insidewood database. **Iawa Journal**, v. 28, n. 3, p. 229-258, 2007.

WOODCOCK, D. W.; SANTOS, G.; REYNEL, C. Wood characteristics of Amazon forest types. **Iawa Journal**, v. 21, n. 3, p. 277-292, 2000.

ANEXOS

Normas de redação de manuscritos dos
periódicos científicos selecionados para a
submissão dos capítulos da tese

ANEXO 1

Normas de redação de manuscritos da revista Hoehnea

Capítulo 1 - Riqueza, estrutura e interações edáficas de um gradiente de restinga da planície costeira de Santa Catarina, Brasil

Periódico – Hoehnea

Normas de redação

Preparo do original - utilizar Word for Windows versão 6.0 ou superior, fonte Times New Roman, tamanho 12, em espaço duplo, alinhando o texto pela margem esquerda, sem justificar. Formatar as páginas para tamanho A4, com margens de 2 cm. Para versões impressas usar papel branco de boa qualidade. As páginas devem ser, obrigatoriamente, numeradas e notas de rodapé evitadas. Não ultrapassar 50 (cinquenta) laudas digitadas, incluindo tabelas e figuras. Nota científica deve limitar-se a cinco laudas.

Adicionar, obrigatoriamente, numeração contínua de linha à margem lateral de cada linha do documento. Os Assessores Científicos e os Editores Assistentes utilizarão essa numeração para apontar correções/sugestões aos Autores, em arquivos à parte.

Primeira página - deve conter o título do artigo em negrito, grafado com maiúsculas e minúsculas; nome completo dos autores (grafados segundo decisão dos autores), com as iniciais maiúsculas e demais minúsculas; nome da instituição, endereço completo dos autores e endereço eletrônico do autor para correspondência (estes devem ser colocados como notas de rodapé, indicados por numerais); título resumido. Indicar no título por numeral sobrescrito se o trabalho faz parte da Tese, Dissertação ou Trabalho de Conclusão de Curso. Auxílios, bolsas e números de processos de agências financiadoras, quando for o caso, devem constar do item Agradecimentos. Após o manuscrito submetido passar pelo processo de editoração científica, não será possível mudar a lista de autores. Os contatos do Corpo Editorial de Hoehnea só serão feitos com o Autor para correspondência.

O artigo deve conter as informações estritamente necessárias para sua compreensão e estar rigorosamente dentro das normas da revista.

Segunda página - deve conter ABSTRACT e RESUMO (ou RESUMEN), precedido pelo título do trabalho na língua correspondente entre parênteses, em parágrafo único e sem tabulação, com até 150 palavras. Keywords e Palavras-chave (ou Palabras clave), até cinco, separadas por vírgula, sem ponto final, em ordem alfabética. Não utilizar como palavras-chave aquelas que já constam do título.

Texto - iniciar em nova página. Os títulos de capítulos devem ser escritos em negrito, com letras maiúsculas e minúsculas, centralizados, com os seguintes tópicos, quando aplicáveis: Introdução, Material e métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos e Literatura citada. Resultados e Discussão podem ser combinados. Subtítulos desses tópicos deverão ser escritos com fonte Regular com letras maiúsculas e minúsculas e separados do texto correspondente com um hífen. Nomes científicos (categorias abaixo de gêneros) devem ser grafados em itálico.

Abreviaturas de obras e de nomes de autores de táxons - devem seguir Brummitt & Powell (1992). Nos cabeçalhos das espécies, em trabalhos taxonômicos, abreviaturas de obras raras devem seguir o Taxonomic Literature (TL-2) e a de periódicos, o *Botanico-Periodicum-Huntianum/Supplementum* (B-P-H/S).

Citação de figuras e tabelas - devem ser referidas por extenso, numeradas em arábico e na

ordem em que aparecem no texto. Em trabalhos de taxonomia, a citação de figuras dos táxons deve ser colocada na linha abaixo do táxon, como no exemplo:

Bauhinia platypetala Burch. ex Benth. in Mart, Fl. Bras. 15(2): 198. 1870 ≡ *Bauhinia forficata* Link var. *platypetala* (Burch. ex Benth.)

Wunderlein, Ann. Missouri Bot. Gard. 60(2): 571. 1973. Tipo: BRASIL. Tocantins: Natividade, s.d., *G. Gardner 3118* (síntipo OFX).

Figuras

7-8

Citação de literatura - usar o sistema autor-data, apenas com as iniciais maiúsculas; quando no mesmo conjunto de citações, seguir ordem cronológica; quando dois autores, ligar os sobrenomes por &; quando mais de dois autores, mencionar o sobrenome do primeiro, seguido da expressão *et al.*; para trabalhos publicados no mesmo ano por um autor ou pela mesma combinação de autores, usar letras logo após o ano de publicação (ex.: 1944a, b, etc.); não utilizar vírgula para separar autor do ano de publicação e sim para separar diferentes citações (ex.: Dyer & Lindsay 1996, Hamilton 1988); citar referências a resultados não publicados da seguinte forma: (M. Capelari, dados não publicados).

Citação de material de herbário - detalhar as citações de material de herbário de acordo com o seguinte modelo: BRASIL. São Paulo (grafado com efeito versalete): São Paulo, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, data de coleta (ex.: 10-IX-1900), coletor e número de coleta (acrônimo do herbário). Quando houver número de coletor, basta citar o acrônimo do herbário; quando não houver, citar o acrônimo do herbário seguido do número de registro no herbário entre parênteses, sem espaço [ex.: (SP250874)]. Quando não houver data utilizar a abreviação s.d.

Unidades de medida - utilizar abreviaturas sempre que possível; nas unidades compostas utilizar espaço e não barras para indicar divisão (ex.: mg dia⁻¹ ao invés de mg/dia, µg L⁻¹ ao invés de µg/L, deixando um espaço entre o valor e a unidade (ex.: 200 g; 50 m)); colocar coordenadas geográficas sem espaçamento entre os números (ex.: 23°46'S e 46°18'W).

Para medida aproximada, usar cerca de (ca. 5 cm); para faixa de variação de medidas não usar ca. (2-5 cm); para forma aproximada, usar ca. (ca. 3 x 5 cm); para temperatura (20 °C), para valor único de percentagem (60%); para faixa de variação de percentagens (30% - 50%).

Literatura citada - digitar os autores em negrito, com iniciais maiúsculas e demais minúsculas; seguir ordem alfabética dos autores; para o mesmo autor ou mesma combinação de autores, seguir ordem cronológica; para um conjunto de referências com o mesmo primeiro autor, citar inicialmente os trabalhos do autor sozinho, depois os do autor com apenas um co-autor e, finalmente, do autor com 2 ou mais co-autores; citar títulos de periódicos por extenso; evitar citar dissertações e teses; não citar resumos de congressos, monografias de cursos e artigos no prelo. Obedecer aos exemplos a seguir.

Artigos em Anais de Eventos
Giannotti, E. & Leitão Filho, H.F. 1992. Composição florística do cerrado da Estação Experimental de Itirapina (SP). In: R.R. Sharif (ed.). Anais do 8º Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, Campinas, pp. 21-25.

Artigos em periódicos
Pôrto, K.C., Gradstein, S.R., Yano, O., Germano, S.R. & Costa, D.P. 1999. New an interesting records of Brazilian bryophytes. *Tropical Bryology* 17: 39-45.
Veasey, E.A. & Martins, P.S. 1991. Variability in seed dormancy and germination potential in *Desmidium* Desv. (Leguminosae). *Revista de Genética* 14: 527-545.

Livros

Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. 2 ed. New York

Botanical Garden, New York.
IPT. 1992. Unidades de conservação e áreas correlatas no Estado de São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo.

Capítulos de livros e obras seriadas

Benjamin, L. 1847. Utriculariae. *In*: C.F.P. Martius (ed.). Flora Brasiliensis. Typographia Regia, Monachii, v. 10, pp. 229-256, t. 20-22.
Ettl, H. 1983. Chlorophyta, I. Phytomonadina. *In*: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.). Süswasser Flora von Mitteleuropa, Band 9. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, pp. 1-809.
Heywood, V.H. 1971. The Leguminosae - a systematic review. *In*: J.B. Harbone, D. Boulter & B.L. Turner (eds.). Chemotaxonomy of the Leguminosae. Academic Press, London, pp. 1-29.

Documentos eletrônicos

Poorter, H. 2002. Plant growth and carbon economy. Encyclopedia of Life Sciences. Disponível em <http://www.els.net> (acesso em 20-XI-2004).

Teses ou dissertações

Trufem, S.F.B. 1988. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Obras com coordenador, editor, organizador

Mamede, M.C.H., Souza, V.C., Prado, J., Barros, F., Wanderley, M.G.L. & Rando, J.G. (orgs.). 2007. Livro vermelho das espécies vegetais ameaçadas do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica, São Paulo.

Legislação

Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 2004. Resolução SMA-48, de 21-IX-2004. Lista de espécies da flora ameaçadas de extinção no estado de São Paulo. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, 22-IX-2004. Seção I, v. 114, n. 179, pp. 26-29.

Obras de autores corporativos

ABNT. 2002. NBR 6023: Informação e documentação - Referências - Elaboração. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

Tabelas - utilizar os recursos de criação de tabela do Word for Windows, fazendo cada tabela em página separada; não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela. Iniciar por "Tabela" e numeração em arábico, na ordem em que aparece no texto, seguidas por legenda breve e objetiva. Evitar abreviaturas (exceto para unidades) mas, se inevitável, acrescentar seu significado na legenda. Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar ao final da tabela "*continua*" e nas páginas seguintes, no canto superior esquerdo "Tabela 1 (*continuação*)", repetindo o cabeçalho, mas não a legenda. Nos manuscritos em Português ou Espanhol, as legendas das tabelas devem ser enviadas na língua original e também em Inglês.

Figuras - na submissão impressa, enviar o original das figuras; colocar cada figura ou conjunto de figuras em páginas separadas, identificadas no verso, a lápis, com o nome do autor; as legendas devem ser colocadas em sequência, em página à parte no final do manuscrito, nunca junto às figuras. Cada figura (foto, desenho, gráfico, mapa ou esquema) deve ser numerada em arábico, na ordem em que aparece no texto; letras minúsculas podem ser usadas para subdividir figuras (observar a cor da figura - para fundo escuro usar letras brancas; para fundo claro usar letras pretas); a colocação do número ou letra na figura deve ser, sempre que

possível, no canto inferior direito (utilizar fonte Time New Roman). Nos gráficos de barra, indicar as convenções das barras na legenda da figura. A altura máxima para uma figura ou grupo de figuras é de 230 mm, incluindo a legenda, podendo ajustar-se à largura de uma ou de duas colunas (81 mm ou 172 mm) e ser proporcional (até duas vezes) à área final da ocupação da figura (a área útil da revista é de 230 mm de altura por 172 mm de largura). Desenhos devem ser originais, feitos com tinta nanquim preta, sobre papel branco de boa qualidade ou vegetal; linhas e letras devem estar nítidas o suficiente para permitirem redução. Fotografias e gráficos são aceitos em branco e preto, e também coloridos. A escala adotada é a métrica, devendo estar graficamente representada no lado esquerdo da figura. Utilizar fonte Times New Roman nas legendas de figuras e de gráficos. Figuras digitalizadas são aceitas, desde que possuam nitidez e sejam enviadas em formato .tif com, pelo menos, 600 dpi de resolução gráfica e, na versão final, não devem ser coladas no MS Word ou no Power Point. Figuras com baixa qualidade gráfica ou fora das proporções não serão aceitas. Nos manuscritos em Português ou Espanhol, as legendas das figuras devem ser enviadas na língua original e também em Inglês.

Informações adicionais

No caso de dúvidas quanto às normas, recomenda-se que os autores consultem um artigo recente publicado em *Hoehnea*, na mesma área de conhecimento do manuscrito que estiver preparando. Todos os artigos são revisados por, no mínimo, dois assessores, especialistas na área contemplada pelo manuscrito.

O editor responsável, editores assistentes e assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.

No caso de artigos aceitos com modificação, os autores devem responder um a um os comentários dos avaliadores, numa tabela com duas colunas: a da esquerda com o comentário do avaliador, a da direita com a resposta do autor, justificando seu atendimento ou não às sugestões.

São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos artigos. Estas normas estão disponíveis nos sites do Instituto de Botânica (<http://www.ambiente.sp.gov.br/hoehnea/instrucoes-aos-autores/>) e do Portal do SciELO Brazil (<http://www.scielo.br/revistas/hoehnea/pinstruc.htm>)

ANEXO 2

Normas de redação de manuscritos da revista Lundiana

Capítulo 2 – Riqueza e estrutura comunitária de uma restinga herbácea da planície costeira de Santa Catarina

Periódico escolhido – Lundiana

Normas de redação

LUNDIANA publishes every six months reports of original scientific researches in English, Portuguese or Spanish in the areas of Biogeography, Conservation, Ecology, Evolution and Taxonomy mainly from the Neotropical region. Texts can be published as a full paper, short communication or review papers that are also considered when previously agreed with the editorial board. Submitted manuscripts after preliminary review by one of the Editors, will be reviewed by at least two referees. Ethical considerations will be taken into account in considering the acceptability of papers, and the editor's decision on this, as on other aspects, will be final. Manuscripts should not have been published previously, or submitted simultaneously for publication elsewhere. Three copies of the manuscript must be submitted, arranged mainly in the following order: Title; Authors; Addresses; Short title; Abstract; Keywords; Introduction; Material and Methods; Results; Discussion; Acknowledgements; References; Figure Legends; Tables. Pagination must be continuous throughout. For the initial submission of manuscripts for consideration, hardcopies are sufficient. For the rapid processing of accepted papers, also submit one electronic copy of the manuscript at this time (a 3 1/2" sized disk of your manuscript prepared on PCcompatible computer. Most word processing packages are acceptable, although any version of Microsoft Word is preferred).

Please follow these guidelines carefully • Include an ASCII version of the file on disk, together with the word processor version, if possible.

- The hard copy must be printed using double spacing and may be used if setting from the disk proves impracticable.
- Ensure that the files are not saved as read-only.
- Ensure that the version of the hard copy and the file on disk are the same.
- The disk should be labelled with the file title, author name(s), hardware and software used to generate the disk file.
- Do not include copyright material, e.g. word processing software or operating system file, on the disk.
- Authors are encouraged to suggest up to five names of researchers capable to act as referees to the submitted manuscript, including native speakers of the language in which the article is written. In this case, authors should include e-mails of the suggested referees.

Pack floppy disks in such a way as to avoid possible damage in the post. The name and full electronic and postal addresses of the author to whom readers should address correspondence and offprint requests should be indicated on the first page. The publishers will send proofs to this author and address unless contrary instructions are written on the manuscript. Please do not use right justification if using a word-processor, and do not hyphenate words at the right-hand margins in the manuscript.

Type specimens for new taxa must be deposited in a recognized repository prior to publication. Spell out the entire scientific name the first time a species is mentioned; thereafter, abbreviate the generic part of the name (first letter and period) except at the beginning of a paragraph or sentence. New taxa should be indicated by the Latin abbreviations 'sp. n.', 'gen. n.', etc. Descriptions and diagnoses should be written in telegraphic style. Use SI units and standard abbreviations. The international codes of Instructions to Authors nomenclature should be followed.

Manuscripts must be typed on one side of the paper, double-spaced with ample margins, preferably on A4 paper. Tables must be on separate sheets, and should be self-explanatory.

Figure legends should be grouped together on a separate sheet. Three numbered copies of text and figures are required; original figures should not be forwarded until the paper is accepted for publication.

Special care should be taken when preparing the manuscripts, since only minor corrections will be accepted in the proofs. All original artwork and photographs should be in form of glossy half prints of professional quality; line illustrations may also be produced on a high-density laser printer if they, too, are of professional quality. Prints should be pasted to heavy mounting board and clearly labelled by figure number. Colour plates are printed by special arrangement only. Measurements should be given in SI units. References should conform to the "name and date" system and should be arranged according to the alphabetical order. All the authors of a given paper should be listed in the respective reference. Personal communications or work in preparation must be cited in the text only and should not appear in the list of references. Papers in press or already accepted may, however, be included in this list.

Follow these formats:

Drake, C. J. & Harris, H. M. 1945. Concerning the genus *Metrobates* Uhler (Hemiptera, Gerridae). *Revista Brasileira de Biologia*, 5: 179-180.

Espinola, H. N. 1975. *Tenagobia schreiberi* sp. n. coletada no município de Diamantina, Minas Gerais, Brasil (Hemiptera, Corixidae, Micronectinae). *Ciência e Cultura*, 27: 893-900.

Pereira, M. H.; Silva, R. E.; Azevedo, A. M. S.; Melo, A. L. & Pereira, L. H. 1993. Predation of *Biomphalaria glabrata* during the development of *Belostoma anurum* (Hemiptera, Belostomatidae). *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 35: 405-409.

Pennak, R. W. 1978. *Freshwater invertebrates of the United States*. Second Ed. New York, John Wiley, 803 pp.

Tellam, R. 1996. The peritrophic matrix. In: Leehane, M. J. & Billingsley, P. F. (Ed.) *The Insect Midgut*. London, Chapman & Hall, pp. 253-261. In citing references within the text, follow these Formats: "Drake & Harris (1945)", "Espinola (1975)", "Pereira et al. (1993)," or, "(Drake & Harris, 1945; Espinola, 1975; Pereira et al., 1993)." Use "et al." when the reference has three or more authors.

Twenty five off prints of each paper are provided free. More copies may be ordered at current prices when proofs are returned. Authors may be required to pay for excessive alterations of proofs. Papers accepted become the copyright of LUNDIANA.

Correspondence to LUNDIANA, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Av. Antonio Carlos 6627, CEP 31270-901, Belo Horizonte, Brasil.

Telephone/Fax 55 31 3499.2857 / 3499.2970

Electronic address lundiana@icb.ufmg.br

URL:

<http://www.icb.ufmg.br/lundiana>

ANEXO 3

Normas de redação de manuscritos da revista Acta Biológica Colombiana

Capítulo 3 – Leaf traits and plastic potential of plant species in a light-edaphic gradient from a restinga in Southern Brazil

Periódico escolhido – Acta Biológica Colombiana

Normas de redação

Formato. El documento se debe presentar en tamaño carta, a doble espacio, con márgenes de 2,5 cm en los cuatro lados, con letra Times New Roman 12, páginas numeradas y numerando cada una de las líneas en consecutivo. Usar títulos (Resumen, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos, Referencias). Por favor use subtítulos en el ítem Materiales y Métodos permitiendo que la investigación sea reproducible y replicable.

Idioma. Los manuscritos se aceptan en español, inglés o portugués, sin embargo, siempre el título, resumen y palabras claves deben presentarse en inglés y español. En caso que el artículo este escrito en portugués, deben aparecer título, resumen y palabras claves en los tres idiomas. Como estrategia para aumentar la difusión y visibilidad de los resultados se sugiere presentar los manuscritos en inglés.

La página inicial constará de lo siguiente:

Título. El título debe ser conciso pero informativo y no debe exceder 120 caracteres incluyendo los espacios. Posterior al nombre de una especie adicione entre paréntesis dos categorías taxonómicas continuas, ejemplo: (Filo: Clase) ó (Familia: Genero). No adicione autoría ni año de las especies en el título.

Título corto: proporcione un título corto de 3 a 6 palabras.

Autor (es) y adscripción: El manuscrito NO debe presentar los nombres de autores ni los lugares de adscripción con el fin de mantener la revisión a ciegas. Los datos de los autores (principalmente autor de correspondencia) serán agregados en el PASO 3 en el momento de realizar el envío online y solo serán visibles únicamente para el editor de sección.

Con el fin de evitar homónimos que afecten la visualización de la futura publicación; cada uno de los autores debe verificar su IDENTIDAD DE AUTORIA, lo cual pueden hacer a través del siguiente link de scopus (<http://www.scopusfeedback.com/>). A los autores que publican por primera vez se les sugiere elegir bien su “identidad de autoría”. Más información en el siguiente artículo: Technical report: the trend of author compound names and its implications for authorship identity identification (<http://link.springer.com/article/10.1007/s11192-014-1359-7>) y en la página web: <http://www.elsevier.com/ethics/toolkit>.

Nota: Nombrar a los autores en un artículo científico asegura que las personas adecuadas obtengan crédito y sean responsables por la investigación. Tergiversar deliberadamente la relación del científico con su trabajo se considera una forma de conducta indebida que socava la confianza en la presentación de la obra misma (ELSEVIER 2012), <http://www.elsevier.com/ethics/toolkit>

Los nombres de los autores deben estar totalmente en mayúsculas, con el orden nombre(s) y luego apellido(s), según “identidad de autoría”.

NO, proporcione en el manuscrito word los títulos académicos junto al nombre de cada autor (licenciatura, maestría, doctorado, ingeniero, etc.), colocar los grados académicos solo en el momento de colocar los datos de los autores (al someter los manuscritos online en el Paso 3).

En los datos de adscripción conserve orden categórico, ejemplo: Laboratorio, Instituto, Universidad. Ciudad, Estado, País. Email. Enliste cada adscripción con números y referenciado a cada autor.

Resumen. El resumen incluye el objetivo central del trabajo, procedimientos básicos (selección de los sujetos del estudio; métodos de observación y de análisis), hallazgos más importantes (consignando información específica o datos y su significación estadística siempre que sea posible) y conclusiones principales. Deberán destacarse las observaciones y aspectos más novedosos y relevantes del estudio. Tamaño máximo de 250 palabras. Debe aparecer siempre en español e inglés.

Palabras clave. Enliste de 3 a 6 palabras claves, que no sean palabras usadas en el mismo título del manuscrito.

Texto.

1. Todo el texto debe venir justificado (es decir, alineado a ambos lados, izquierdo y derecho), y con las líneas numeradas continuamente y las páginas numeradas.
2. Todos los títulos y subtítulos primarios y secundarios deben ir justificados a la izquierda. Los títulos (RESUMEN, INTRODUCCIÓN, MATERIALES Y METODOS, RESULTADOS, DISCUSION, AGRADECIMIENTOS, REFERENCIAS) deben ir con mayúscula sostenida y negrilla. Los Subtítulos primarios en minúsculas sostenida y en negrilla; los *Subtítulos* secundarios con minúscula sostenida y en cursiva.
3. Siempre se definirán los términos estadísticos, abreviaturas y los símbolos. Para las unidades de medida use el sistema métrico decimal, excepto en citas textuales, y no utilice puntos después de ninguna abreviatura como (g, mm, m, km, ha, l, etc.). Cuando no van seguidos de unidades, los números enteros hasta diez se escriben con la palabra (uno, dos, diez) y mayores de diez con números (11, 12, 102). Cuando se utilicen números, éstos deberán ir seguidos de su símbolo y se mantendrá un espacio entre uno y otro (100 m, 50 mL). Para los símbolos o abreviaturas se recomiendan las minúsculas; algunas excepciones son: la K de la unidad Kelvin de temperatura; la A de la unidad de corriente eléctrica, el amperio; M de concentración molar; y la L de litro. Ningún símbolo deberá expresarse como plural; todos los símbolos serán singulares (kg, m, etc.). Para los valores "p" de significancia estadística será utilizada la letra *p* en minúscula y cursiva.
4. Si su trabajo incluye coordenadas geográficas se escriben de la siguiente forma abreviada: (4°46' N, y 75°24' W); norte "oeste" se abrevia con W, no con O. Para expresar altitud se utiliza la abreviatura m s. n. m. o msnm.
5. En manuscritos escritos en español las cifras decimales irán separadas por coma (,) y en inglés por punto (.).
6. Nombres Científicos: Los nombres científicos de taxones deberán escribirse en cursiva. Su nomenclatura se conformará de acuerdo con las reglas y recomendaciones del código internacional de nomenclatura pertinente, en su edición más reciente. El autor y año de cada especie solo aparecen la primera vez que se menciona en el cuerpo del manuscrito.
 - a. Los nombres científicos se escribirán completos la primera vez que se utilicen en el texto. Subsecuentemente, el nombre genérico se abreviará, excepto cuando aparezca al principio de una oración.
 - b. No utilice ningún tipo especial de letra dentro del texto. Las abreviaturas como sp., sp. nov., spp., no van en cursiva. Note que en español, la palabra taxón se escribe con tilde (plural, taxones); en latín, los términos correspondientes son taxón y taxa.
7. Cité cada figura y tabla en el texto de acuerdo al orden de aparición y en el siguiente formato: (Fig. 4) o (Figs. 4 y 5) o (Fig. 3A-3F) o (Tabla 1.).

8. Descripciones para nuevas especies. Debe presentarse en el siguiente orden: Nombre de la especie (de acuerdo a lo estipulado en el Código Internacional de Nomenclatura pertinente); ejemplar tipo (holótipo) con el número de la colección en que está depositado, nombre de la colección lugar exacto. Sitio de colecta o captura (país, departamento/estado/provincia, localidad exacta, latitud, longitud, altitud, fecha, etc.; isótipos, alótipos y parátipos (si los hay) junto con los datos de colecta y de la colección en donde están depositados. Etimología del nombre; datos sobre su distribución y ecología; Comentarios sobre sus afinidades taxonómicas, usos, u otras notas pertinentes.

INTRODUCCIÓN

Debe contener el propósito del trabajo y resumir los fundamentos lógicos para la realización del mismo. Solo se darán las referencias estrictamente oportunas y no incluirá datos o conclusiones del trabajo que se está publicando.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identifique con precisión todos los reactivos utilizados y equipos (reseñar el nombre del fabricante y el país entre paréntesis). Utilice subtítulos en los procedimientos utilizados con detalle suficiente como para permitir a otros profesionales reproducir la investigación. Incluya las referencias de la metodología y métodos estadísticos. Suministre referencias y breves descripción de los métodos que aunque ya estén publicados no sean muy conocidos; describa los métodos nuevos o los que han sido sustancialmente modificados y sustente las razones para utilizarlos, evaluando sus limitaciones.

Los autores que envíen artículo como revisiones deberán describir de forma resumida y estructurada los métodos empleados para localizar, seleccionar, extraer y sintetizar la información. Cuando corresponda, se describirán los métodos estadísticos con detalle suficiente como para permitir a los lectores el acceso a la información original y verificar los resultados. Siempre que sea posible, se cuantificarán y presentarán los hallazgos con indicación apropiada del margen de error o la fiabilidad (como por ejemplo los intervalos de confianza). Evite apoyarse únicamente en las pruebas de hipótesis estadísticas, como el uso de valores "p" puesto que omite información cuantitativa y cualitativa importante. Justifique la elección de los individuos que participan en la investigación, detalle la aleatorización, informe sobre las posibles complicaciones de la intervención, número de observaciones, pérdida de individuos, (tales como las bajas en un ensayo clínico). Siempre que sea posible, las referencias sobre el diseño del estudio y los métodos estadísticos serán de trabajos vigentes, mejor que de los originales donde se describieron por primera vez. Si se han utilizado programas informáticos indique y referencie el origen y permiso de uso. Siempre que se hagan estadísticos usar un subtítulo "Análisis estadísticos" para su descripción.

ÉTICA

Los autores deben ser conscientes de cumplir con las mejores prácticas en ética de la publicación específicamente con respecto a la autoría (por ejemplo, evitar el fantasma o la autoría de invitados), la duplicación del resultados publicados, el plagio, la manipulación de las cifras, esgrimir los conflictos de intereses y seguir las políticas de investigación ética de acuerdo con el Comité de Ética en Publicación (COPE): <http://publicationethics.org/>

Investigación con humanos, animales y plantas

Indique en la sección de Materiales y Métodos si se siguieron las normas éticas cuando se trate de estudios o recolectas que requieran de aprobación por parte de un Comité o Entidad (institucional o regional), encargados de supervisar los proyectos de investigación. No emplee, nombres propios, ni las iniciales, ni el número de historia clínica de pacientes. Cuando se realicen experimentos con animales, se indicará claramente si se han seguido las directrices de la institución o de un consejo de investigación nacional, o se ha tenido en cuenta alguna ley nacional sobre cuidados y usos de animales de laboratorio. De preferencia coloque los datos

fecha y número del acta o resoluciones. Los autores deben estar en condiciones de presentar, previa petición, una declaración del comité de ética de la investigación, o de la junta de revisión institucional o de la autoridad correspondiente, con la aprobación de la investigación y el nombre de la institución y los números de permisos deben ser proporcionados en la presentación del manuscrito.

Ejemplo de declaración de aprobación ética: Este estudio se llevó a cabo en estricta conformidad con las recomendaciones de (colocar nombre de la guía seguida). El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de Experimentación Animal de la Universidad Nacional de Colombia (Número de permiso: 27-2956). Se ha hecho todo lo posible para minimizar el sufrimiento durante el sacrificio de los individuos mediante (descripción procedimientos realizados).

Para manuscritos que incluyan resultados donde se requiere del envío de ejemplares a colecciones biológicas, es requisito indicar los números de colección y datos de los recolectores, indicar los datos del lugar donde se depositaron o consultaron los especímenes o ejemplares (*vouchers*). Para el caso de tejidos congelados depositados en colecciones, así como de secuencias de ADN depositadas en bases de datos, se deberán incluir también los números de acceso. Indicar el número del permiso de recolecta y/o acceso a recursos genéticos del material cuando sea pertinente.

Disponibilidad de datos

Acta Biológica Colombiana requiere que los autores permitan acceso sin restricciones a un mínimo de los datos subyacentes a los hallazgos descritos en el manuscrito completo. La publicación está condicionada al acuerdo de los autores a poner a libre disposición de cualquier material e información que se describen en la publicación que se solicite razonablemente por otros (puesta en común de datos y metadatos, materiales y software).

La revista define como el "conjunto mínimo de datos" en el conjunto de datos utilizados para llegar a las conclusiones extraídas en el manuscrito con los metadatos y métodos relacionados, y todos los datos adicionales necesarios para replicar los hallazgos de los estudios reportados en su totalidad. Descripciones de datos, métodos y resultados básicos del estudio deben ser incluidos dentro del documento principal. ABC no acepta las referencias a los "datos no presentados". Los editores y los revisores pueden requerir tipos de datos particulares para determinados artículos. Los autores que tienen conjuntos de datos demasiado grandes para compartir a través de repositorios o archivos cargados deben comunicarse con la revista relevante para el consejo editorial.

Al someter un manuscrito en línea, los autores deberán presentar una declaración de disponibilidad de datos que describe el cumplimiento de las políticas de ABC. Si el artículo es aceptado para su publicación, la declaración de disponibilidad de los datos será publicada como parte del artículo final. La negativa a compartir los datos y metadatos y procedimientos de acuerdo con esta política relacionada será motivo de rechazo.

Si un nuevo software o un nuevo algoritmo es fundamental para un documento aceptado en Acta Biológica Colombiana, los autores deben confirmar que el software se ajuste a la definición de código abierto y hayan depositado los elementos en un archivo de software libre, y que se incluye en la presentación como información de apoyo.

RESULTADOS

Se presentarán en un orden lógico y concordante con el orden de los métodos y se destacarán o resumirán solo las observaciones relevantes. La información contenida en el texto no debe estar repetida en tablas y figuras.

DISCUSIÓN

Se destacarán los aspectos nuevos y relevantes del estudio. Hay que evitar repetir de forma detallada información u otro material ya facilitado en las secciones Introducción o Resultados.

Se establecerán nuevas hipótesis cuando estén claramente justificadas. Cuando sea conveniente se incluirán recomendaciones con referencia al tema investigado.

CONCLUSIONES

Debe aparecer mínimo un párrafo con las conclusiones y se vincularán a los objetivos del estudio y se evitará realizar afirmaciones no calificadas y que no estén plenamente respaldadas por los datos. Evite colocarla enumeradas o en frases sueltas.

AGRADECIMIENTOS

Mencione las fuentes de financiación de los proyectos de investigación y/o apoyos recibidos para la realización del estudio (becas, equipos, reactivos, etc.). Puede nombrarse a aquellas personas que hayan prestado su ayuda intelectual al trabajo pero cuyas contribuciones no justifiquen la autoría y se describirá la contribución llevada a cabo, por ejemplo, "asesoría científica", "revisión crítica del proyecto de investigación", "recolección de datos".

Conflicto de Intereses

Acta Biológica Colombiana se compromete a garantizar que la presentación de la investigación esté libre de sesgos tanto como le sea posible observar. La revista y sus editores deben tomar en cuenta todos los intereses que compiten durante el proceso de revisión y asegurar que cualquier asunto relevante se declare en el artículo publicado.

La revista define un conflicto de interés como cualquier asunto que interfiera o razonablemente se podría percibir como una interferencia, en la presentación completa y objetiva, la revisión por pares, toma de decisiones editoriales, o la publicación de artículos de investigación presentados a la revista. El conflicto de intereses puede ser de naturaleza financiera y no financiera, profesional o personal, y pueden surgir en relación con una organización u otra persona.

Por lo tanto, Acta Biológica Colombiana tiene los siguientes requisitos:

Todos los involucrados en la autoría, financiación, revisión y la toma de decisiones de redacción de los artículos presentados, o los lectores que quieran comentar sobre los artículos publicados, deben declarar cualquier conflicto de interés pertinente.

1. Los autores deben declarar todos los intereses en conflicto pertinentes para su consideración durante el proceso de revisión.
2. Los editores y los revisores deben declarar sus propios conflictos de intereses y si es necesario descalificarse a sí mismos de la participación en la evaluación de un manuscrito.
3. Cualquier lector que comenta los trabajos publicados en Acta Biológica Colombiana debe declarar sus conflictos de intereses en el momento de la publicación de sus comentarios y/o calificación de los mismos.

No se publica ningún artículo enviado a Acta Biológica Colombiana hasta que la declaración de intereses en conflicto se ha presentado para todos los autores. Los editores pueden solicitar una aclaración sobre las declaraciones. El papel de todas las fuentes de financiación en el trabajo debe ser descrito y los autores deben declarar explícitamente si el donante se involucró en: diseño del estudio, recolección, análisis e interpretación de datos, redacción del documento, y/o la decisión de presentar para su publicación. Si el donante estaba involucrado, el papel/contribución debe ser descrito de manera explícita.

La revista ABC puede optar por no publicar un artículo si considera que los intereses en conflicto declarados por los autores o financiadores podrían haber puesto en peligro la objetividad o la validez de la investigación, análisis o interpretaciones en el papel. Acta Biológica Colombiana no publica artículos de investigación si los editores son conscientes de existencia de conflicto de interés que podrían introducir un sesgo o una percepción razonable de parcialidad. La no declaración de conflicto de intereses puede resultar en el rechazo

inmediato del manuscrito. Si un interés en conflicto sale a la luz después de la publicación, la revista ABC emitirá una corrección formal o retracción, según el caso.

REFERENCIAS EN TEXTO

Esta sección es parte fundamental del manuscrito, entonces por favor no lo tome a la ligera y revise que todas las citas que aparecen en el texto concuerden con las presentadas en la sección REFERENCIAS y que concuerden con el artículo original citado, es decir que se encuentren correctamente escritas en todo el manuscrito (conservando la identidad de autoría de cada autor citado y autocitado).

Es conveniente evitar citar como bibliografía los resúmenes presentados en congresos u otras reuniones, a MENOS que sea la única información pertinente y relevante para el estudio. Las alusiones a trabajos admitidos para su publicación pero aún no publicados deberán aparecer como "En prensa" indicando el nombre de la revista; los autores deberán obtener permiso escrito para citar estos trabajos así como tener constancia de que están admitidos para su publicación. Cuando sea estrictamente necesario la información no publicada deberá aparecer como observación personal (Autor Obs. Pers.) y siempre con consentimiento escrito por parte de los responsables de la fuente de información.

En la medida de lo posible, se evitará utilizar expresiones como "comunicación personal", a menos que lo citado suministre información esencial que no se pueda obtener de fuentes publicadas, en cuyo caso el nombre de la persona y la fecha en que se efectuó la comunicación deberán constar entre paréntesis en el texto.

Las citas en el texto se escriben así:

Apellido e iniciales del nombre de todos los autores solo con mayúscula iniciando nombres o apellidos (No use mayúscula sostenida). Ordene la bibliografía alfabéticamente, comenzando por el apellido del primer autor.

Un autor: Lozano (1995) o (Lozano, 1995)

Dos autores: Lozano y Barrera (1994) o (Lozano y Barrera, 1994).). Para conectar los apellidos en caso de dos autores, use para artículos en español "y" y en inglés "and", no debe utilizarse el símbolo "&".

Más de dos autores: Lozano *et al.*, (1993) o (Lozano *et al.*, 1993). Colocar únicamente apellido del primer autor, seguido por "*et al.*" (usar itálica para *et al.*).

Los artículos aceptados pero aún no publicados:

Jones y Smith (en prensa) o (Jones y Smith, en prensa).

Cuando se colocan varias citas para una misma idea debe realizarse en orden cronológico, y cada una de las citas separadas por punto y coma. Cuando se trata de varias referencias en el texto se deben citar en orden cronológico (de la más antigua a la más reciente).

EJEMPLO:

(Clement y Grant, 1990a; Clement y Grant, 1990b; Wang y Morales, 2007; Wang y Morales, 2009; Mena-Segovia *et al.*, 2009; Barroso-Chinea *et al.*, 2011).

FORMATO DE REFERENCIAS

Las Referencias deben ser organizadas alfabéticamente de acuerdo con el primer apellido del primer autor y en orden cronológico.

Revistas

Se debe anotar el apellido y las iniciales del nombre de todos los autores separados por coma (verifique que sean idénticos y en el mismo orden, tal cual aparecen en la publicación original).

Seguido del título, la revista (abreviada sin puntos), el año;volumen(número o issue):páginas. (Sin espacios y no use mayúscula sostenida).

Si una publicación cuenta con un identificador digital de objeto (DOI, del inglés digital object identifier), se debe incluir el respectivo DOI en la referencia.

-Menos de seis autores: se incluyen todos los autores.

Nilsson S, Arup V, Baranowski R, Ekmons S. Tree-Dependent Lichens and Beetles as Indicators in Conservation Forest. *Conserv Biol.* 1994;9(5):1208-1215. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1995.9051199.x-i1

-Más de seis autores: incluir hasta los seis primeros autores y a continuación escribir *et al.*

Se deberán escribir en abreviatura los títulos de las revistas según el estilo empleado en NCBI-Journals: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?CMD=search&DB=journals> También se encuentran disponibles abreviaturas de títulos de revistas científicas en: ISI Journal Title Abbreviations, Web of Science Help, Journal Title Abbreviations Caltech Library.

EJEMPLOS:

ACTA BOTANICA MEXICANA abreviatura Acta Bot Mex. (sin puntos, solo al final)

JOURNAL OF TROPICAL ECOLOGY abreviatura J Trop Ecol.

JOURNAL OF THE AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY abreviatura J Am Oil Chem Soc.

Libros y otras monografías

Autores de libros

Darnell J, Lodish H, Baltimore D. *Biología celular y molecular.* 5 ed. Barcelona: Editorial Labor S.A.; 1988. p. 255-256

Nota. Colocar el número exacto de las páginas consultadas. En caso consulta de un libro completo indicar el número total de páginas.

Ejemplo:

p. 111 (solo se consultó la página111).

p. 106-111 (se consultaron las páginas 106 a la 111)

111 p. (se consultaron 111 páginas que corresponden con las totales del libro).

Editor(es), compilador(es) como autores

Pankburst C, Doube BM, Gupta VV, editores. *Biological Indicators or Soil Health.* New York: CAB Internacional; 1997. p. 14-18

Organización como autor y editor

Fundación Natura. *Plan integral para la conservación biológica y el desarrollo sostenible en el municipio de Encino, Santander.* Encino: Fundación Natura, Alcaldía Municipal de Encino; 2000. p. 26-29.

Autores de capítulo de libro

Jones C, Mcshea WJ, Conroy MJ, Kunz TH. *Capturing Mammals.* In: Wilson DE, Cole FR, Nichols JD, Rudran R, Foster MS, editor(s). *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals.* Washington and London: Smithsonian Institution Press; 1996. p. 53-78.

Nota: Para estos casos siempre debe aparecer la editorial y ciudad de impresión.

Tesis doctoral (o similar)

Becerra MT. Influencia del disturbio antrópico sobre las comunidades de pequeños mamíferos de bosque seco tropical (tesis de maestría). Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia; 1999. p. 78-96 o 96 p. (según sea el caso).

Diccionarios y obras de consulta similares

Stedman's Medical Dictionary. 26th ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1995. Apraxia; p. 119-20.

Mapas

Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia, [mapa de vegetación]. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección Agrológica; 1977.

Material no publicado

En prensa

Leshner AI. Molecular Mechanisms of Cocaine Addiction. N Engl J Med. En prensa. 2014.

TABLAS Y FIGURAS

Todas las ilustraciones incluyendo fotos, diagramas, mapas y gráficas, se clasifican como figuras. Deben usarse figuras como alternativa a las tablas; evite redundancia entre tablas, figuras y texto, deben usarse estrictamente las necesarias para explicar el argumento del trabajo.

Las figuras con sus leyendas y las tablas con sus leyendas deber ir al final del manuscrito y adicionalmente ser enviadas por separado en cualquiera de los formatos de imagen (.jpg .tiff), de excelente calidad, con una resolución mínima de 300 dpi y con uno de dos tamaños (9 cm de ancho, que es una columna, o 20 cm que cubre las dos columnas). Por favor estructure las figuras de acuerdo con estos tamaños y cuidando que las rotulaciones sean fáciles de leer. Para versión online se aceptarán las figuras a color y su publicación no tendrá ningún costo, sin embargo también debe enviarse la versión blanco y negro para el formato impreso. La publicación a color de figuras en la versión impresa será financiada por el/los autor(es). Si ha realizado tablas o figuras en excel, recibimos de preferencia los archivos generados directamente por el excel o PDFs de alta calidad de los mismos. No envíe figuras en powerpoint.

Títulos y explicaciones detalladas de las figuras se incluirán en las leyendas y no en las propias tablas o figuras. Las leyendas ser lo suficientemente descriptivas.

La rotulación de cada tabla debe ir a la cabeza de la misma; evite opciones con degradación de color, sombreados, exceso de líneas, distintos tipos de fondos y margen en todos los bordes. Las explicaciones y abreviaturas no estándar irán en notas al pie de la tabla o figura. Se identificarán las medidas estadísticas de dispersión tales como la desviación estándar y el error estándar de la media. Distinga entre títulos de columnas y los datos.

Si se incluyen dibujos o esquemas estos deben ser presentados de manera profesional; no se admite la rotulación a mano alzada o mecanografiada. Las letras, números y símbolos deberán ser claros y uniformes. Las fotografías tomadas a través de un microscopio o estereoscopio deberán tener indicadores internos de escala, la barra de la escala debe estar situada en la esquina inferior derecha de la figura. Los símbolos, flechas, o letras empleados en este tipo de fotografías deberán contrastar claramente con el fondo. La escala interna e identificación del método de tinción empleado en las fotomicrografías deben expresarse en la leyenda de la figura.

Evite figuras pequeñas aisladas: agrupe dibujos o fotografías relacionadas en figuras compuestas rotuladas con letras (Fig. 1a, Fig. 3b, etc.). Si un artículo contiene tablas o figuras reproducidas (así sean del mismo autor), es obligación declarar el origen y presentar permiso para utilizarlas. Es responsabilidad de los autores conseguir el correspondiente permiso.

ANEXO 4

Normas de redação de manuscritos da revista Journal of Plant Research

Capítulo 4 – Atributos funcionais de 22 espécies dominantes de uma restinga da planície costeira sul-brasileira

Periódico escolhido – Journal of Plant Research

Normas de redação

Updated November 2013	
Own Style (based on standard style 3: double column, ranged left)	
Journal title and acronym	Plant Ecology & Diversity (TPED)
Trim size	UK A4
Catchline	<p><i>Plant Ecology & Diversity</i>, 2013 Vol. 00, Issue 00, 1–47, http://dx.doi.org/xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx</p> <p>For unpaginated online article, use: <i>Plant Ecology & Diversity</i>, 2013 http://dx.doi.org/xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx</p> <p>top of page 1, ranged left</p>
Footline	<p>© 2013 Botanical Society of Scotland and Taylor & Francis bottom of page 1, ranged left</p>
Running heads	<p>(verso) <i>J. Smith and P. Jones</i> or <i>J. Smith et al.</i> if 3 or more authors. If J.B. Smith then initials are closed up (recto) Short running title position left and right of pages</p>
Logo	Taylor & Francis Lamp of Learning (top right)
Article type (Not required for Research articles)	SHORT COMMUNICATION bold caps, ranged left
Title	Bold, first word and proper nouns cap only ranged left
Authors	An Author and Another Author (initials closed up if J.B. Smith) ranged left
Affiliation	^a Department, University, City, Country; ^b Department, University, City, Country ranged left
Received dates (Y)	(Received 20 July 2005; accepted 17 August 2006) After affiliation, ranged left
Abstract (Y)	<p>Text smaller, indented both sides ranged left</p> <p>Structured abstract, including the following heads: Background: Aims: Methods: Results: Conclusions:</p> <p>Headings within the abstract are not indented. Up to 200 words</p>
Keywords	<p>Keywords: word; another word; lower case except names Position aligned with abstract, same size as abstract Minimum no. of keywords = 5; maximum no. of keywords = 10</p>
Citations in abstract	Not allowed
Correspondence details	<p>Given as footnote on page 1*</p> <p>*Corresponding author. Email: xxxxxxxx</p>

	ranged left, no indent. Postal address not needed. If there is only one author, use *Email: xxxxxxxx
Headings	A. Bold initial cap only B. <i>Italic initial cap only</i> C. <i>Italic initial cap only</i> . Text runs on All ranged left, unnumbered, no indent below. No capitals after semi-colons
Paragraphs	Indented
Tables	(Table 1) in text. Table 1. Title initial cap only. (ranged left above table) Note: This is a note. (ranged left under table)
Figures	(Figure 1) in text. Figure 1. Caption initial cap only. (ranged left under figure) Note: This is a note. (ranged left under figure)
Permissions statement for third-party figure and table captions	If the rights holder has supplied text for this purpose, use their text. Otherwise, insert the rights holder's name within the square brackets: © [Rights holder]. Reproduced by permission of xxx. Permission to reuse must be obtained from the rights holder.
Displayed quotations	Indented left and right, smaller font (over 40 words, or when appropriate)
Lists	(1) for numbered lists Bullets if wanted
Equations	Equation (1) in text; all displayed equations should be numbered, please insert and renumber if necessary. Centred $A + b + c + d = x^2 \quad (1)$
Acknowledgements	A heading. Goes before notes, notes on contributors and refs Text smaller
Funding	A heading. Goes after Acknowledgements Text smaller Funding agency written out in full. Grant number in square brackets. Multiple grant numbers separated by comma and space. Agencies separated by semi-colon, e.g. This work was supported by the Wellcome Trust [grant number xxx]. This work was supported by the Wellcome Trust [grant number xxx], [grant number xxx]; Cancer Research UK [grant number xxx]; another funder [grant number xxx].
Supplemental data	A heading. Goes after Funding Text smaller Supplemental data for this article can be accessed here . [link to data]
Notes	Notes (A heading) 1. This is a note. 2. This is another note. Text smaller Indicator in text. ¹ [number appears after punctuation]
Notes on contributors	Notes on contributors (A heading)

Required for this journal	<p>First author details. Line space Second author details. Goes after Acknowledgements, before refs Text smaller</p>
Appendix	<p>Appendix 1. Title if given (A heading) Goes after refs Text smaller If you have one appendix, label it Appendix; if more than one, use capital letters, e.g. Appendix A, Appendix B, etc. Each appendix must have a title. refer to each appendix in the text, e.g. (see Appendixes A and B for complete proofs) If the appendix contains tables and figures, number these as Table A1 etc.</p>
Spelling preferences	British English (-ise), analyse not analyze
T&F Standards	This journal uses T&F number/in-text style/non-English words/capitalization/music/law/geology/taxonomic/preferred spellings/maths and science standards
Punctuation	<p>Initials (e.g. US, NJ, BBC) do not have full points between them. No capitals after a semi-colon or a colon Use double quotes for a direct quotation (and single quotes within if required); single quotes for adding emphasis/first mention of new terms etc. Use ca. as abbreviation for circa, and vs. for versus. <i>P</i> should be upper case and italicised for results of statistical tests. <i>n</i> should be used for sample sizes.</p>
Dashes	<p>Spaced en rules for parenthetical dashes Use en rule between spans of numbers (e.g. 20–40), including page numbers in references</p>
Numbers and units	<p>Numbers: spell out one to nine, then 10, 1000, 10,000 10% (except at start of sentence where ten per cent would be used) Units: follow author No space between value and %. Space between all other values and units (including °C). Space before and after = < and >, except when a term on its own such as >2.</p>
Dates	<p>4 October 2005 in the twenty-first century in the 1970s</p>
Contents page	<p>JOURNAL TITLE Volume 100 Number 1 December 2007 logo SPECIAL ISSUE TITLE GUEST EDITOR</p> <hr/> <p>CONTENTS Editorial Title of editorial</p>

	<p>Articles</p> <p>Title of article</p> <p>Author, Author and Author</p> <p>All ranged left, page numbers ranged right</p>
Editorial	<p>Editorial (as title)</p> <p>If editorial has a title, use</p> <p>EDITORIAL (section heading)</p> <p>Title of editorial</p> <p style="text-align: right;">Editor Name Affiliation if wanted</p> <p>Abstract, keywords and Notes on contributor not required</p>
Other article types	Follow style for main articles
Book reviews	<p>BOOK REVIEWS (as section heading)</p> <p>Book title: all bold, by Author and Author /edited by Author, Cambridge, Harvard University Press, 2003, xliii + 584 pp., US\$28.95 (paperback), ISBN 0-95-445440-6</p> <p style="text-align: right;">Reviewer's Name Affiliation Email (c) year, Author Name</p> <p>References go before reviewer details Next review follows after a space No copyright line on first page of reviews</p>
Volume contents and index	<p>Author index (as title)</p> <p>Author index set double-column</p>
Erratum	<p>Erratum (as title)</p> <p>Include catchline and article title of original text.</p>
Obituary	<p>OBITUARY (section heading)</p> <p>Name and dates if given (as title)</p> <p style="text-align: right;">Author Name Affiliation Email</p>
Reference Style	Please follow Style CSE Name-Year but with modifications – full journal titles and no punctuation after journal title, no issue numbers.
In text citation format	<p>For 1 or 2 authors: (Author 1 and Author 2 Date)</p> <p>For 3 or more authors (use of et al.): (Author 1 et al. Date)</p>
Reference ordering in in-text	Chronological i.e. (Nagy and Nowell 2010; Lincoln et al. 2011; Salmond

citations	2012)
Form of author name in reference list	Author AB & Author BC Indicate use of et al. for multiple authors Include all names up to 10. If there are more than 10 authors list first 10 followed by ", et al."
Book	Nowell A. 2006. The title of a book: subtitle. Town (Country): Publisher. For the USA and Canada, the format is Town (State Abbreviation): Publisher
Book chapter	Nowell A. 2009. This is the title of a chapter. In: Thorp S, Leach C, Weston J, editors. This is the title of the book. Didcot (UK): Taylor & Francis. p. 1–25.
Journal article	Nowell A. 2010. This is the title of the article. <i>Plant Ecology & Diversity</i> 10:10–25.
Dissertation, thesis	Nowell A. 2005. Behavioural development in western lowland gorillas [Ph.D. thesis]. [Liverpool, UK]: University of Liverpool.
Conference paper	Author A. Date. Title of paper. In: Editor(s) Title of book. Number and name of conference; date of conference; place of conference. Place of publication: publisher. Location. Notes. Unpublished paper: Author A. Date of conference. Title of paper. Paper/Poster session presented at: Title of conference. Number and name of conference; place of conference.
Proceedings	Antonioli GE, editor. 1997. Pacemaker leads 1997. Proceedings of the 3rd International Symposium on Pacemaker Leads; 1997 Sep 11–13; Ferrara, Italy. Bologna (Italy): Wiley.
Online	Perrone J. 2012. Gardens: how to attract birds. Available online at http://www.guardian.co.uk/lifeandstyle/2010/jan/30/attracting-birds-to-gardens (accessed 30 January 2012).
Unpublished work	Farley T, Galves A, Dickinson LM. Forthcoming 2005 Jul. Stress, coping, and health. <i>Journal of Immigrant Health</i> .
Database	Author(s). Beginning date–ending date. Title of database [medium designator]. Edition. Place of publication: publisher. Physical description. Notes.
Manuscript collection	Author(s). Date. Title. Physical description. Notes.