

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Biociências

Programa de Pós-Graduação em Botânica

Estrutura da vegetação da Floresta Paludosa da Restinga no Sul do Brasil

Vegetation structure of Swamp Restinga Forest on southern Brazil

Luciana Carla Mancino

Porto Alegre, RS, 22 de abril de 2014.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Instituto de Biociências

Programa de Pós-Graduação em Botânica

Estrutura da vegetação da Floresta Paludosa da Restinga no Sul do Brasil

Vegetation structure of the Swamp Restinga Forest on southern Brazil

Luciana Carla Mancino

Orientador: Luís Rios de Moura Baptista

Co-orientador: Gerhard E. Overbeck

Banca examinadora:

João André Jarenkow (UFRGS)

Lucia Sevegnani (FURB-SC)

Vanilde Citadini-Zanette (UNESC)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências: Botânica.

Porto Alegre, RS, 22 de abril de 2014.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, meu criador e mentor da vida, da natureza e do equilíbrio entre eles.

Aos meus pais, Nilva e Luís Carlos Mancino (*in memoriam*) que me ensinaram os valores e me incentivam na luta para alcançar meus sonhos.

Aos meus filhos Égon e Luís Felipe e meu esposo João Augusto da Silva, que compreenderam a minha ausência, e sempre me deram suporte e amor e que são minha abençoada família.

Aos meus queridos professores orientadores, Professor Baptista e Professor Overbeck, que tiveram a grandeza e paciência de me orientar e guiar durante esta pesquisa.

À minha amiga Iara Frois que, sem me conhecer, me recebeu com carinho e deu hospedagem, amizade e apoio durante os primeiros meses da minha chegada a Porto Alegre, apenas porque fui indicada pela sua irmã e minha amiga de Jardim, a professora Elenir Frois Machado.

À amiga Alice que gentilmente me hospedou em seu apartamento, pela amizade e carinho como de uma mãe.

Aos colegas da UFRGS, que me ajudaram a conhecer e entender um pouco da Mata Atlântica e a ajuda especialmente no delineamento amostral e análises estatísticas. Especialmente aos colegas que me indicaram áreas de pesquisa: Jan Karel Félix Mähler Júnior, Edilane Rocha e Márcio Verdi e aos que me auxiliaram nos levantamentos de campo: Thais B. Guimarães, Gabriel E. Ferreira, Fernanda Schmidt, Lisa Soehn, Jaqueline Durigon, Pedro Nitschke, Marcelo Pedron, Martim Molz, Anita Stival dos Santos e Márcio Verdi.

Aos colegas e professores que auxiliaram com identificações botânicas: Jorge Waechter, João André Jarenkow, Maria Angélica Kieling-Rubio e Paulo Windisch (Pteridófitas), Martin Molz, Lúcia R. Dillenburg, Rafael Martins (UNESC), Marcos Sobral (UFSJ), Denilson F. Peralta (IBOT-USP).

Ao biólogo Martim Molz e Professora Sandra Muller pelas revisões e sugestões ao primeiro artigo.

Ao professor Alberto V. Inda Júnior e doutorandos Jessé e Michael do Departamento de Solos da UFRGS, pelo auxílio nas coletas e realização das análises de textura do solo.

À Professora Vanilde Citadini-Zanette pelo apoio ao trabalho de campo em Içara, e aos Bolsistas de Iniciação Científica San Zatta Custódio e Peterson T. Padilha.

Ao casal Tadeu e Tere, pais do colega doutorando Juliano M. Baltazar, pela hospedagem, atenção e carinho e apoio durante as coletas em Balneário Arroio do Silva.

À senhora Marlene Schwank e seu esposo João, pelo carinho e amizade durante minha hospedagem no Centro Pastoral do Litoral Norte.

Aos proprietários dos locais de pesquisa: Fazenda Santos Guglielmi em Içara, Florestal S.A. em Araranguá (Daiane) e Sr. Nico e D. Gedi em Morrinhos do Sul.

Aos meus ex-alunos que demonstraram respeito, admiração e carinho e também estimularam a minha busca por aperfeiçoamento profissional e pessoal.

A todos aqueles que de alguma forma me incentivaram e encorajaram, obrigada por me ajudar a superar minhas dificuldades, através de um sorriso sincero, um abraço, dividindo um banco no restaurante universitário, ou dialogando pelo corredor. Até mesmo aqueles que auxiliaram na mais simples tarefa, como dar uma informação correta, ou demonstraram gentileza e educação, ensinaram-me lições importantes.

E a CAPES pela bolsa de doutorado.

Sumário

Resumo.....	1
Abstract.....	2
Introdução Geral.....	3
Referências.....	8
Capítulo 1: Structure of the tree stratum of three Swamp Forest communities in southern Brazil	15
Abstract.....	12
1.1 Introduction.....	12
1.2 Material and methods.....	13
1.3 Results.....	16
1.4 Discussion.....	25
1.5 References.....	29
Capítulo 2: Efeitos do solo e luminosidade na estrutura do componente herbáceo-terrícola em três Florestas Paludosas da Restinga no Sul do Brasil.....	34
Abstract.....	36
2.1 Introdução.....	36
2.2 Material e métodos.....	38
2.3 Resultados.....	40
2.4 Discussão.....	44
2.5 Referências.....	51
2.6 Anexo 1.....	57
Capítulo 3: Padrão florístico-estrutural do componente arbóreo das Florestas Paludosas e Arenosas da Restinga no Sul do Brasil: síntese e implicações para conservação.....	58
Abstract.....	60
3.1 Introdução.....	60
3.2 Material e métodos.....	62
3.3 Resultados.....	65
3.4 Discussão.....	72
3.5 Referências.....	77
3.6 Anexo 1.....	82
Considerações finais.....	87
Anexo 1. Memorial fotográfico.....	91

Resumo

As florestas que ocorrem na planície costeira brasileira podem ser classificadas em Florestas Arenosas (FAR) e Paludosas da Restinga (FPR). A inundação constante nos solos das FPR sustentam comunidades pobres em espécies. Mas, nos locais com inundações curtas, a riqueza de espécies pode ser ainda maior do que florestas adjacentes bem drenadas. O objetivo geral foi determinar o padrão florístico-estrutural do componente arbóreo e herbáceo da FPR em três áreas localizadas em Içara (I A) e Balneário Arroio do Silva (BAS), em Santa Catarina e Morrinhos do Sul (MDS), no Rio Grande do Sul, determinar os fatores ambientais que influenciam esses componentes, mostrar as diferenças nos padrões do componente arbóreo entre FPR e FAR e propor o seu reconhecimento como distintas fisionomias da Restinga. Esta tese compreende três capítulos (artigos). No primeiro capítulo, analisamos variações no padrão florístico-estrutural do componente arbóreo em três áreas da FPR no nordeste do Rio Grande do Sul e Sul de Santa Catarina. Hipotetizamos que locais com condições ambientais mais estressantes tivesse menor diversidade e que a grande variação no regime hidrológico e condições físico-químicas do solo deveria resultar em diferenças na estrutura e composição de espécies. No segundo capítulo, avaliamos a estrutura do componente herbáceo-terr cola e e sua correlação com a luminosidade, fertilidade edáfica, microtopografia e a cobertura de palmeiras. O terceiro capítulo buscou determinar se havia diferenças no padrão florístico-estrutural do componente arbóreo das FPR e FAR, seus hábitats e suas relações com fatores de solo, latitude, com base neste e em outros levantamentos no Sul do Brasil. Foram instaladas 13 parcelas de 100 m² (20 x 50 m) para o levantamento das árvores e de 13 parcelas de 5 m² (1 x 5 m contíguas) para as espécies herbáceas em cada uma das áreas. Os fatores ambientais analisados foram os parâmetros químicos e físico-hídricos do solo (0-15 cm de profundidade), a microtopografia, a abertura do dossel (luz) e a cobertura de palmeiras. As espécies arbóreas (capítulo 1) com CAP \geq 12 cm (ou DAP \geq 3,8 cm) e altura \geq 3 m foram registradas e avaliadas pela densidade, frequência, altura e diversidade. As espécies herbáceas terrícolas (capítulo 2) foram avaliadas pela riqueza e cobertura, e através de análises multivariadas (Análise de Correspondência Canônica - CCA) com a matriz das espécies e das variáveis ambientais com alta correlação. A luminosidade foi determinada a partir de fotografias hemisféricas do dossel. No capítulo 3, utilizamos as espécies arbóreas de estudos científicos com DAP \geq 5 cm e realizamos uma NPMANOVA para mostrar as diferenças florístico-estruturais entre FPR e FAR e uma CCA com a matriz das espécies e com o tipo de solo, precipitação, altitude e latitude. As FPR apresentaram abertura do dossel, características de solo e microtopografia muito variáveis, baixa similaridade florística entre as áreas e elevada riqueza de espécies herbáceas terrícolas e arbóreas. No primeiro capítulo, encontramos nas três áreas 111 espécies arbóreas e 40 famílias com muito baixa similaridade florística entre as áreas. As três áreas apresentaram diferenças na composição e estrutura devido a presença de muitas espécies com baixa frequência e ampla distribuição (Mata Atlântica) em locais sem inundação constante, contribuindo para a manutenção da diversidade regional no Sul do Brasil. No segundo capítulo, registramos 41 espécies herbáceas terrícolas pertencentes à 20 famílias. A média de riqueza e cobertura de ervas foi significativamente diferente entre as áreas, como também a variação do regime de luz, cobertura de palmeiras e vários parâmetros do solo. Monilófitas se destacaram em riqueza e monocotiledôneas em cobertura. Mostramos a influência da luminosidade e alguns parâmetros do solo sobre a cobertura vegetal, explicando a separação de grupos de espécies, em termos de preferência de habitat. No terceiro capítulo, os estudos compilados continham 265 espécies arbóreas da FPR e 109 na FAR e as claras diferenças florístico-estruturais entre essas fisionomias tornaram-se óbvias. A CCA indicou que as espécies foram influenciadas principalmente pelas características dos solos e microtopográficas, ligadas à frequência de inundação. Os resultados obtidos neste estudo em termos de riqueza de espécies arbóreas e herbáceas foram um tanto surpreendentes. Nossas análises confirmaram as diferenças de solo e florístico-estruturais entre as FPR e as FAR. Essas diferenças florístico-estruturais são suficientemente claras para permitir a consideração dessas fisionomias tão distintas da Restinga, essenciais para sua devida conservação.

Palavras-chave: solos, componente herbáceo, componente arbóreo, Mata Atlântica, diversidade, região Sul

Abstract

The forests that occur in the Brazilian coastal plain can be classified into Sandy Restinga Forests (SARF) and Swamp Restinga Forest (SWRF). The constant flooding of soils in SWRF support species poor communities. However, at sites where only short periods of flooding occur, richness may be even larger than that of adjacent well-drained forests. The overall goals of this work were (1) to determine the floristic-structural pattern of tree and terricolous herbaceous species of SWRF in three areas located in Içara (IÇA) and Balneário Arroio do Silva (BAS), Santa Catarina, and Morrinhos do Sul (MDS), Rio Grande do Sul, (2) to determine some of the environmental factors that influence these components, and (3) to show differences in the tree component between SWRF and SARF. This work comprises three chapters (articles). In the first chapter we examine variations in floristic-structural pattern of the tree component in three areas of the SWRF in northeastern Rio Grande do Sul and southern Santa Catarina. We expected that sites with more stressful environmental conditions had lower diversity and that the wide variation in the hydrological regime and physico-chemical soil conditions should result in differences in structure and species composition. In chapter two, we evaluate the structure of terricolous herbaceous component and its correlation with luminosity, soil fertility, microtopography and palm cover. In the third chapter, we analyze differences in floristic-structural pattern of the tree component of the SWRF and SARF, their habitats and their relations with edaphic and biogeographic factors, based on our own data and on that from other surveys in southern Brazil. Thirteen plots of 100 m² (20 x 50 m) were installed for the survey of trees and 13 plots of 5 m² for terrestrial herbaceous species in each of the three SWRF areas. Environmental factors were analyzed, including chemical and physical-hydric soil parameters (0-15 cm depth), microtopography, canopy openness (light) and palm cover. Tree species (Chapter 1) with diameter at breast height ≥ 3.8 cm and height ≥ 3 m were recorded and evaluated with respect to density, frequency, height and diversity. Terricolous herbaceous species (Chapter 2) were evaluated regarding richness and cover, and by help of multivariate analysis (Canonical Correspondence Analysis - CCA), using the matrices of species and of environmental variables. Luminosity was determined by help of hemispherical canopy photographs. In Chapter 3, we use tree species with diameter at breast height ≥ 5 cm of scientific studies. We performed a NPMANOVA to show the floristic-structural differences between SWRF and SARF and a CCA of species matrix with soil type, rainfall, altitude and latitude. In general, the three SWRF areas showed highly variable canopy openness, soil characteristics and microtopography, very low floristic similarity between areas and high richness of terricolous herbaceous and trees species. The data from the first chapter showed a total of 111 tree species belonging to 40 families. The three areas showed differences in composition and structure due to the presence of many species with low frequency and wide distribution (Atlantic Rain Forest) in places without constant flooding, contributing to the maintenance of regional diversity in southern Brazil. In the second chapter, we recorded 41 terricolous herbaceous species belong to 20 families. Mean richness and cover of herbs differed significantly between areas, as well as the variation of luminosity, palm cover and many soil parameters. Monilophytes were characteristic in terms of richness and monocots in terms of cover value. We showed the influence of light and some soil parameters on vegetation cover, explaining the separation of groups of species in terms of habitat preference. In the third chapter, the compiled studies contained a total of 265 tree species in SWRF and 109 in SARF and clear floristic-phytosociological differences between SWRF and SARF became obvious. CCA indicated that the species were mainly influenced by microtopography and soil characteristics related to the frequency of flooding. Results obtained in this study regarding richness of tree and herbaceous species were somewhat surprising. Our analyses confirmed the soil and floristic-structural differences between the SWRF and the SARF. These floristic-structural differences are clear enough to allow for consideration as distinct physiognomies of Restinga, essential for their proper consideration in conservation.

Key words: soils, herbaceous layer, tree layer, Atlantic Rain Forest, diversity, southern Brazil.

Introdução Geral

A região costeira do Brasil concentra a maior densidade populacional (70% dos habitantes do país) e apresenta o bioma com a segunda posição em biodiversidade, a Mata Atlântica (IBGE 2004). O fácil acesso às florestas da planície litorânea, a proximidade com centros urbanos e o grande interesse turístico e de lazer faz com que estas sejam relativamente bem conhecidas, porém sofrem os efeitos do aumento da urbanização e outras alterações antropogênicas, especialmente na sua porção sul, ocorrendo alto índice de fragmentação florestal e destruição de habitats. Devido à elevada biodiversidade da vegetação sul-brasileira, o MMA (2000) considerou a região costeira do sul de Santa Catarina e nordeste do Rio Grande do Sul como áreas de extrema a alta importância biológica no mapa de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica.

Apesar do atual estado de devastação da Mata Atlântica (84 – 92% de destruição), as pesquisas realizadas especialmente nas últimas décadas mostram sua notável diversidade de espécies e endemismos (MMA 2000, Stehman *et al.* 2009). De acordo com Stehman *et al.* (2009), a heterogeneidade ambiental da Mata Atlântica e especialmente de ecossistemas tropicais e subtropicais heterogêneos (como os da Restinga), não foi ainda suficientemente detalhada e seu entendimento é fundamental para que se possa analisar os padrões de distribuição geográfica das espécies, bem como as barreiras que limitam a distribuição dos táxons. Especificamente, ainda faltam estudos nas Floresta Paludosa (Rizzini 1979), tratada aqui como Floresta Paludosa da Restinga (FPR) para fazer referência às que ocorrem apenas na planície costeira.

Provavelmente, as FPR são pouco estudadas porque atualmente existem raros remanescentes florestais suficientemente grandes ou bem conservados (a maioria foi totalmente desmatada, drenada, ou perdeu suas características originais, especialmente no Sul do Brasil), além das condições do solo brejoso e grande profusão de trepadeiras que dificulta a caminhada. Embora não saibamos com exatidão o histórico de cada área, grande parte das FPR se encontra atualmente com riqueza de espécies bastante alterada devido ao corte seletivo e à exploração ilegal de madeira e de outras espécies não-madeireiras (Joly *et al.* 1991), tais como o palmito (*Euterpe edulis* Mart.). Além disso, a sua drástica redução se deve ao Decreto Federal nº 86.146/81 (Brasil 1981), conhecido como Pró-várzea, que teve a finalidade de promover o aproveitamento “racional” e gradativo de áreas de várzeas nacionais em propriedades rurais.

A ampliação do conhecimento da estrutura e biodiversidade das FPR é prioritária tanto para compreender os fatores que as originam e as mantêm, quanto para orientar para a sua preservação e/ou uso sustentável, como auxiliar na reconstrução de parte da diversidade de ambientes destruídos e que necessitam ser recuperados. Apesar dos fragmentos de florestas da Restinga existentes serem muito pequenos e vulneráveis aos processos degenerativos associados à fragmentação de habitats, as FPR estão pouco representadas no sistema de unidades de conservação em vigor (Kindel 2002). Embora

World Conservation Monitoring Center -WCMC (1992) tenha estimado que mais da metade destas formações foram destruídas no século XX, Koponen *et al.* (2004) chamam a atenção para o problema da subestimativa ou desconhecimento das áreas de Florestas Paludosas, gerado pelas diferentes definições das formações vegetais, que ocasiona erros na quantificação dessas áreas (em condições edáficas semelhantes às FPR) na maioria dos países.

A vegetação da planície costeira brasileira inclui representantes de diferentes unidades fitoecológicas, como a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (região da Floresta Ombrófila Densa) e as Restingas (Veloso *et al.* 1991). A dificuldade de se estabelecer os limites entre essas formações, que compartilham muitas espécies, formando um “contínuo vegetacional” (Oliveira-Filho 1993) dificulta a adoção de um conceito de Restinga que seja válido para todo o litoral brasileiro (Falkenberg 1999). Segundo o mesmo autor, essa vegetação pode apresentar-se numa certa zonação, em geral no sentido oceano-continente, aumentando a riqueza de espécies e a altura da vegetação, com o aumento da distância do mar e a redução da salinidade.

A vegetação da Restinga exerce papel fundamental para a estabilização dos sedimentos e a manutenção da drenagem natural, bem como para a preservação da fauna residente e migratória (Brasil 1999), e, segundo Waechter (1990), ela contribui para modificar as condições pedológicas e limnológicas, sobretudo através do acúmulo de matéria orgânica em ambientes palustres.

Embora reconhecido na literatura brasileira, o termo Restinga é muito amplo e a definição das comunidades ou fisionomias da Restinga ainda é pouco clara, não apresentando uniformidade no sentido geológico (Falkenberg 1999) nem no sentido botânico (Silva e Britez 2005). Originada entre sete a dois mil anos da época holocena, devido às variações no nível dos oceanos (regressões e transgressões marinhas), a Restinga é o termo empregado para designar os depósitos marinhos litorâneos e depósitos de material continental, genericamente denominada de planície litorânea (Suguió 2003). De acordo com estudos geológico-geomorfológicos (Suguió & Tessler 1984, Suguió & Martin 1987, Villwock 1994), o sul da planície costeira apresenta duas regiões fisiográficas: 1) trecho que abrange o sul do Espírito Santo ao Cabo de Santa Marta, em Santa Catarina (SC), onde as escarpas cristalinas da Serra do Mar estão próximas ao oceano, apresenta grandes reentrâncias na linha de costa, correspondentes a baías preenchidas por sedimentos de origem diversa, e algumas lagunas, e 2) trecho do litoral que vai do Cabo de Santa Marta, em Laguna - SC, até a desembocadura do arroio Chui, no limite do Brasil com o Uruguai, e além do clima subtropical, apresenta a ocorrência de amplas planícies sedimentares arenosas associadas a um conjunto de lagunas com diferentes níveis de comunicação com o oceano

Na legislação brasileira, o termo Restinga apareceu pela primeira vez em 1993 no Decreto Federal 750 (Brasil 1993) como formação florestal ou ecossistema associado à Mata Atlântica. Em 1999, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, através da resolução nº 261 (Brasil 1999)

definiu a Restinga sul-brasileira como “um conjunto de ecossistemas, que compreende comunidades florística e fisionomicamente distintas, situadas em terrenos predominantemente arenosos, de idade quaternária, em geral com solos pouco desenvolvidos, formando um complexo vegetacional edáfico e pioneiro, que depende mais da natureza do solo que do clima e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas, depressões, planícies e terraços”. Esta resolução também apresentou listas de espécies dos estádios sucessionais da Restinga para Santa Catarina. A resolução nº 303 do CONAMA (Brasil 2002) apresentou parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. A resolução nº 441 (Brasil 2011) apresentou listas de espécies características dos estádios sucessionais para o Rio Grande do Sul. Entretanto, em nenhum dos documentos citados foram apresentadas as diferenças edáficas, florísticas e estruturais que existem entre as Florestas Arenosas (FAR) e Paludosas da Restinga, não considerando, portanto, as diferenças evidentes que existem nessas florestas, que, além da vegetação característica, devem ser distinguidas pela observação das características do solo.

A partir dessas constatações, surgiram as questões que embasaram este estudo: Como é caracterizado o padrão edafo-florístico-estrutural das espécies arbóreas da FPR na porção sul da Mata Atlântica? Existe variação florístico-estrutural significativa entre a FPR e FAR que justifique o seu reconhecimento como fisionomias distintas? Como é caracterizado o padrão florístico-estrutural do componente herbáceo-terrácola nas FPR? Quais os principais fatores ambientais que influenciam o componente arbóreo e o herbáceo-terrácola?

Caracterização do ambiente

O clima da costa sul-brasileira, entre os paralelos 24°S e 32°S, classifica-se em subtropical úmido, Cfa na classificação de Koeppen (1948). A temperatura média da região Sul nos últimos 30 anos é de 18,7°C e a precipitação é de 1.554 mm (INMET 2012). No Rio Grande do Sul ocorre uma média de 3 dias/ano de geada e ventos de 40 km/h. A região baixo do paralelo 30 pertence à outra zona climática, onde ocorrem mais geadas (14 dias/ano em média) e o vento é mais intenso, podendo atingir 120 km/h em média (Waechter 1985). As copiosas chuvas mantêm elevado o índice de umidade dos diversos ambientes, durante todo o ano. O mar ameniza os picos de temperaturas máximas e mínimas típicos do clima continental. A situação geográfica subtropical sujeita à exposição mais intensa e direta das massas de ar frio (IBGE 1977) e conferem um caráter particular à essas florestas.

As FPR do litoral sul-brasileiro ocupam planícies mal drenadas com pouca variação altitudinal interna, onde comumente se desenvolvem solos orgânicos relacionados a depósitos paludais ou turfáceo, cuja espessura varia de poucos centímetros a 3 m. Elas apresentam acúmulo de matéria orgânica edáfica superficial formando um horizonte orgânico (O) (Waechter & Jarenkow 1998). O nível do lençol freático pode variar com a pluviosidade e o micro-relevo da área, e nos locais mais baixos, nas florestas mais preservadas, este permanece na superfície ou acima dela praticamente o ano inteiro (Waechter 1985). Entretanto, devido ao intenso uso da área de entorno, a maioria dessas

florestas apresentam valas de drenagem artificial que interferem profundamente na dinâmica florestal, tornando-as periodicamente mais drenadas. Os solos da planície litorânea compreendem areias quartzosas derivadas de sedimentos marinhos, lacustres e aluviais do período quaternário, com alta suscetibilidade à erosão hídrica e eólica, baixa fertilidade natural, ácidos, e alguns lugares com alto teor de alumínio (Streck *et al.* 2002). Nesses solos desenvolvem-se vegetação herbácea até arbustiva e florestal, em decorrência da colmatagem progressiva de uma antiga laguna.

As condições ambientais locais e regionais determinam a maneira com que os indivíduos das diferentes espécies se arranjam no espaço e distribuem-se em termos de abundância. Assim, a distribuição geográfica e as características demográficas das populações são de grande importância na característica de uma fisionomia (Scudeller 2002). A vegetação da Restinga apresenta uma tendência de se desenvolver com maior intensidade na direção do maior acúmulo de matéria orgânica e maior interação entre as espécies (avanço dos estádios sucessionais), até que algum fator ambiental se torne fortemente seletivo, diferenciando-a em fisionomias de ambientes mais secos (FAR), periódica ou constantemente inundáveis (FPR, Hentschel 2008).

As FPR apresentam espécies provenientes de outros ecossistemas, que colonizaram esses ambientes em razão da variedade das condições físicas que ali ocorrem (Araújo e Lacerda 1987) e geralmente apresentam alta densidade de indivíduos com caules muito finos. Segundo Waechter (1985), os principais fatores que atuam sobre a flora litorânea são a pobreza de nutrientes e água nos solos arenosos, a salinidade marítima, a mobilidade das dunas e os fatores atmosféricos como o calor, luminosidade e ventos constantes. O extremo superior do gradiente de umidade do solo das FPR impõem severas limitações às espécies vegetais que apresentam adaptações especiais (fisiológicas, morfológicas e etológicas) para esses ambientes (Korte *et al.* 2013), ou seja, essas espécies detêm características que as permitem suportar diferentes níveis de estresses (hídrico, salino, hipóxico/anóxico, lumínico e calorífico). Muitas formas de vida abrigam-se nos estratos inferiores da floresta, beneficiando-se do seu microclima, como por exemplo as espécies herbáceo-terricolas nas pequenas porções de solo que ficam em posição um pouco mais elevada.

A formação florestal da Restinga

Os sistemas de classificação propostos para o Brasil (e.g. Rizzini 1979, Veloso *et al.* 1991) utilizaram escalas de trabalho incompatíveis com a variedade de tipos vegetacionais heterogêneos, como os da Restinga. No sentido fitogeográfico amplo, a vegetação da Restinga é bastante complexa, algumas vezes interpretada como faixas de uma zonação ou fases de uma sucessão (Waechter 1985). Baseado no caráter fisionômico das formações, Rizzini (1979), considerou as Florestas Paludosas como uma unidade fitogeográfica do Brasil (formação), com conjuntos vegetais heterogêneos com tipos próprios de vegetação, ou seja, localmente desenvolvidos. A vegetação da restinga compreende

mosaicos vegetacionais distintos, sob influência marinha e fluvio-marinha, e pode apresentar fisionomias diversas, refletindo condições de umidade e fertilidade do solo (Araújo & Lacerda 1987). A complexidade desses ecossistemas aumenta com a distância do oceano, sendo a composição florística determinada por fatores ambientais locais como a topografia, as condições edáficas, a profundidade do lençol freático (Araújo & Lacerda 1987, Mantovani 2003).

No Rio Grande do Sul, segundo Waechter (1985), o litoral nordeste do Rio Grande do Sul pertence à província Atlântica, com predomínio da vegetação silvática essencialmente tropical. Utilizando uma abordagem fitogeográfica e ecológica, mostrou que a flora da região litorânea não se originou de especiação local, mas a partir da migração de regiões vizinhas geologicamente mais antigas. Para as florestas situadas em solos bem drenados ele denominou matas arenosas, e para as relacionadas aos solos mal drenados, matas turfosas ou paludícola. Scherer (2009) também percebeu a diferença entre essas fisionomias (FAR e FPR) e registrou a presença de espécies típicas de ambas no mesmo remanescente florestal.

Reitz (1961), apresentou uma classificação da vegetação da zona costeira de Santa Catarina, de acordo com suas funções ecológicas, denominando Hidrossera e Xerossara. Entretanto, foi pouco utilizada em outros estudos.

No Paraná, Silva & Britez (2005) sugeriram uma proposta de classificação da vegetação da Ilha do Mel, com base em estudos de campo florísticos e estruturais, descrição dos solos e análise de imagens de satélite, apresentando uma síntese das formações, propondo uma nomenclatura própria e os critérios para o reconhecimento e localização das respectivas denominações adotadas para essa ilha.

Vários estudos têm contribuído para ampliar o conhecimento das Florestas Paludosas do Sul e Sudeste do Brasil (e.g. Veloso & Klein 1963, Waechter 1990, Falkenberg 1999, Kindel 2002, Scarano 2006, Silva *et al.* 2007, Teixeira & Assis 2009, Korte *et al.* 2013). Entretanto, pesquisas complementares envolvendo as condições de solo (e.g. luminosidade e salinidade, profundidade do lençol freático e classificação do solo segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da EMBRAPA (2006) em escala compatível com o estudo de comunidades), assim como polinização, associação micorrízica, fenologia e dispersão, são necessárias para aumentar substancialmente a compreensão dos padrões e processos ecológicos que propiciam a distinção entre FAR e FPR.

O presente trabalho está organizado em três capítulos, no qual cada um se constitui um artigo independente, com objetivos, hipóteses e metodologias particulares, e está formatado segundo as regras específicas da revista para a qual foi (ou será) submetido. O objetivo geral foi determinar a estrutura dos componentes herbáceo (altura ≤ 1 m) e arbóreo (altura ≥ 3 m e DAP $\geq 3,8$ ou CAP ≥ 12 cm) em três comunidades na Floresta Paludosa da Restinga no Sul do Brasil, e suas relações com fatores ambientais, como o solo, a cobertura de palmeiras e a abertura do dossel, baseados em levantamentos realizados em Içara e Balneário Arroio do Silva - Santa Catarina e Morrinhos do Sul –

Rio Grande do Sul. Por fim, com base nos dados desse e de outros trabalhos científicos, tivemos o objetivo de determinar o padrão florístico-estrutural das espécies arbóreas da FPR e da FAR, ressaltando as diferenças entre eles e propondo o seu reconhecimento como fisionomias distintas.

Referências

- Araújo, D.S.D.; Lacerda, L.D.1987. A natureza da restinga. **Ciê. Hoje** 6(33): 42-48.
- BRASIL, 1993. **Decreto Federal nº 750** - Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências.
- BRASIL, 1999. **Resolução CONAMA nº 261** – Estabelece parâmetro básico para análise dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina.
- BRASIL, 2002. **Resolução CONAMA nº 303** - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.
- BRASIL, 2011. **Resolução CONAMA nº 441** - Aprova a lista de espécies indicadoras dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado do Rio Grande do Sul.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 306p.
- Falkenberg, D.B. 1999. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula** 28: 1-30.
- Hentschel, R.L. 2008. **Gradiente vegetacional, variáveis ambientais e restauração na Restinga da praia do Ouvidor, Garopaba, Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- IBGE 1977. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.
- IBGE. 2004. **Mapa de Biomas do Brasil**: primeira aproximação. Rio de Janeiro.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br> Acessado em 28 out. 2012.
- Joly, C.A., Leitão-Filho, H.F. & Silva, S.M. 1991. O patrimônio florístico – The floristic heritage. In Câmara, G. I. (coord.). **Mata Atlântica – Atlantic Rain Forest**. Index & Fundação S.O.S. Mata Atlântica, São Paulo.
- Kindel, A. 2002. **Diversidade e estratégias de dispersão de plantas vasculares da floresta paludosa do Faxinal, Torres, RS**. Tese (Doutorado em Botânica). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- Koeppen, W. 1948. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México.
- Koponen, P.; Nygren, P.; Sabatier, D.; Rousteau, A. & Saur, E. 2004. Tree species diversity and forest structure in relation to microtopography in a tropical freshwater swamp forest in French Guiana. **Plant Ecol.** 173: 17–32.
- Korte, A.; Gasper, A.L.; Kruger, A. & Sevegnani, L. 2013. Composição florística e estrutura das restingas de Santa Catarina, 285-309. In: **Inventário florístico florestal de Santa Catarina**. Volume IV - Floresta Ombrófila Densa. Blumenau. Edifurb.

- Mantovani, W. 2003. A degradação dos biomas brasileiros. In: Ribeiro, W.C. (Org.). **Patrimônio Ambiental Brasileiro**. USPiana: Brasil 500 anos. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.
- MMA- Ministério do Meio Ambiente, 2000. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da mata atlântica e campos sulinos**. Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD / Instituto Estadual de Florestas-MG. Brasília. 40p.
- Oliveira-Filho, A.T. 1993. Gradient analysis of an area of coastal vegetation in the state of Paraíba, Northeastern Brazil. **Edinb. J. Bot.** **50**(2): 217-36.
- Reitz, R. 1961. A vegetação da zona marítima de Santa Catarina. **Sello.** **13**(13): 17-115.
- Rizzini, C.T. 1979. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Ed. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro.
- Scarano, F.R. 2006. Plant community structure and function in a swamp forest within the Atlantic Rain Forest complex: a synthesis. **Rodrigué.** **57** (3): 491-502.
- Scherer, A. 2009. Estrutura e aspectos fitogeográficos de fragmentos florestais na restinga sul-brasileira. Tese (Doutorado em Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Scherer, A.; Maraschin-Silva, F. & Baptista, L.R.M. 2009. Estrutura do componente arbóreo em remanescentes florestais nas Restingas Sulbrasileiras. **R. Bras. Bioci.** **7**(4): 354-363.
- Scudeller, V.V. 2002. Análise Fitogeográfica da Mata Atlântica – Brasil. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Universidade Estadual de Campinas.
- Silva, A.C.; Van Den Berg, E.; Higuchi, P. & Oliveira Filho, A.T. 2007, Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Rev. Bras. Bot.** **30**(2): 257-269.
- Silva, S.M. & Britez, R.M. 2005. A vegetação da planície costeira. In: M.C.M. Marques & R.M. Britez (orgs.) **História natural e conservação da Ilha do Mel**, editora UFPR, 266 p.
- Stehman, J.R.; Forzza, R.C.; Salino, A.; Sobral, M.; Costa, D.P. & Kamino, L.H.Y. 2009. **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 516 p.
- Streck, E.V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R.S.D.; Klamt, E.; Nascimento, P.C. & Schneider, P. 2002. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- Suguio, K. 2003. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher.
- Suguio, K. & Tessler, M.G. 1984. Planícies de cordões litorâneos do Brasil: origem e nomenclatura. In: Lacerda, L.D. et al. (orgs.). **Restingas: origem, estruturas e processos**. Niterói, CEUFF: 195-216.
- Suguio, K. & Martin, L. 1987. Classificação de costas e evolução geológica das planícies litorâneas quaternárias do Sudeste e Sul do Brasil. In: ACIESP (org.) Simpósio de Ecossistemas da costa Sul e Sudeste Brasileira. **Anais** (1): 1-28.
- Teixeira, A.P. & Assis, M.A. 2009. Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. **Acta Bot. Bras.** **23**(3): 843-853.
- Veloso, H.P. & Klein, R.M. 1963. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil: IV. As associações situadas entre o Rio Tubarão e a Lagoa dos Barros. **Sello.** **15**:57-114.
- Veloso, H.P.; Góes-Filho, L.; Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE – Derma, Rio de Janeiro.
- Villwock, J.A. 1994. A costa brasileira: geologia e evolução. In: ACIESP (org.) 3º Simpósio sobre Ecossistemas da costa brasileira. **Anais** (1): 1-15.

- Waechter, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. Com. Mus.Ci. PUCRS. Sér. Bot., Porto Alegre, nº33: 49-68.
- Waechter, J.L. 1990. Comunidades vegetais das restingas do RS. Pp. 228-248 In: **II Simpósio de Ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira**, Águas de Lindóia, V.3.
- Waechter, J.L. & Jarenkow, J.A. 1998. **Composição e estrutura do componente arbóreo nas matas turfosas do Taim**. Biotemas 11(1): 45-69.
- WCMC-World Conservation Monitoring Centre. 1992. **Global biodiversity**: status of the Earth's living resources. Chapman & Hall, London, 594p.

Capítulo 1

STRUCTURE OF THE TREE STRATUM OF THREE SWAMP FOREST COMMUNITIES IN
SOUTHERN BRAZIL UNDER DIFFERENT SOIL CONDITIONS

STRUCTURE OF THE TREE STRATUM OF THREE SWAMP FOREST COMMUNITIES IN SOUTHERN BRAZIL UNDER DIFFERENT SOIL CONDITIONS

Luciana Carla Mancino^{1,3}, Gerhard Ernst Overbeck^{1,2} e Luís Rios de Moura Baptista¹

¹ Graduate Program in Botany, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

² Department of Botany, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

³ Corresponding author: lucianamancino@gmail.com

ABSTRACT

Restinga forests are commonly known to be plant communities rather poor in tree species. This study aimed to describe and explain the floristic-structural similarities, the environmental conditions and the relations between them in three Swamp *Restinga* Forest communities in southern Brazil. In 13 plots of 100 m² in each area we sampled all individual trees (CBH > 12 cm and height ≥ 3 m). We collected soil samples in each plot to perform chemical and textural analyses. Phytosociological parameters were calculated and different structural variables compared between areas. Density of individuals did not differ between areas, but maximum height and abundance of species differed between the Histosols site and the other two sites on Gleysols. A canonical correspondence analysis based on a vegetation matrix and a matrix of environmental characteristics explained 31.5% of the total variation. Results showed high floristic and environmental heterogeneity indicating that swamp-forests can shelter many species with low frequency. Most species were generalists that are not exclusive to this type of forest. Overall, our study showed that swamp-forests within the same region can show considerable differences in composition and structure and can include species-rich communities, mostly due to the presence of species with broader distribution in Atlantic Rain Forest domain on sites with less stressful environmental conditions, without waterlogging conditions.

Key words: Atlantic Rain Forest, diversity, soil, floristic, *Restinga*.

Introduction

The forest cover in southern Brazil has been greatly reduced, principally due to the expansion of agricultural lands and settlements. At present, only 7.3% of the original forest area in Rio Grande do Sul (RS) and only 23.4% in Santa Catarina (SC) remain (Fundação SOS Mata Atlântica *et al.* 2010). Especially in the lowland Atlantic Rain Forest (ARF) region, large parts of the natural vegetation have been substituted by pastures, croplands and settlement areas (MMA 2008), with only few forest fragments remaining, most of them smaller than 50 ha (Ribeiro *et al.* 2009). One of the lowland

formations in the South Brazilian coastal region are the *Restinga* Forests (RF), for which transformation in other types of land use have been especially high (Assumpção & Nascimento 2000). *Restingas* occur in areas of the coastal plain with consolidated sandy deposits (Gomes 1995) and their vegetation consists of mosaics of different communities under marine, fluvial-marine and continental influence (Waechter 1985). *Restinga* ecosystems are primarily determined by local soil conditions, topography and depth of the water table (Waechter 1985, Silva 1999, Mantovani 2003). They are clearly distinct from Ombrophilous Forests in terms of plant composition (Marques *et al.* 2011). Waechter (1985) subdivided the RF formations into two types: *Restinga* on sandy soils (in the following: Sandy *Restinga* Forest - SARF) and *Restinga* in areas with swampy, peaty or waterlogged soils (in the following: Swamp *Restinga* Forest - SWRF). The SWRF form a set of forest formations restricted to hydromorphic soils and are characterized by a groundwater table close to the surface or by periodic flooding. They present many tropical, hygromorphic, some megaphyllous, malacophyllous species and species with strategies that allow them to survive under conditions of water saturation and, in some cases, of high salinity (Waechter 1985, Oliveira & Joly 2010). In contrast, SARF are characterized by lower tree species richness (6 to 48 species found per site in different studies, e.g. Dillenburg *et al.* 1992, Hentschel 2008, Scherer *et al.* 2009), xeromorphic, sclerophyllous and microphyllous species, also with some succulents (Waechter 1985, Scherer *et al.* 2009).

A number of studies conducted in SWRF of southern Brazil (Kindel 2002, Hentschel 2008, Santos *et al.* 2012, Martins *et al.* 2013) have shown a considerable floristic richness, especially of the tree community, of these forests (26 to 81 tree species in the cited studies). Nevertheless, knowledge on these forests is still rather scarce, and a more detailed and comparative discussion of the composition, structure and functional characteristics of the South Brazilian SWRF missing so far.

The aim of this study was to evaluate structural floristic patterns of the tree stratum in three SWRF areas in the coastal plain in northern Rio Grande do Sul and southern Santa Catarina. We expected that species richness and diversity would be lower under more stressful site conditions. On the other hand, a greater variation of the hydrological regime and of physical and chemical soil conditions at a site should result in local-scale differences in species composition and structure, increasing species richness and diversity (e.g. Oliveira-Filho *et al.* 1994, Teixeira & Assis 2009, Martins *et al.* 2013).

Material and Methods

Location area

The study was performed in three Swamp *Restinga* Forest (SWRF) areas in the lowland Atlantic Rain Forest region of southern Brazil (IBGE 1992). Study areas are located in Morrinhos do Sul (MDS), RS, and Içara (IÇA) and Balneário Arroio do Silva (BAS), both in SC (Tab. 1). Climate in the region is type Cfa of the Köppen-Geiger classification: humid temperate with hot summers (Peel *et al.* 2007). The geological structure of the coastal plain *Restingas* in Southern Brazil is formed by

Pleistocene and Holocene sediments, with rare outcrops of ancient rocks, such as Triassic sandstone and Jurassic basalt in Torres and Itapeva (Suguio & Tessler 1984, Waechter 1985).

Table 1 - Location of the three areas of Swamp *Restinga* Forest considered in this study and principal geographic, edaphic and climatic characteristics of each forest fragment

Com	Lat (S) and Long (W)	Area (ha) per. (m)	Dist. (km)	Soil type	Soil text.	Alt. \pm sd	AR \pm sd	AT \pm sd (°C)	TMC \pm sd (°C)
MDS	29°18'73"	41	17	Gleissolo	Medium	10.6	1.568	19.3	14.4
	49°55'12"	5,578				\pm 4.5			
IÇA	28°44'01"	166	7.5	Gleissolo	Medium	15.9	1.669	19.5	14.6
	49°13'56"	5,454				\pm 0.9			
BAS	29°02'37"	31	4.6	Organossolo	Medium	7.7	1.745	20.3	14.0
	49°31'67"	2,956				\pm 0.7			

Com: community, MDS: Morrinhos do Sul, RS, BAS: Balneário Arroio do Silva, SC, IÇA: Içara, SC; Lat: latitude; Long: longitude; Per: perimeter; Dist: distance to sea; Text.: texture; Alt.: Mean altitude (m.a.s.l.); sd: standard deviation; AR: Mean annual rainfall (mm/y); AT: Mean annual temperature; TMC: Mean temperature of month coldest. Sources for climatic data: National Institute Meteorology, Torres Station (MDS), Urussanga (IÇA) and Araranguá Station (BAS) (INMET, 2012). The soil classification system followed EMBRAPA (2006), equivalent to Gleysols and Histosols to FAO soil classification (FAO 2006), see in the text.

The three study areas have not suffered clearcutting in the last 50 years. Signs of selective cutting of some individuals of heart of palm (*Euterpe edulis*) were found in MDS. The fragment in MDS is located on edge the Morro do Forno Lake, in the Mampituba River basin, approximately 1 km from the slopes of the Serra Geral. MDS presents a considerable internal topographical variation in the total area, establishing a variety of soil conditions and water saturation area throughout the year. The BAS forest fragment is located at the edge of the Caverá lagoon. Substrate is peat (2.5 to 3.5 m deep) that remains waterlogged at the ground level almost the whole year, with little internal topographic variation (1.3 m). The understory is characterized by the palm *Geonoma schottiana* and the herbaceous layer is dominated by *Nidularium innocentii* (Martins *et al.* 2013). The IÇA fragment has the biggest forest area and the smallest perimeter/area ratio. Land use in the surroundings includes pasture, cultivation of irrigated rice, extraction of clay for pottery and peat extraction in BAS. The three areas currently have drainage ditches at their forest edges (depth of approximately 1 m in MDS and BAS and 1.8 m in IÇA).

Vegetation sampling

In each area, data was collected in 13 plots of 5 m \times 20 m with an approximate distance of 100 m between them and 50 m from the forest edge. We sampled all shrubs and trees with circumference at breast height (CBH) \geq 12 cm (equivalent to DBH \geq 3.81) and height \geq 3 m; this limit was chosen because of the high density of very thin stems in SWRF. Cover value was calculated by sum of relative density and dominance. Classification into families followed APG III (2009) for Magnoliophyta and Smith *et al.* (2006) for Monilophyta. Scientific names follow the Brazilian Flora Checklist (Forzza 2013). Vouchers were deposited in the ICN Herbarium (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil).

Soil sampling and analysis

Three subsamples of soil (0-15 cm in depth) were collected at the same time, pooled to one sample per plot and submitted to analysis of physical and chemical features (following Santos *et al.* 2005). We evaluated the following chemical parameters (see also Tab. 2): pH in water, exchangeable cations (K^+ , Mg^{2+} , Na^+ , Ca^{2+}), extractable aluminum (Al^{3+}), total acidity (H^+ Al^{3+}), P, B, Mn, Fe, Zn, Cu, S, cation exchange capacity (CEC), and total organic carbon (TOC). The analyses were performed at the Laboratory of Soil Analyses at UFRGS, following Tedesco *et al.* (2004). Percentages of sand, silt and clay were determined by the Pipette method (Gee & Bauder 1986). For evaluation of density (mass/volume) and soil moisture, thirteen undisturbed composite soil samples were collected, at sampling dates close together, from each plot by help of volumetric rings of 272 cm³ and extractors. These samples were weighed on a precision scale before and after being processed in the oven at 105°C for 24 hours in order to calculate the water content in the soil (wet weight minus dry weight). Classification into soil orders follows EMBRAPA (2006).

Data analysis

We performed a sampling sufficiency analysis using an individual-based rarefaction curve, with a confidence interval of 95%, according to Colwell *et al.* (2004). The species were grouped according to their distribution: restricted to Atlantic Rain Forest *s.s.*, belonging to the Atlantic Forest formations *s.l.* (Oliveira-Filho & Fontes 2000), or widely distributed (present in two or more biomes sense IBGE 2004), based on Lorenzi (1992), Jarenkow (1994) Sobral *et al.* (2006), list of species of the Cerrado seeds network (2013) and Brazilian Flora Checklist (Forzza 2012). Conservation status of tree species was assessed based on Klein (1990; we used this work because currently no official list exists for SC), IBAMA (1992), Rio Grande do Sul (2003), MMA (2008), IUCN (2013). The phytosociological parameters density, frequency, cover value and dominance (basal area/ha) were calculated for each area. To evaluate differences in structure between areas we used Rényi diversity profile (Tothmeresz 1995) and mean values of height, density and evenness (J'), based on values per plot. Soil variables were compared between areas by randomization testing (Euclidean distance as resemblance measure, 10.000 iterations).

After analysis of the correlation matrix between the total set of soil variables (chemical, physical, and altitude), we used a matrix containing a subset of variables with correlation below 0.7 (B, Mn, sand, silt, humidity, altitude) for a Canonical Correspondence Analysis (CCA) with the matrix of species abundances in the plots. The goal was to determine what proportion of variation in chemical and physical parameters of the soil could explain the pattern of composition and abundance of species. The inertia scores of locations were calculated to evaluate the statistical significance of the model. Independence of the matrices was tested by permutation test with a thousand permutations. Due to

high variation in species composition in MDS, we conducted a Principal Coordinate Analysis (PCoA) separately for this area, with Rho as resemblance measure (Borcard *et al.* 2011).

CCA analyzes were performed with the vegan package (Oksanen *et al.* 2013) on the R platform (version 2.25.3; R Development Core Team 2013), randomization tests with Multiv 2.4.2 (Pillar *et al.* 1997) and all other analyses with PAST 2.15 (Hammer *et al.* 2001). We adopted a significance level of 0.05 for all analyses.

Results

Soil characteristics

The soils of the three communities differed significantly for the majority of variables, in most cases between all three areas. Both MDS and IÇA presented Gleysols. Soils in IÇA, with higher organic matter content, were classified as Melanic Gleysol (equivalent to Gleissolo Melânico, EMBRAPA 2006), and in MDS, as Haplic Gleysol (Gleissolo Háplico, EMBRAPA 2006). Both areas showed similar pattern regarding soil variables, with medium texture and phosphorus, calcium deficiency, low base saturation, high aluminum saturation and topographic variation between plots, the latter being more pronounced on MDS (standard deviation ± 4 m) than IÇA (sd ± 1 m). MDS presented medium organic matter content, CEC, clay activity and phosphorus. IÇA showed high organic matter content and CEC, aluminum and low clay activity. Plots at higher topographic position showed both higher Al and silt values and lower levels of Ca and Mg (Tab. 2).

BAS soils were classified as Haplic Histosols (Organossolos Háplicos, EMBRAPA 2006) and were characterized by medium texture and clay activity, low base saturation and aluminum saturation, but high aluminum concentration, higher concentration of exchangeable bases (K, Ca and Mg), Zn, Mn, B, higher values of organic carbon (TOC), sand, P, Ca, CEC and sodium, extremely acidic pH, five to six times higher soils water content and lowest topographic variation than soils in the other areas (Tab. 2).

Table 2. Soil parameters (μ : mean value, sd: standard deviation) in three Swamp *Restinga* Forest communities. MDS: Morrinhos do Sul (RS); BAS: Balneário Arroio do Silva and IÇA: Içara (both SC). Different letters indicate significant differences between areas, based on randomization testing.

Soil parameters	MDS		IÇA		BAS	
	μ	Sd	μ	Sd	μ	Sd
Sand (g)	381,8 a	87.7	419,6 a	56.3	512,6 b	133.0
Silt (g)	422,8 a	60.9	427,8 a	62.1	271,3 b	127.4
Clay (g)	195,4 a	82.8	152,5 a	22.8	216,1 a	127.8
Density (g/cm ³)	0,9 a	0.2	0,6 b	0.2	0,12 c	0.0
Humidity (g)	89,5 b	27.2	71,9 b	21.8	435,0 a	73.0
pH (H ² O)	4,5 a	0.3	4,2 b	0.1	3,64 c	0.1
SMP	5,4 a	0.6	4,37 b	0.1	3,60 c	0.3
P (mg/dm ³)	5,1 a	0.8	13,1 b	3.3	20,62 c	4.3
K (mg/dm ³)	72,1a	38.9	122,8 b	43.7	147,3 b	32.0
Al cmolc/dm ³	1,6 a	1.2	5,8 b	0.9	0,67 a	0.2

Ca cmolc/dm ³	1,2 a	0.7	1,0 a	0.6	7,18 b	1.5
Mg cmolc/dm ³	0,8 a	0.3	0,8 a	0.4	3,17 b	0.7
Na (mg/dm ³)	15,0 a	3.0	31,5 b	14.5	120,4 c	36.0
Al+H cmolc/dm ³	10,6 a	6.5	28,7 b	4.3	72,81 c	21.7
CTC cmolc/dm ³	12,8 a	6.5	30,8 b	4.3	83,45 c	21.2
% SAT CTC(Bases)	20,6 a	12.1	7,1 b	3.5	13,69 a	4.4
% SAT CTC (Al)	40,3 a	23.3	73,7 b	10.8	5,86 c	1.5
S (mg/dm ³)	18,8 a	8.9	71,3 b	62.0	68,0 b	22.2
Zn (mg/dm ³)	2,0 a	0.7	1,9 a	0.8	3,21 b	0.8
Cu (mg/dm ³)	1,5 a	0.5	0,6 b	0.2	0,12 c	0.0
B (mg/dm ³)	0,4 a	0.2	0,9 b	0.1	0,62 c	0.1
Mn (mg/dm ³)	31,9 a	28.6	8,5 b	7.5	34,0 a	21.8
Fe (g/dm ³)	2,2 a	1.0	0,4 b	0.3	0,95 c	0.5
TOC (% C)	3,5 a	2.2	8,3 b	4.3	39,3 c	2.8

Composition and structure of vegetation

Inspection of the individual-based rarefaction curves showed that the asymptote was reached in BAS and IÇA, whereas the curve for MDS indicated that more species would have been found with an increased sampling effort (Fig. 1). While density of individuals was similar between all three areas, MDS and IÇA differed significantly from BAS regarding mean vegetation height, species density (i.e., richness per plot), Shannon diversity and evenness. Number of species, genera and families in MDS clearly was much higher than in the other areas, with IÇA showing intermediate values (Tab. 3, Fig. 2). Observation of the diversity profiles shows that at $\alpha < 2$, i.e., when using diversity indices with a relatively higher weight on species richness, MDS is the most diversity community. For $\alpha \geq 2$, i.e., with more weight on abundance, IÇA is the most diverse and for $\alpha \geq 3.5$, MDS the least diverse (Fig. 3).

Table 3. Structural parameters from the quantitative surveys of the tree stratum (height ≥ 3 m and CBH ≥ 12 cm) in Swamp *Restinga* Forest communities located in Morrinhos do Sul (MDS), Balneário Arroio do Silva (BAS) and Içara (IÇA). For each column, different letters indicate significant differences. Com.: Community; S: total number of species; Fam.: number of plant families; Gen.: number of genera; Max. height: maximum height (m); Spec. density: species density (richness/plot); Dens. ind.: density of individuals; sd: standard deviation; H': Shannon Diversity Index (nats/ind.); J': Pielou equability.

Com.	S	Fam.	Gen.	Max. Height*	Spec. density \pm sd	Dens. ind./ha	H'	J'
MDS	89	36	65	15.03 ^a	19.6 \pm 4.9 ^a	3.792 \pm 1.107 ^a	2.459 ^a	0.900 ^a
IÇA	39	21	30	15.46 ^a	15.6 \pm 3.6 ^a	3.361 \pm 1.028 ^a	2.492 ^a	0.913 ^a
BAS	24	14	19	13.38 ^b	9.8 \pm 2.6 ^b	3.938 \pm 1.067 ^a	1.773 ^b	0.843 ^b

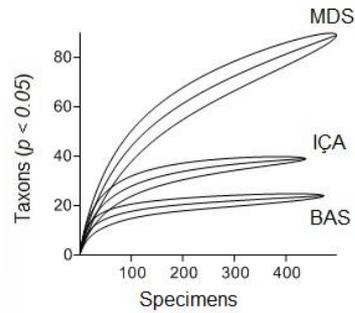


Figure 1. Individual-based rarefaction curves for three Swamp *Restinga* Forest communities in Balneário Arroio do Silva (BAS), Morrinhos do Sul (MDS) e Içara (IÇA). Given are measured values (13 plots per site) and 95% confidence interval.

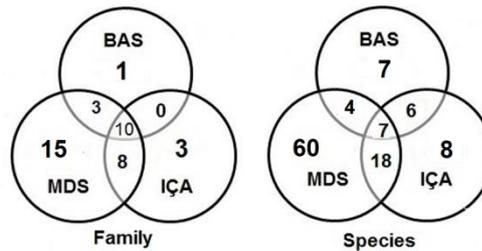


Figure 2. Venn diagram of sampled families and species in Swamp *Restinga* Forest tree communities located in Morrinhos do Sul (MDS), Balneário Arroio do Silva (BAS) and Içara (IÇA).

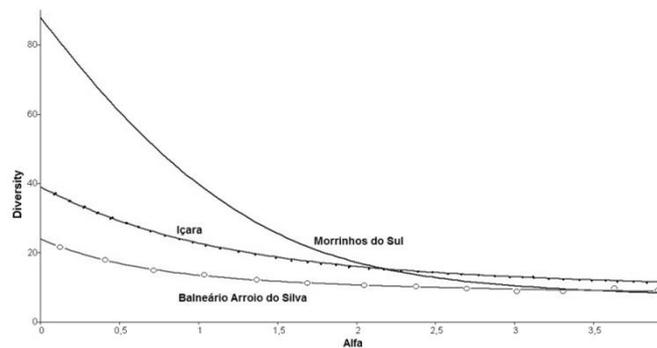


Figure 3. Diversity profile of the tree stratum in Swamp *Restinga* Forest communities located in Morrinhos do Sul (continuous line), Içara (dotted) and Baln. Arroio do Silva (with circle).

Considering the three areas together, we found 110 tree/shrub species that met our inclusion criteria, and only 6.3% (seven) of them occurred in all three communities. 80% of the species found were present in MDS (89 species). BAS presented 21.6% (26) and IÇA, 35% (39) of total species richness (Fig. 2). Sixty-nine species (62% of total) are widely distributed (present in two or more biomes *sensu* IBGE 2004), 31 species (28%) are limited to Atlantic Forest *s.l.* and 11 (10%), are restricted to Atlantic Forest *s.s.* (Tab. 4). Eighteen of the species found are currently considered as threatened or endangered. Of these, 15 are arboreal, one is a heart of palm (*Euterpe edulis*) and two are arborescent monilophytes: *Alsophila setosa* and *Cyathea corcovadensis*. *Ocotea elegans* was registered for the first time in Rio Grande do Sul in our study (Tab. 4).

Table 4. Families and species sampled in a total of 0.39 ha in three Swamp *Restinga* Forests in southern Brazil. Number of individuals and phytosociological parameters are given separately for each of the tree sampling sites Morrinhos do Sul (MDS), Balneário Arroio do Silva (BAS) and Içara (IÇA).

Family / Species	ED	Dist	Ni	AD	AF	ADo	CV	Com
Annonaceae								
<i>Guateria australis</i> A. St.-Hil.	#CE	AF	1	8	8	0.23	0.87	MDS
Apocynaceae								
<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll. Arg.	-	AF*	1	8	8	0.37	1.29	MDS
Aquifoliaceae								
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	-	WD*	1	8	8	0.41	1.41	MDS
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	-	WD	1	8	8	0.06	0.36	MDS
<i>Ilex pseudobuxus</i> Reissek	-	RF	5	38	23	0.29	1.87	IÇA
	-	-	17	131	31	0.55	4.80	BAS
<i>Ilex theezans</i> Mart.	-	WD	1	8	8	0.04	0.34	IÇA
	-	-	1	8	8	0.06	0.36	MDS
Araliaceae								
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	-	WD*	1	8	8	0.03	0.28	MDS
Arecaceae								
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	#EN	WD*	99	762	100	4.06	31.9	MDS
	ç	-	31	238	38	0.99	8.72	BAS
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	-	WD	48	369	77	0.74	11.4	BAS
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	-	WD	9	69	46	3.90	11.6	IÇA
	-	-	6	46	38	1.55	5.74	MDS
	-	-	7	54	46	1.27	4.80	BAS
Asteraceae								
<i>Vernonanthura puberula</i> (Less.) H. Rob	-	AF	1	8	8	0.01	0.23	BAS
Bignoniaceae								
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	#VU	AF*	2	15	15	0.06	0.59	MDS
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sand.) Mattos	-	WD	50	385	100	4.19	21.7	IÇA
	-	-	11	85	38	2.46	9.41	MDS
Burseraceae								
<i>Protium kleinii</i> Cuatrec	-	AF*	1	8	8	0.28	1.02	MDS
Celastraceae								
<i>Maytenus cassineformis</i> Reissek	-	WD	2	15	15	0.07	0.62	IÇA
Chrysobalanaceae								
<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	-	WD*	1	8	8	0.02	0.27	MDS
Clusiaceae								
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	#EN	AF	7	54	31	0.95	3.92	BAS
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	-	WD*	4	31	8	0.10	1.11	MDS
Cunoniaceae								
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl	#VU	RF	13	100	31	0.48	3.83	BAS
	-	-	2	15	8	0.10	0.70	MDS
Cyatheaceae								
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	-	AF*	2	15	8	0.15	0.85	MDS
<i>Cyathea corcovadensis</i> (Radi) Domin	#EN	AF	1	8	8	0.11	0.52	MDS
Elaeocarpaceae								
<i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. ex Benth.	-	WD*	2	15	8	0.09	0.69	IÇA
	-	-	1	8	8	0.08	0.43	MDS
Erythroxylaceae								

Family / Species	ED	Dist	Ni	AD	AF	ADo	CV	Com
<i>Erythroxylum vacciniifolium</i> Mart.	-	WD	3	23	23	0.07	0.86	IÇA
Euphorbiaceae								
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	-	WD*	32	246	69	0.78	8.77	MDS
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	-	WD*	7	54	38	2.67	9.24	MDS
	-	-	5	38	31	0.67	2.80	IÇA
	-	-	12	92	46	0.65	4.11	BAS
<i>Sebastiania argutidens</i> Pax & K. Hoffm.	-	WD	1	8	8	0.0	0.3	MDS
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	-	WD	10	77	38	0.46	3.37	MDS
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	-	WD*	1	8	8	0.54	1.79	MDS
Fabaceae								
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & J.Grimes	-	RF	1	8	8	0.02	0.27	MDS
<i>Inga marginata</i> Willd.	-	WD*	5	38	23	0.20	1.60	MDS
<i>Inga sessilis</i> Mart.	-	WD*	14	108	54	0.56	4.49	MDS
<i>Inga vera</i> Willd.	-	WD	9	69	31	0.30	2.69	MDS
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	-	WD*	4	31	23	0.35	1.83	MDS
Lamiaceae								
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	-	WD	1	8	8	0.02	0.27	MDS
Lauraceae								
<i>Aniba firmula</i> (Nees & C. Mart.) Mez	-	WD	1	8	8	0.05	0.36	MDS
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	-	WD*	1	8	8	0.02	0.25	MDS
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	#EN	WD*	1	8	8	0.04	0.33	MDS
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	-	WD*	1	8	8	0.02	0.25	MDS
<i>Ocotea elegans</i> Mez	-	AF	1	8	8	0.23	0.87	MDS
<i>Ocotea nectandrifolia</i> Mez	-	WD	1	8	8	0.11	0.52	MDS
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	-	-	8	62	46	0.43	2.89	IÇA
	-	WD	67	515	100	12.24	46.2	BAS
<i>Ocotea tristis</i> (Nees & Mart.) Mez	-	-	9	69	38	1.14	4.84	BAS
	-	-	3	23	15	0.14	1.04	IÇA
Magnoliaceae								
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	-	A*	3	23	23	0.44	1.89	MDS
Malpighiaceae								
<i>Byrsonima niedenzuiana</i> Skottsbo.	-	RF*	43	331	77	2.36	14.7	BAS
	-	-	8	62	46	0.59	3.27	IÇA
	#VU	-	6	46	31	0.41	2.41	MDS
Malvaceae								
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	-	WD*	1	8	8	0.01	0.23	MDS
Melastomataceae								
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	-	WD	5	38	31	0.10	1.32	MDS
	-	-	3	23	8	0.04	0.78	IÇA
<i>Miconia latecrenata</i> Naudin	-	AF*	5	38	31	0.13	1.41	MDS
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	-	WD	1	8	8	0.03	0.27	BAS
Meliaceae								
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	-	WD*	1	8	8	0.01	0.25	IÇA
	#VU	-	2	15	15	0.05	0.55	MDS
<i>Cedrella fissilis</i> Vell.	-	WD*	1	8	8	0.20	0.77	MDS
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl.	-	WD*	6	46	38	0.14	1.72	IÇA
	-	-	11	85	54	0.18	2.75	MDS
	-	-	3	23	8	0.10	0.85	BAS

Family / Species	ED	Dist	Ni	AD	AF	ADo	CV	Com
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	-	AF*	1	8	8	0.45	1.53	MDS
Moraceae								
<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	∅R	WD*	2	15	15	0.03	0.49	MDS
<i>Ficus cestrifolia</i> Schott ex Spreng.	-	AF	2	15	15	0.19	0.98	MDS
	-	-	7	54	38	3.51	10.8	BAS
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	-	WD*	1	8	8	0.05	0.36	IÇA
	-	-	1	8	8	0.04	0.31	BAS
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger et al.	-	WD*	4	31	15	0.25	1.55	MDS
Myrtaceae								
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	-	WD	6	46	15	0.17	1.63	BAS
	-	-	2	15	8	0.06	0.61	IÇA
<i>Calyptranthes lucida</i> Mart. ex DC.	-	AF	9	69	31	0.43	3.10	MDS
<i>Calyptranthes rubella</i> (O. Berg) D. Legrand	£R	RF	6	46	38	1.23	4.39	IÇA
<i>Eugenia beaurepaireana</i> (Kiaersk.) D.Legrand	-	WD	1	8	8	0.08	0.45	MDS
<i>Eugenia brevistyla</i> D. Legrand	-	AF	3	23	23	0.25	1.35	MDS
<i>Eugenia handroana</i> D. Legrand	-	AF	9	69	54	0.33	2.87	IÇA
<i>Eugenia multicostata</i> D. Legrand	-	AF*	14	108	46	1.38	6.60	IÇA
	-	-	1	8	8	0.19	0.74	MDS
<i>Eugenia verticillata</i> (Vell.) Angely	-	RF*	1	8	8	0.04	0.32	MDS
<i>Marlierea eugeniopsoides</i> (Kausel & D Legrand) D.Legrand	-	AF	16	123	62	0.57	5.06	IÇA
	-	-	17	131	62	0.29	4.29	MDS
<i>Marlierea excoriata</i> Mart.	-	RF*	4	31	31	1.21	3.88	IÇA
	-	-	9	69	23	0.64	3.69	MDS
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O. Berg	-	AF	5	38	15	0.26	1.77	MDS
<i>Myrcia anacardifolia</i> Gardner	-	AF	1	8	8	0.02	0.25	MDS
<i>Myrcia brasiliensis</i> Kiaersk.	-	RF	25	192	85	3.59	14.5	IÇA
	-	-	5	38	31	0.13	1.39	MDS
<i>Myrcia dichrophylla</i> D. Legrand	-	RF	11	85	38	0.48	3.69	IÇA
	-	-	12	92	38	1.11	5.67	MDS
<i>Myrcia glabra</i> (O. Berg) D. Legrand	-	AF*	40	308	92	5.99	23.9	IÇA
	-	-	6	46	38	1.03	4.22	MDS
<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand	-	AF	1	8	8	0.04	0.32	MDS
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	-	WD	28	215	77	6.01	21.2	IÇA
	-	-	52	400	77	2.16	15.9	BAS
	-	-	5	38	15	0.74	3.19	MDS
<i>Myrcia palustris</i> DC.	-	WD	2	15	15	0.04	0.50	BAS
<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	-	AF*	10	77	46	0.52	3.54	MDS
<i>Myrcia pulchra</i> (O. Berg) Kiaersk.	-	AF	76	585	69	2.59	21.8	BAS
	-	-	2	15	15	0.05	0.58	IÇA
<i>Myrcia tijucensis</i> Kiaersk.	-	AF*	4	31	15	0.16	1.28	MDS
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	-	AF*	14	108	46	2.05	8.84	MDS
<i>Myrciaria plinioides</i> D. Legrand	£R	RF*	1	8	8	0.02	0.25	MDS
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	-	WD	1	8	8	0.02	0.27	IÇA
<i>Neomitranthes cordifolia</i> (D. Legrand) Legr.	£R	RF	11	85	62	0.16	2.91	IÇA
	-	-	5	38	31	0.15	1.44	MDS
<i>Plinia pseudodichasiantha</i> (Kiaersk.) G.M.Barroso ex Sobral	-	AF*	1	8	8	0.32	1.13	MDS
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	-	WD	3	23	23	0.26	1.32	IÇA

Family / Species	ED	Dist	Ni	AD	AF	ADo	CV	Com
	-	-	1	8	8	0.08	0.43	MDS
	-	-	35	269	85	1.37	10.5	BAS
Monimiaceae								
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	-	AF*	13	100	54	0.32	3.57	MDS
Nyctaginaceae								
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	-	WD*	12	92	77	0.82	4.85	MDS
Ochnaceae								
<i>Ouratea salicifolia</i> Engl.	-	AF	19	146	62	1.05	6.94	IÇA
Oleaceae								
<i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P.S. Green	#CE	RF*	9	69	54	0.39	3.01	IÇA
	-		3	23	15	0.32	1.55	MDS
Peraceae								
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	-	WD	2	15	15	0.48	1.80	MDS
Podocarpaceae								
<i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch ex Endl.	#EN	WD	1	8	8	0.06	0.39	MDS
Primulaceae								
<i>Myrsine coriacea</i> R.Br.	-	WD	1	8	8	0.03	0.28	BAS
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	-	WD*	7	54	38	1.57	5.46	IÇA
	-	-	9	69	38	0.38	2.93	MDS
	-	-	26	200	38	2.71	12.4	BAS
<i>Myrsine hermogenesii</i> (Jung-Mend. & Bernacci) Freitas & Kin.-Gouv.	-	RF*	5	38	23	0.20	1.59	MDS
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.		WD*	4	31	15	0.23	1.49	MDS
Rubiaceae								
<i>Bathysa australis</i> (A. St.-Hil.) Hook. f. ex K. Schum.	#EN	RF*	1	8	8	0.06	0.39	MDS
<i>Faramea montevidensis</i> D.C.	-	WD*	61	469	85	1.01	16.4	IÇA
	-	-	12	92	38	0.31	3.34	MDS
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	-	WD*	20	154	62	0.38	5.52	IÇA
	-	-	3	23	23	0.05	0.77	MDS
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	-	RF*	3	23	15	0.06	0.78	MDS
Rutaceae								
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	-	WD*	11	85	62	0.21	2.84	MDS
Sabiaceae								
<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	-	WD*	1	8	8	0.03	0.28	MDS
Salicaceae								
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	-	WD*	1	8	8	0.06	0.38	IÇA
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	-	WD*	1	8	8	0.29	0.95	IÇA
	-	-	2	15	15	0.12	0.77	MDS
Sapindaceae								
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	-	WD	1	8	8	0.07	0.40	MDS
<i>Matayba intermedia</i> Radlk.	-	AF*	6	46	31	1.52	5.67	MDS
	-	-	17	131	92	1.05	6.47	IÇA
Sapotaceae								
<i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.	∅R	RF*	1	8	8	0.05	0.35	MDS
<i>Pouteria beaurepairei</i> (Glaz. & Raunk.) Baehni	#EN	WD	19	146	69	2.66	10.9	IÇA
Symplocaceae								
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	-	WD	1	8	8	0.01	0.25	MDS
Thymelaeaceae								
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	-	WD*	13	100	69	0.29	3.48	MDS

Family / Species	ED	Dist	Ni	AD	AF	ADo	CV	Com
	-	-	4	31	23	0.13	1.25	IÇA
Urticaceae								
<i>Boehmeria macrophylla</i> Hornem.	-	WD	1	8	8	0.03	0.28	BAS
<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.	-	AF	1	8	8	0.19	0.74	MDS
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	-	WD	7	54	31	1.01	4.09	BAS
<i>Coussapoa microcarpa</i> Trécul.	-	WD*	6	46	38	0.92	3.92	MDS
Família indefinida								
Árvore morta em pé	-	-	39	300	92	1.84	12.6	BAS
	-	-	25	192	85	2.2	15.4	IÇA
	-	-	15	115	70	3.1	11.3	MDS

Information on endangerment status: VU = vulnerable; EN = endangered; CE = Critically Endangered; R = rare. Sources: ∅ - IUCN 2013; † - MMA 2008; # - Rio Grande do Sul 2003; † - IBAMA 1992; £ - Klein 1990.

The highest trees were recorded in MDS (up to 20 m): *S. romanzoffiana*, *M. ovata* and *H. umbellatus*. Typical understory species in other studies, as *G. schottiana* (BAS), *M. schottiana* and *C. corcovadensis* (MDS) made part of what we consider the tree stratum in this study (height ≥ 3 m), due to the generally low vegetation height. *O. pulchella* and *F. cestrifolia* had the largest heights values in BAS. In IÇA, *P. cattleianum*, *S. romanzoffiana* and *C. sylvestris* had the highest individuals.

In MDS, 21 families (58% of families) were represented by a single species (24% of species). Myrtaceae (23%), Lauraceae (7%), Euphorbiaceae (5%) and Fabaceae (5%) were the richest. In IÇA, Myrtaceae (S=14) represented 36% of species, five families were represented by two species (5%) each and fifteen (38%), by only one species (6%). In BAS, four families were represented by two species (18%) and eight were represented by only single species (33%, Tab. 4).

In MDS and BAS, one single species, *E. edulis* and *O. pulchella*, respectively, had both highest frequency (100%) and relative cover (16.1 and 24.6%). In IÇA, *H. umbellatus* was the most frequent (100%) and *M. glabra* had highest relative cover (9.9%). In BAS, two species of the Lauraceae totalized 27.2% in cover, exceeding Myrtaceae with five species (cover = 26.9%) and Arecaceae with three species (10.7%, Tab. 4).

In the MDS community, 42% (38) of the species were represented by only one individual and a high number of species showed low density of individuals, with the exception of *E. edulis*. In terms of cover, 12 species were necessary to achieve 50% of the total cover. The five species with the highest relative cover were *E. edulis* (16.1%), *M. floribunda*, *A. concolor* (4.5% each), *H. umbellatus* (4.4%) and *G. opposita* (3.4%). In the PCoA calculated only for MDS, plots were clearly separated into two groups: four plots on a higher topographic position and thus better drained, and one group consisting of the other seven plots (Fig. 4). Some species (*A. edwallii*, *A. firmula*, *S. calva*, *N. membranacea*, *R. jasminoides*, *C. fissilis*, *C. canjerana*, *B. glaziovii*, *T. lepidota*, *M. plinioides*, *C. sylvestris*, *P. kleinii*, *H. hebeclada*, *C. inornatum*, *O. arborea*, *B. australis*, *E. multicostata* and *G. gardneriana*) were found only in these higher areas, had very low frequency and abundance. Others species were found in plots

where the water table is near the surface over time: *I. sessilis*, *J. puberula*, *M. ovata*, *A. concolor*, *H. umbellatus*, *M. eugeniopsoides*, *F. cestrifolia* and *M. excoriata*.

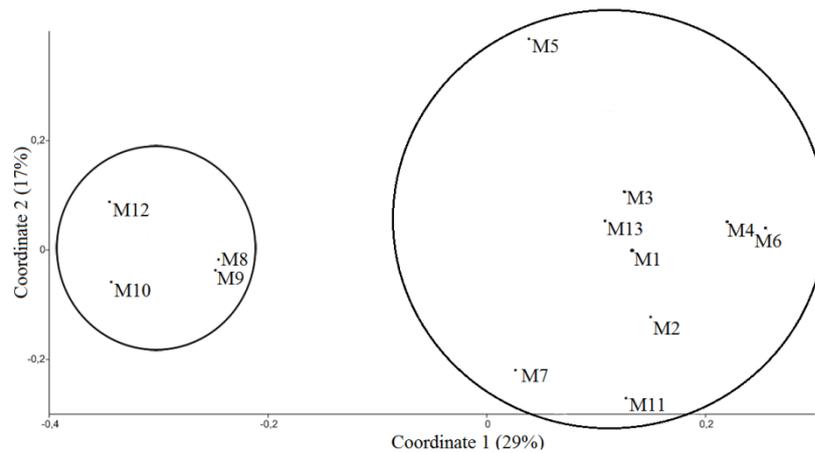


Figure 4. Ordination diagram (PCoA) of the tree stratum in the Swamp *Restinga* Forest in Morrinhos do Sul, RS. The circles indicate the two groups of plots, with the smaller group on the left side of the graph representing sites with drier conditions, due to slightly higher altitude. Species names have been omitted to increase readability.

In IÇA, seven species were necessary to achieve 50% of total cover: *M. brasiliensis* (18.9%), *M. glabra* (9.9%), *H. umbellatus* (9.4%), *F. montevidensis* (8.6%), *M. multiflora* (6.6%), *P. beaurepaireana* (5.1%) and *S. romanzoffiana* (4.9%). Myrtaceae (44.9%), Rubiaceae (10.5%) and Bignoniaceae (9.5%) together displayed 65% of cover (Tab. 4).

In BAS, we found lower species richness, evenness and vegetation height than in the other areas (Fig. 2 and 3). Five species accounted for nearly 53% of cover: *O. pulchella* (24.6%), *M. pulchra* (11.7%), *M. multiflora* (8.5%), *B. niedenzuiana* (7.9%) and *M. lorentziana* (6.6%, Tab. 4).

Relationship between soil and vegetation

The CCA, calculated for vegetation and soil data of all three areas, explained 31.5% of the total variation ($p = 0.005$). The communities clearly were separated along the first two axes of the diagram. Plots of BAS on the right side of the figure were characterized by high values of humidity and sand, while MDS and IÇA, on the left, by high silt content. MDS and IÇA were separated along the second axis. Altitude was not significant (Fig. 5).

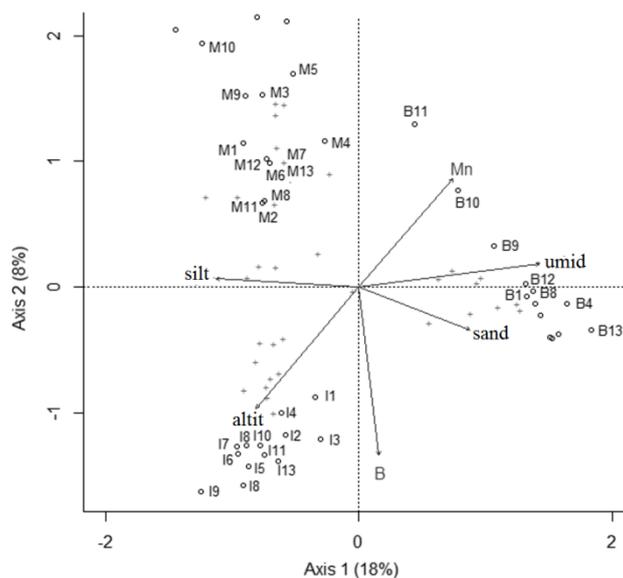


Figure 5. Canonical Correspondence Analysis of selected soil parameters (manganese, silt, sand, humidity, boron and altitude) and the most abundant tree species (abundances > 10 ind.: 36 spp.) in Morrinhos do Sul (M), Balneário Arroio do Silva (B) and Içara (I). Species names (+) have been omitted to increase readability.

Discussion

We compared three communities of Swamp *Restinga* Forest (SWRF) in terms of structure and composition in relation to soil factors. The studied communities differed considerably, both in terms of floristic composition and regarding abundance and diversity parameters. Floristic similarity between the three areas was very low, with only seven (6.3%) species shared. This likely is result of specific characteristics of the three communities, both related to variation of environmental conditions, such as much more restrictive conditions in BAS, as well as geographic factors, such as the proximity to slope forests in MDS, where the microtopographic variation allows for establishment of trees from these forests. The number of species found in the two areas on Gleysol was high compared to data from other SWRF in South and Southeastern Brazil (Silva *et al.* 2007), and a high percentage of species had very low frequency values on the local scale. At BAS, the area with Histosols, richness, diversity and evenness were the lowest of all three areas. Jacomine (2000) asserts that swamp forests can occur under varying soil conditions, mostly in function of the moisture conditions. Floristic conditions, however, vary not only in consequence of the gradient of depth of the water table, but, as shown by Rodrigues & Nave (2000), in consequence of a number of factors: On the one hand, floristic and structural heterogeneity depends on the spatial heterogeneity of the physical characteristics of the environment. On the other hand, factors such as conservation status of the remnants and the composition of the surrounding vegetation matrix influence the arrival of propagules and thus plant establishment. Both the environmental heterogeneity and the relations to other forests appear to be key factors in explaining the differences unfolded in this study (see also Oliveira-Filho *et al.* 1994 and Silva *et al.* 2007). Overall, even though we only compared three communities situated relatively

closely to each other, our results demonstrate that the SWRF in southern Brazil is a forest formation with high floristic heterogeneity, far from uniform.

The community in MDS had the highest total species number, associated with greater variation in substrate conditions, mainly topographic variation and hence variation in hydromorphic features. Differences in species composition between lower and higher sites become clear when inspecting the ordination diagram of this site (Fig. 4). The close relationship between soil properties and microtopographic variation on the one hand and the association of tree species to very specific soil conditions, even over short gradients or environmental gradients at a small scale on the other hand has been widely demonstrated (e.g. Johnston 1992, Clark *et al.* 1999, Poulsen *et al.* 2006), also for *Restinga* areas in southeastern Brazil (Scarano 2002). Curcio (2006), studying soil and vegetation on the Iguaçú river floodplain, likewise found higher species richness at localities with greater variation in soil permeability and in greater proximity to slope forests - the same is evident in MDS. The proximity to slope forests of the Atlantic Forest (SAF) is the second factor explaining the higher richness in MDS. Slope forests likely are the origin of a large part of the *Restinga* flora and act as a source for diaspores of more mesophyllic and hydrophilic species in these communities (Araújo & Lacerda 1987, Mantovani 2003). From 89 species sampled in the MDS community in our study, 57 had been found by Jarenkow (1994) and Molz (2011) in studies of SAF in relatively close proximity to our study site. Of those species found in the highest plots in our study, only *A. edwallii* and *A. firmula* had not been sampled in the SAF studied by the authors cited above.

In the IÇA community, the deeper drainage ditches likely affected environmental conditions and floristic composition, leading to greater floristic, structural and edaphic similarity with MDS than with BAS. However, despite the fact that soils in IÇA in general were more fertile than in MDS, due to higher organic matter and K content, total species richness was not as high as in MDS. Lugo *et al.* (1988), in their review of wetland forests in the southeastern United States, concluded that differences in soil fertility do not seem to limit the establishment or the distribution of species in swamp forests, in contrast to humidity. According to Lugo *et al.*, these species can grow well both on rich alluvial soils or nutrient-poor sites (e.g. siliceous sands or peatlands). The same seems to be true in our study.

The community in BAS represented a more extreme condition of SWRF, with lower richness and height than the other two communities. This can be attributed to more stressful environmental conditions, such as the high water content in the soil, likely longer periods of flooding of the soil (hypoxia / anoxia) and, possibly, the influence of salinity (higher sodium content). The Histosols present in BAS community are identified by a histic horizon that consists predominantly of organic material, containing 80g/kg or more of organic carbon (C-org), resulting from accumulations of plant litter on the surface. This results in high superficial organic matter content and can contribute to CEC of soil as a whole and for retaining interchangeable cations, especially in soils with low clay content (White 2009), as observed in the Table 2. Lugo *et al.* (1988) showed that stress resulting from salinity

can reduce the number of tree species and low soil aeration can lead to a reduction in the diameter of the stems. According to Marques *et al.* (2003) and Oliveira & Joly (2010), conditions of frequent or nearly constant flooding exert a strong selective role, as few tree species can survive under conditions of frequent water saturation, which explains the lower species richness. Some species occurred only in this community, such as *C. criuva*, *C. pachystachya*, *B. macrophylla*, *G. schottiana*, *M. sellowiana*, *M. palustris*, *M. coriacea* and *V. puberula*. Of these, however, only *G. schottiana* (48 individuals) and *C. criuva* (7) were more abundant. The first is an understory palm, very abundant in primary forests and also in forests of quaternary coastal plains and semi-swampy situations (Reitz 1974) from Piauí to the south of Rio Grande do Sul (Sobral *et al.* 2006).

The species that can be considered more resistant to water saturation and medium salinity due higher density – even though not restricted to BAS – were *M. pulchra* and *O. pulchella*, standing out in density and cover of all species. *M. pulchra* occurs in Cerrado forests (Ratter *et al.* 2003), in the *Campos rupestres* (Rosa 2009) and Atlantic Forest *s.s.* (Sobral *et al.* 2006). *O. pulchella* likely is a widely distributed specie, in riparian forests of the Cerrado and Atlantic Forest biomes and is a species without clear preferences regarding soil conditions (Forzza 2012, Unicruz 2013). In the IÇA community, the most important species in terms of density and cover were *M. glabra*, *M. brasiliensis* and *H. umbellatus*. *M. glabra* is a selective hygrophylite, exclusive of Brazilian SAF, where it has a wide range from São Paulo state to RS (Sobral *et al.* 2006, Forzza 2012). *M. brasiliensis* occurs over a broad altitudinal range in the Atlantic Forest *s.l.* *H. umbellatus* is present in lowland broadleaf forest of the Paraná Basin and in the Cerrado biome, and is considered a characteristic species of areas totally or partially soaked (Reitz 1974a, Lorenzi 1992, Sobral *et al.* 2006). *E. edulis*, a mesophyllic or slightly hygrophyllic species (Reitz 1974), widely distributed in the Atlantic Forest, and *A. concolor*, likewise distributed in all Brazilian biomes (Reitz 1988, Forzza 2012) deserve to be highlighted due to their great importance in MDS. Altogether, this brief description of the distribution ranges of the most dominant species in the three communities shows the dominance of species with rather wide distributions, in all studied forest fragments. Many are species that occur under tropical conditions and find the limit of their distribution in our study region.

Our results agree with those of Menezes *et al.* (2010), who stated that no specific tree flora exists for the swamp forests of southern and southeastern Brazil, in consequence of the recent geological history of the coastal region. According to these authors, changes in floristic patterns between communities in this region occur both in function of proximity of propagules sources of species with high tolerance to waterlogging, as discussed for our study sites above, and, additionally, due to the phytogeographical limitation of the these species in consequence of climatic constraints in the subtropical regions.

The great contribution of Myrtaceae and Lauraceae species in the communities richness is consistent with several studies in *Restinga* communities (e.g. Scarano 2002, Kindel 2002, Hentschel

2008) and indicates that these families contain many species tolerant to restrictive edaphic conditions. Rambo (1951) had pointed out that the region of Torres constitutes the southern distribution limit of many tropical species and some families (see also Jarenkow 1994). An evidence of this is the occurrence of the Lauraceae *Ocotea elegans* in MDS, which was recorded for the first time in RS in our study. The family Fabaceae, with high species richness and individuals in different neotropical forest formations (Leitão-Filho 1987, Koponen *et al.* 2004, Toledo *et al.* 2011), showed high species richness in our study when we consider the generally lower importance of the family in forests in RS (Santos *et al.* 2012).

In the literature, when it comes to *Restinga* vegetation, often only Sandy *Restinga* Forests (SARF) are considered, communities on sandy and nutrient-poor soils with poor water retention that feature a relatively low tree species richness. Comparing the data that Scherer *et al.* (2009) obtained at 15 SARF sites to our study, only 30 species (27% of our total species number) were found to be in common between SARF and SWRF, 26 species occurred only in SARF and 85 only in SWRF. These differences between the two types of *Restinga* are currently not reflected in environmental legislation, e.g. in CONAMA Resolution 441 (2011), which might lead to insufficient representation of one of the vegetation types in protected areas or concerning other conservation issues.

Concluding, we showed that structural floristic pattern of the tree stratum in three SWRF areas (lowlands coastal plain) in northern RS and southern SC differ considerably, from forest on extreme conditions regarding waterlogging (BAS) with low species richness to areas that already can be considered to be in a transitional situation to slope forests of the Atlantic Forest with high species richness (MDS). Both hydrological variation and proximity to slope forests appear as important factors defining the species composition of these communities. Even though frequency of many species is very low, mostly generalist species with broad distribution ranges contribute to the maintenance of regional tree diversity in SWRF in southern Brazil. This diversity of site conditions and, consequently, local differences in community composition and structure need to be considered when it comes to the preservation of SWRF in conservation units, just as the presence of many endangered plant species (Harris & Pimm 2004, Waechter 1985).

Acknowledgements

We thank Florestal SA, Santos Guglielmi farm and the forests owners in Pixirica, Morrinhos do Sul for allowing us to conduct research in their areas. We appreciate the help of colleagues at UFRGS in field work, species identification, discussion and comments: Jorge L. Waechter, João A. Jarenkow, Márcio Verdi, Martin Molz, Anita Stival dos Santos, Gabriel E. F. da Silva, Marcelo Pedron, Jaqueline Durigon, Pedro P. Nitschke, Daniel Dutra and Sandra C. Müller. Special thanks go to Marcos E.G. Sobral (UFSJ), Lucia Sevegnani (FURB), Rafael Martins, San Zatta Custodio, Vanilde Citadini-Zanette (UNESC), João Augusto da Silva (INCRA) and Alberto I. Vasconcelos Junior and Jesse Fink

(Department of Soil Sciences at UFRGS) for valuable help. The first author received a PhD scholarship from CAPES.

References

- 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.
- Araújo, D.S.D. & Lacerda, L.D. 1987. A natureza da *Restinga*. **Ciência Hoje** **6** (33): 42-48.
- 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** (3): 301-315.
- Borcard, D.; Gillet, F. & Legendre, P. 2011. **Numerical Ecology with R**. Springer, New York.
- Clark, D.B.; Palmer, M.W. & Clark, D.A. 1999. Edaphic factors and the landscape-scale distribution of tropical rain forest trees. **Ecology** **80**: 2662-2675.
- CONAMA. Resolução n° 441, de 30 de dezembro de 2011. **Lista de espécies indicadoras dos estágios sucessionais de vegetação de Restinga para o Estado do Rio Grande do Sul**, Publicada no DOU n° 2, 03 de janeiro de 2012.
- Curcio, G. 2006. **Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguazu, Paraná**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.
- Dillenburg, L.R.; Waechter, J.L. & Porto, M.L. 1992. Species composition and structure of a sandy coastal plain forest in a Northern Rio Grande do Sul, Brasil. Pp. 349-366. In: Seeliger, U. (Ed.) **Coastal Plant Communities of Latin America**. San Diego, Academic Press.
- EMBRAPA. 2006. CNPS - Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro.
- Forzza, R. 2012. **Lista de Espécies da Flora Do Brasil**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>> Acessado 23 jun. 2012.
- Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais & Instituto Socioambiental. 2010. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do Domínio da Mata Atlântica no período de 2008-2010**. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo.
- Gee, G.W. & Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis. Pp. 383-411. In: Klute, A. (ed.). **Methods of Soil Analysis**, Part 1. Physical and Mineralogical Methods. American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, 2nd ed., Madison, WI.
- Gomes, J.B.V. 1995. **Caracterização, gênese e uso de solos de três sítios de Restinga sob diferentes coberturas vegetais no Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- 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.
- Harris, G.M. & Pimm, S.L. 2004. Bird species' tolerance of secondary forest habitats and its effects on extinction. **Conservation Biology** **18**: 1607-1616.

- Hentschel, R.L. 2008. **Gradiente vegetacional, variáveis ambientais e restauração na Restinga da praia do Ouvidor, Garopaba, Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- IBAMA. Portaria nº 37-N, de 3 de abril de 1992. **Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção**.
- IBGE. 1992. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro.
- IBGE. 2004. **Mapa de Biomas do Brasil: primeira aproximação**. Rio de Janeiro.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2012. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br> Acessado em 28 out. 2012.
- IUCN – International Union for Conservation of Nature. 2013. **Red List**. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/amazing-species>. Acessado em 12 jan. 2013.
- Jacomine, P.K.T. Solos sob matas ciliares. In: R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho (eds). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2000.
- Jarenkow, J.A. 1994. **Estudo fitossociológico comparativo entre duas áreas com mata de encosta no Rio Grande do Sul**. 1994. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos,
- Johnston, M.H. 1992. Soil-vegetation relationships in a Tabonuco forest community in the Luquillo Mountains of Puerto Rico, **Journal of Tropical Ecology** **8**:253-263.
- Kindel, A. 2002. **Diversidade e estratégias de dispersão de plantas vasculares da floresta paludosa do Faxinal, Torres, RS**. Tese (Doutorado em Botânica). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Klein, R.M. 1990. **Espécies raras ou ameaçadas de extinção do estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Koponen, P.; Nygren, P.; Sabatier, D.; Rousteau, A. & Saur, E. 2004. Tree species diversity and forest structure in relation to microtopography in a tropical freshwater swamp forest in French Guiana. **Plant Ecology** **173**: 17–32.
- Leitão-Filho, H.F. 1987. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. **IPEF** **35**: 41-46.
- Lorenzi, H. 1992. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo.
- Lugo, A.E.; Brown, S. & Brinson, M.M. 1988. Forested wetlands in freshwater and salt-water environments. **Limnology and Oceanography** **33**(4, part. 2): 894-909.
- Mantovani, W. 2003. A degradação dos biomas brasileiros. In: Ribeiro, W.C. (Org.). **Patrimônio Ambiental Brasileiro**. USPiana: Brasil 500 anos. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.
- Marques, M.C.M.; Silva, S.M. & Salino, A. 2003. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **17**(4): 495-506.

- Marques, M.C.M., Swaine, M.D. & Liebsch, D. 2011. Diversity distribution and floristic differentiation of the coastal lowland vegetation: implications for the conservation of the Brazilian Atlantic Forest. **Biodiversity Conservation** **20**: 153–168.
- Martins, R.; Jarenkow, J.A.; Giehl, E.L.H.; Citadini-Zanette, V. & Santos, R. 2013. Estrutura de uma floresta brejosa em substrato turfoso, sul de Santa Catarina, Brasil. **Revista Árvore** **37**(2): 299-309.
- Menezes, L.F.T.; Araujo, D.S.D & Nettesheim, F.C. 2010. Estrutura comunitária e amplitude ecológica do componente lenhoso de uma floresta de *Restinga* mal drenada no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasílica** **24**(3): 825-839.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2008. Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. **Espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**, Anexo I.
- Molz, M. 2011. **Comunidades arbóreas ao longo de um gradiente altitudinal na Floresta Atlântica sul-brasileira**. Tese (Doutorado em Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- Oksanen, J.; Blanchet, F.G.; Lindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.R.; O’hara, R.B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Stevens, M.H.H. & Wagner, H. **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.0-7.
- Oliveira, V.C. & Joly, C.A. 2010. Flooding tolerance of *Callophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae): morphological, physiological and growth responses. **Trees** **24**: 185-193.
- Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forest in Southeastern Brazil, and the influence of climate. **Biotropica** **32** (4b): 793-810.
- Oliveira-Filho, A.T.; Vilela, E.A.; Carvalho, D.A. & Gavilanes, M.L. 1994. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **10**: 483-508.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydro Earth System Science Discuss** **4**: 439-473.
- Pillar, V.D. 1997. Multivariate exploratory analysis and randomization testing with MULTIV. **Coenoses** **12**: 145-148.
- Poulsen, A.D.; Tuomisto, H. & Balslev, H. 2006. Edaphic and florist variation within a 1 ha plot of lowland Amazonian Rain Forest. **Biotropica** **38**(4): 468-478.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013.
- Rambo, B. 1951. A imigração da selva higrófila no Rio Grande do Sul. Anais Bot. **Herbário Barbosa Rodrigues** **3**: 51-91.
- Ratter, J.A.; Bridgewater, S. & Ribeiro, J.F. 2003. Analyzis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: comparison of the wood vegetation of 376 areas. **Edinburg Journal of Botany** **60**: 57-109.
- Cerrado seeds network**. Lista de espécies do Cerrado. Disponível em: <<http://www.rededesementesdocerrado.com.br/>> Acessado em 10 jan. 2013.
- Reitz, R. 1974. **Flora Ilustrada Catarinense: Palmeiras**. Herbário Barbosa Rodrigues.
- Reitz, R. 1974a. **Flora Ilustrada Catarinense: Bignoniáceas**. N.Y. Sandwith e D.R. Hunt (org.). Herbário Barbosa Rodrigues.

- Reitz, R. 1988. **Flora Ilustrada Catarinense**: Euforbiáceas. Lyman B. Smith, Robert Jacks Downs, Roberto Miguel Klein (org.). Herbário Barbosa Rodrigues.
- Ribeiro, M.C.; Metzger, J.P.; Martesen, A.C.; Ponzoni, F.J. & Hirota, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** **142**: 1141–1153.
- Rio Grande do Sul. 2003. **Decreto Estadual n° 42.099**, Lista final das espécies da Flora ameaçadas - RS, publicado em 1/01/2003.
- Rodrigues, R.R. & Nave, A.G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho (eds). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2000.
- Rosa, P.O. 2009. **O Gênero *Myrcia* D.C.(Myrtaceae) nos campos rupestres de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais), Universidade Federal de Uberlândia, MG.
- 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**(6): 1047-1059,
- Santos, R.D.; Lemos, R.C.; Santos, H.G.; Ker, J.C. & Anjos, L.H.C. 2005. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ª ed., SBCS, Viçosa.
- Scarano, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany** **90**: 517–524.
- Scherer, A.; Maraschin-Silva, F. & Baptista, L.R.M. 2009. Estrutura do componente arbóreo em remanescentes florestais nas *Restingas* sul brasileiras. **Revista Brasileira de Biociências** **7**(4): 354-363.
- Silva, A.C.; Van Den Berg, E.; Higuchi, P. & Oliveira-Filho, A.T. 2007. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **30**: 257-269.
- Silva, S.M. 1999. Diagnóstico das *Restingas* no Brasil. Pp. 1-30. In: **Avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha**. Fundação Bio Rio, Porto Seguro. Disponível em: <<http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/Restinga/>> Acessado em 10 mar. 2013.
- Sobral, M.; Jarenkow, J. A.; Brack, P.; Irgang, B.; Larocca, J. & Rodrigues, R.S. 2006. **Flora arbórea e arborecente do Rio Grande do Sul**, Brasil. São Carlos, RiMA/Novo Ambiente.
- Suguio, K. & Tessler, M.G. 1984. Planícies de cordões litorâneos do Brasil: origem e nomenclatura. Pp.195-216. In: L.D. Lacerda *et al.* (Orgs.). **Restingas**: origem estruturas e processos. CEUFF, Niterói.
- Tedesco, M.; Gianello, C.; Anghinoni, I.; Bissani, C.A.; Camargo, F.A.O. & Wiethölter, S. 2004. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 10ª ed., Porto Alegre.
- Teixeira, A.P., Assis, M.A., 2009. Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no município de Cristais Paulistas, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **23**, 843-853.
- Toledo, M.; Poorte, L.; Peña-Claros, M.; Alarcón, A.; Balcázar, J.; Chuvina, J.; Leño, C.; Licona, J.C.; Steege, H. Ter & Bongers, F. 2011. Patterns and determinants of floristic variation across lowland forests of Bolivia. **Biotropica** **43**(4): 405-413.

- Tothmeresz, B. 1995. Comparison of different methods for diversity ordering. **Journal Vegetation Science** **6**: 283-290.
- Unicruz. 2013. **Descrição de Espécies Florestais** – CEPPA: Centro de Educação, Pesquisa e Preservação Ambiental. Disponível em: <http://www.unicruz.edu.br/floristica/descricao.php> Acessado em 29 jun. 2013.
- Waechter, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de *Restinga* no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Botânica** **33**: 49-68.
- White, R.E. **Princípios e práticas da ciência do solo**: o solo como um recurso natural. 2009. Trad. da 4ª ed., Blackwell Publishibg Oxford, Inglaterra, Org. Andrei Ed. Ltda, São Paulo.
-

Capítulo 2

EFEITOS DO SOLO E DA LUMINOSIDADE NA ESTRUTURA DO COMPONENTE HERBÁCEO-TERRÍCOLA DA FLORESTA PALUDOSA DA RESTINGA NO SUL DO BRASIL

EFEITOS DO SOLO E DA LUMINOSIDADE NA ESTRUTURA DO COMPONENTE HERBÁCEO-TERRÍCOLA DA FLORESTA PALUDOSA DA RESTINGA NO SUL DO BRASIL

Luciana Carla Mancino^{1,3,5}, Gerhard Ernst Overbeck^{1,2,3}, Vanilde Citadini-Zanette⁴, Luís Rios de Moura Baptista^{2,3}

¹ Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

² Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Laboratório de Fitoecologia e Fitogeografia

⁴ Curadora do Herbário Criciúma (CRI), Universidade do Extremo Sul de Santa Catarina, SC, Brasil.

⁵ Este trabalho é parte da tese de doutorado da primeira autora. Autora para correspondência: luciamancino@gmail.com.

RESUMO

Fatores edáficos e luminosidade afetam a estrutura do componente herbáceo-terrácola, ajudam na compreensão da dinâmica florestal e permitem avaliar o estado de conservação do sub-bosque. Este estudo teve como objetivo avaliar a estrutura das espécies herbáceas terrícolas - EHT e sua correlação com a luminosidade, fertilidade edáfica, microtopografia e a cobertura de palmeiras. A amostragem foi realizada em 13 parcelas de 5 m² em cada uma de três áreas de Floresta Paludosa da Restinga no Sul do Brasil. Encontramos 41 EHT em 20 famílias. A riqueza e a cobertura média foram significativamente diferentes entre as áreas, como também a variação do regime de luz, cobertura de palmeiras e alguns parâmetros do solo. A riqueza específica foi maior nos Gleissolos. Monilófitas se destacaram em riqueza e monocotiledôneas em cobertura. Bromeliaceae, Marantaceae e Polypodiaceae tiveram mais da metade da cobertura. A análise de correspondência canônica indicou que a fertilidade do solo é importante para a estrutura das EHT, explicando 31% da variação na cobertura. As EHT apresentaram correlação significativa com a luz, carbono orgânico total, capacidade de troca catiônica e fósforo. Concluímos que a estrutura das EHT das Florestas Paludosas da Restinga na região Sul difere de outras formações e as análises indicaram que a luz e a fertilidade do solo, são importantes para a cobertura dessas espécies, contribuindo para a separação de grupos de EHT, em termos de preferência de habitat e para a manutenção da biodiversidade nesta fisionomia.

Palavras-chave: estrutura, riqueza, sub-bosque, floresta subtropical, correlação.

Effects of soil and luminosity in the structure of ground herbaceous componente of Swamp Restinga Forest of southern Brasil

ABSTRACT

Edaphic factors and luminosity affect the structure of herbaceous species and help to understand the forest dynamic and access the conservation status at understory plants. This study aimed to evaluate the structure of terricolous-herbaceous component - THC and its correlation to luminosity, edaphic fertility, microtopography and palm cover. Sampling was conducted on 13 plots of 5 m² in each one of three areas Swamp Restinga Forest (SWRF) in Southern Brazil. We found 41 herbs and 20 families. Mean richness and cover of herbs were significantly different between areas, as also the change in light regime, palm cover and various soil parameters. Richness was greater on Gleysols. Monilophytes have excelled in species richness and monocots, in cover. Canonical correspondence analysis suggested that soil fertility parameters are important in structuring of the THC, explaining 31% of total variation. THC cover correlated significantly with light, total organic carbon, capacity exchange of cation and phosphorus. We concluded that the structure of THC of SWRF along Southern region differs of others formations of Restinga and analyzes indicated that light and soil fertility are important to cover these species, contributing for the separation of groups of this species in terms to habitat preference and the maintenance of biodiversity in this physiognomy.

Key words: structure, richness, understory, subtropical forest, correlation.

Introdução

Em florestas tropicais das terras baixas, uma exuberante vegetação herbácea é frequentemente encontrada em aberturas naturais e artificiais do dossel e ao longo de estradas e rios onde os níveis de radiação são altos, mas no interior da floresta madura, ervas ocorrem principalmente como escassos indivíduos ou quase ausentes (Richards, 1996). As ervas terrícolas geralmente estão submetidas à intensa competição com plântulas de árvores, trepadeiras e epífitas caídas, porém podem influenciar grandemente a regeneração de espécies lenhosas (Richards, 1996). Variações desse componente nas florestas tropicais têm sido atribuídas aos gradientes ambientais, como umidade e fertilidade do solo, topografia e outros fatores que variam espacial e temporalmente (e.g. microclima especialmente à luz, Tuomisto et al., 2003; Lima e Gandolfi, 2009; Uriarte et al., 2010; Citadini-Zanette et al., 2011). As espécies herbáceas terrícolas (EHT) ainda têm recebido pouca atenção nos estudos realizados em florestas brasileiras. Apenas nas últimas décadas, este grupo de plantas passou a ser incluído nos estudos florísticos conduzidos na Mata Atlântica (Citadini-Zanette e Baptista, 1989; Lima e Gandolfi, 2009, Citadini-Zanette et al., 2011). Ainda que participe pouco na produtividade florestal, esse componente contribui para os processos ecossistêmicos e para a biodiversidade local (Gentry e Dodson, 1987; George e Bazzaz, 1999), sustentando muitos animais frugívoros/herbívoros (e.g. aves,

roedores, morcegos), dependentes das frutas e folhas do sub-bosque (Gentry e Emmons, 1987) e que interagem como dispersores e polinizadores.

A proporção de monilófitas, monocotiledôneas e dicotiledôneas das EHT das florestas tropicais e subtropicais pode variar de acordo com os fatores ambientais locais, tais como luminosidade ao nível do solo (Gentry e Emmons, 1987; Poulsen e Balslev, 1991) e o grau de impacto humano ou distúrbio (Paciência e Prado, 2005), que proporciona maior entrada da luz e reduz a competição. A luz é um fator determinante para os processos fisiológicos das plantas, principalmente para as comunidades em ambientes mais sombreados, como as florestas.

É muito pouco conhecida a importância dos fatores ambientais para o estabelecimento de plantas na maioria das comunidades ecológicas (Uriarte et al., 2010). As respostas dos indivíduos quanto à sua capacidade de capturar e usar a luz têm sido o foco em vários estudos (Friend et al., 1993; Pacala et al., 1996). Sob o denso dossel das florestas tropicais, a intensidade de sombra experimentada perto da superfície do solo depende do número de estratos da floresta, densidade, altura e composição de espécies que condiciona a folhagem, os quais influenciam a absorvância e de refletância de luz pelo dossel (Percy, 2007). Siebel e Bouwma (1998) verificaram que o sombreamento acima de 5-10% reduziu a cobertura de ervas altas em planícies e permitiu o estabelecimento de espécies mais baixas. A presença de palmeiras (Denslow et al., 1991) e monilófitas (George e Bazzaz, 1999) podem resultar em efeitos específicos na intensidade de luz do sub-bosque, e esses podem influenciar os padrões de recrutamento. Denslow et al. (1991) sugeriram que palmeiras de folha larga, agem como um filtro afetando negativamente a distribuição e abundância de plântulas. Espécies que toleram ambientes mais iluminados, como as clareiras, geralmente têm estratégias adaptativas independentes das características microclimáticas do ambiente, estão geralmente presentes em uma grande extensão geográfica e prosperam em lugares alterados (Chapin, 1980). Por outro lado, alguns grupos de espécies estão mais bem adaptados à baixa intensidade de luz que outros, como as monocotiledôneas, devido ao seu baixo investimento em matéria seca (Valladares et al., 2002).

Na região da planície costeira no Sul do Brasil, as Florestas Paludosas da Restinga (FPR) ocorrem em solos brejosos arenosos ou turfosos e apresentam considerável variação florístico-estrutural em relação à latitude, microtopografia e drenagem (Mancino et al., submetido). Estas FPR podem apresentar diferentes gradientes de distribuição vertical da luz em diferentes escalas espaciais, devido à estrutura florestal que varia como um mosaico (Velooso e Klein, 1963; Martins et al., 2013).

Baseado nos dados de três áreas de FPR no Sul do Brasil, este estudo tem como objetivo determinar a composição florística e a diversidade do componente herbáceo-terrácola (CHT) e verificar se o sombreamento, a fertilidade do solo, a microtopografia e a cobertura de palmeiras influenciam a estrutura dessas comunidades. São hipóteses deste trabalho: H1: Nas manchas florestais mais sombreadas há menor cobertura das EHT, especificamente das monocotiledôneas. H2: A variação na microtopografia, gerando variadas condições de drenagem e maior disponibilidade de hábitat para as

ervas, deve aumentar a riqueza de EHT. H3: Nas parcelas com maior fertilidade do solo deve ser encontrada maior cobertura e/ou riqueza de EHT. H4: A cobertura das palmeiras, que frequentemente dominam as FPR no Sul do Brasil, diminui o nível de luz ao nível do solo, reduzindo a cobertura das EHT.

Material e Métodos

Local de estudo

O presente trabalho foi efetuado em três áreas da Floresta Paludosa da Restinga, na região da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (FODTB) no Sul do Brasil (Içara e Balneário Arroio do Silva, em Santa Catarina e Morrinhos do Sul, no Rio Grande do Sul, Tab.1). O clima na região é Cfa (temperado úmido com verões quentes e sem estação seca definida) de acordo com a classificação atualizada de Köppen-Geiger (Peel et al., 2007). A estrutura geológica da Restinga no Sul do Brasil é formada por sedimentos do Pleistoceno e Holoceno (Waechter, 1985).

Tabela 1. Principais características físicas e climáticas das três áreas de estudo localizadas em fragmentos de Floresta Paludosa da Restinga no Sul do Brasil.

Com	Lat (S) Long (W)	Area (ha) per. (m)	Dist. (km)	Tipo de solo	Tex. solo	Alt. ± dp	PMA ± dp	TA± dp(°C)	TMF± dp(°C)
IÇA	28°44'01"	166	7,5	Gleissolos	Média	15,9	1.669	19,5±	14,6
	49°13'56"	5,454		Melânicos					
BAS	29°02'37"	31	4,6	Organosso-	Média	7,7	1.745	20,3 ±	14,0
	49°31'67"	2,955		los Háplicos					
MDS	29°18'73"	41	17	Gleissolos	Média	10,6	1.568	19,3±	14,4
	49°55'12"	5,577		Háplicos					

Com: comunidade, MDS: Morrinhos do Sul – RS, BAS: Balneário Arroio do Silva – SC, IÇA: Içara – SC. Lat: latitude, Long: longitude, per: perímetro, Dist.:distância do oceano, Text.: textura do solo, Alt.: altitude média (m.a.n.m.), dp: desvio-padrão, PMA: precipitação média anual (mm/ano), TA: temperatura média do ar, TMF: temperatura média do mês mais frio. Base de dados climáticos: Instituto Nacional de Meteorologia, Estação de Torres (MDS), Urussanga (IÇA) e Araranguá (BAS) (INMET, 2012). A classificação do solo seguiu o sistema proposto pela Embrapa (1999), equivalente a Gleysols e Histosols no sistema de classificação da FAO (2006).

As três áreas atualmente apresentam valas de drenagem em suas bordas (aproximadamente 1 m em MDS e BAS e 1,8 m em IÇA). As áreas do entorno são caracterizadas por pastagens, silvicultura, cultivo de arroz irrigado e extração de argila.

Amostragem da vegetação

Para este estudo foi considerado como espécies herbáceas terrícola (EHT) as plantas vasculares mecanicamente independentes (monilófitas e angiospermas), com até 1 m de altura, enraizadas no solo e que completam seu ciclo de vida nesta condição (Gilliam & Roberts, 2003), exceto as epífitas caídas, trepadeiras e plântulas de outros componentes da vegetação. Em cada área foram demarcadas 13 parcelas 5 m², em cinco subparcelas contíguas de 1 m², com distância mínima de 30 m da borda da floresta e 100 m entre parcelas. O levantamento foi realizado no período de outubro de 2011 a março de 2012, usando-se a escala de Causton (Causton, 1988) para estimar a cobertura. As famílias seguiram o sistema de classificação de APG III (2009), para Magnoliophyta e de Smith et al. (2006),

para Monilophyta. Os nomes científicos seguiram a Lista de Espécies da Flora do Brasil (Forzza, 2014). Exsicatas foram depositadas no herbário ICN (Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil).

Amostragem das variáveis ambientais

Fotografias hemisféricas digitais foram feitas a 1,2 m acima do solo no ponto central de cada parcela de 5 m² para determinar as condições de luz, sendo analisadas com o programa Gap Light Analyzer v. 2 para produzir estimativas da transmissão da luz (Frazer et al., 1999).

Três subamostras de solo (0-15 cm de profundidade) foram coletadas em cada parcela e misturadas para compor uma única amostra homogeneizada. Essas amostras foram submetidas às análises químicas no Laboratório de Análise de Solos da UFRGS, utilizando procedimento padrão (Tedesco et al., 1995). Nós selecionamos sete parâmetros de solo recomendados por Medina (2007) para medir a fertilidade do solo (K, P, carbono orgânico total-COT, saturação por base, capacidade de troca catiônica-CTC, argila e soma de bases). Para a análise do tamanho das partículas seguiu-se o método da Pipeta (Gee e Bauder, 1986). IÇA apresentou Gleissolo Melânico, em MDS preponderou Gleissolo Háptico, e em BAS, Organossolos, com alto teor de carbono orgânico, água e Na (Mancino et al., submetido).

A cobertura de palmeiras foi obtida pela soma da cobertura de todas as espécies de palmeiras em cada parcela. IÇA apresentou *Geonoma schottiana* e *Syagrus romanzoffiana*, BAS apresentou *G. schottiana*, *S. romanzoffiana* e *Euterpe edulis* e MDS, *G. schottiana*, *G. pohliana*, *E. edulis* e *Bactris setosa*.

Análise dos dados

A suficiência amostral foi avaliada por meio da curva de rarefação individual de acordo com Colwell et al. (2004). As três áreas foram analisadas pela composição de espécies, a riqueza total e por família, frequência, percentagem de cobertura, cobertura relativa, diversidade (série de Rényi, Tothmeresz, 1995) e equabilidade (J' de Pielou). Diferenças na riqueza, equabilidade e cobertura entre áreas foram determinadas pelo Teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney pareado.

Realizamos análise de correlação de Spearman para analisar a relação entre a cobertura total das espécies e os fatores ambientais, com dados da luminosidade (grau de abertura do dossel), cobertura de palmeiras (%), sete parâmetros de fertilidade do solo (P, CTC, COT, K, saturação de bases, argila e soma de bases). Esta análise também foi realizada para os grupos de espécies (monilófitas, monocotiledôneas e dicotiledôneas). Apenas os fatores com correlação significativa (> 0,4) foram discutidos: K, COT, cobertura de palmeiras e luz. Utilizamos esses fatores transformados em logaritmo e uma matriz das espécies de cobertura média $\geq 10\%$ para fazer uma Análise de Correspondência Canônica (CCA, ter Braak, 1987). Uma parcela da área de BAS foi retirada das análises devido à ausência de EHT.

A CCA foi realizada com o pacote vegan (Oksanen et al., 2013) na plataforma R (R Development Core Team, 2013) 2.15.3. Todas as outras análises foram realizadas no PAST v. 2.15 (Hammer et al., 2001). A margem estatística considerada significativa foi 95%.

Resultados

Composição e diversidade do componente herbáceo-terrácola

Nas três comunidades foram encontradas 41 EHT (20 monilófitas e 21 angiospermas: nove dicotiledôneas e 12 monocotiledôneas) pertencentes a 20 famílias (Tab. 2, Tab. 3). A curva de rarefação com base nos indivíduos mostrou clara estabilização em IÇA e BAS, mas em MDS mais espécies poderiam ter sido encontradas se o tamanho da amostra fosse aumentado (Fig. 1). Em média, 1,5 espécies de ervas foram encontradas por m² e 4,1 espécies a cada 5 m². A média de espécies por parcela não mostrou nenhuma diferença significativa entre as áreas.

As três comunidades mostraram fortes diferenças na composição, compartilhando apenas 12% das espécies (*Piper mikanianum*, *Ossaea amygdaloides*, *Pleurostachis gaudichaudii*, *Peperomia pereskiiifolia* e *Nidularium innocentii*) e 30% do total de famílias (Bromeliaceae, Cyperaceae, Melastomataceae, Orchidaceae, Piperaceae e Polypodiaceae, Tab. 3). Polypodiaceae, Piperaceae e Dryopteridaceae foram as famílias mais ricas. Metade das famílias foi representada por apenas uma espécie.

Entre MDS e BAS uma única espécie foi compartilhada, entre as outras, apenas duas espécies. MDS apresentou 19 espécies exclusivas, BAS, oito e IÇA, quatro. As monocotiledôneas detiveram 58% da cobertura total, e entre estas, *N. innocentii* foi a espécie mais abundante (mais de 50% da cobertura total). As monilófitas tiveram 32% de cobertura e as dicotiledôneas, 9%. Apenas quatro espécies ocorreram em mais que 50% das parcelas (*P. mikanianum*, *N. innocentii*, *Lindsaea quadrangularis* e *Serpocaulon catharinae*) e 22 espécies tiveram muito baixa frequência (Tab. 3). A cobertura total não apresentou diferença estatística entre MDS e IÇA. Houve domínio de monocotiledôneas em MDS e BAS, e de dicotiledôneas em IÇA (Tab. 2). Devido às peculiaridades florísticas, apresentamos os principais resultados de composição, riqueza e diversidade para cada área separadamente (Tab. 3).

MDS apresentou 27 espécies (seis dicotiledôneas, 10 monocotiledôneas e 11 monilófitas) e 16 famílias, com mais alta cobertura de Bromeliaceae (25%), Marantaceae (16%) e Polypodiaceae (15%). Destacaram-se Piperaceae e Dryopteridaceae, com quatro espécies cada. *N. innocentii* se destacou em cobertura e frequência, *Calathea monophylla*, *Heliconia farinosa*, *Polybotrya cylindrica* e *Piper solmsianum* (Tab. 3).

Foram encontradas em BAS 16 espécies (cinco dicotiledôneas, quatro monocotiledôneas e sete monilófitas) pertencentes à 11 famílias. Bromeliaceae (*N. innocentii* 85%) e Polypodiaceae (5%) se destacaram em cobertura, enquanto Piperaceae, Polypodiaceae e Melastomataceae, em riqueza. *N.*

innocentii e *Oplismenus hirtellus* tiveram as mais altas frequências. Uma parcela desta comunidade não apresentou nenhuma espécie herbácea terrícola (Tab. 3).

IÇA apresentou 12 espécies (três dicotiledôneas, cinco monocotiledôneas e quatro monilófitas) e 11 famílias. *P. mikanianum* (29,7%), *Campyloneurum repens* (20,8%), *Peperomia pereskiifolia* (13%) tiveram mais alto valor de cobertura. Logo, Piperaceae e Polypodiaceae, com duas espécies cada, apresentaram elevados valores de cobertura (43% e 25% respectivamente), mostrando alta dominância de poucas espécies (Tab. 2 e 3).

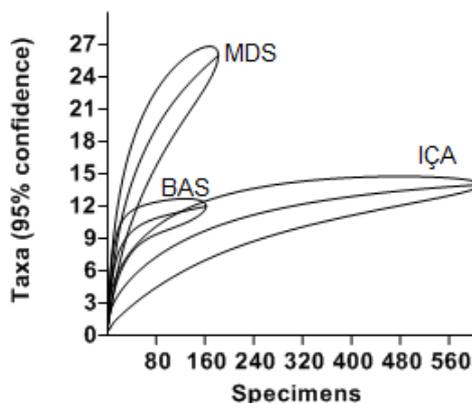


Figura 1. Curva de rarefação baseada em indivíduos do componente herbáceo-terrícola em três áreas de Floresta Paludosa da Restinga em Morrinhos do Sul – RS (MDS), Balneário Arroio do Silva (BAS) e Içara – SC (IÇA), Brasil.

Os perfis de diversidade mostraram que MDS teve a mais alta riqueza de espécies e IÇA, a mais baixa. Para $\alpha = 1$ (equivalente ao índice de Shannon), MDS permanece a mais diversa e IÇA em segundo. Para $\alpha \geq 2$ (maior peso para as espécies dominantes), IÇA é a mais diversa e BAS, a menos diversa (Fig. 2). A equabilidade de Pielou (J') foi significativamente mais alta em MDS e IÇA que BAS, que foi extremamente baixa (Tab. 2).

Tabela 2. Principais características do componente herbáceo-terrícola, cobertura (2.1) e variáveis ambientais (cobertura de palmeiras, luz e fertilidade do solo, 2.2) em três áreas de Floresta Paludosa da Restinga do Sul do Brasil.

2.1	S	Fam.	Classe			J'	Cobertura (%)				
			M	D	F		M	D	F	TC/A	AC/A
MDS	27	16	10	6	11	0.777 ^a	57.5 ± 4.5 ^b	8 ± 0.01 ^a	3.5 ± 2.6 ^b	33.3 ± 2.7 ^b	16.3 ± 11 ^b
BAS	16	11	4	5	7	0.250 ^b	88 ± 5.0 ^b	4 ± 0.3 ^a	16 ± 2.2 ^a	36 ± 2.6 ^a	47.6 ± 31 ^a
IÇA	13	11	5	4	4	0.781 ^a	6.9 ± 0.4 ^c	53 ± 3.4 ^b	40.4 ± 2.8 ^a	33.3 ± 2.2 ^b	18.2 ± 10 ^b
Total	41	20	12	9	20	-	-	-	-	34.2 ± 2.5	27.4 ± 25

2.2	Luz (%)	Cob. Palmeiras (%)	Fertilidade do solo						
			K	COT	V%	CTC	Argila	P	SB
MDS	5.8 ± 1.7 ^b	11.1 ± 9.6 ^a	72.1 ± 39 ^a	3.5 ± 2.2 ^a	20.6 ± 2.1 ^a	12.8 ± 6.5 ^a	195.4 ± 61 ^a	5.1 ± 0.8 ^a	73.9 ± 37 ^a

BAS	12.6 ± 5 ^a	6.2 ± 8.2 ^a	43.7 ± 147 ^b	39 ± 2.8 ^b	13.7 ± 4.4 ^a	83.4 ± 21 ^b	152.5 ± 127 ^b	20.6 ± 4.3 ^b	158.2 ± 31 ^b
IÇA	9.6 ± 1.2 ^c	2.7 ± 1.9 ^b	122.8 ± 43 ^c	8.3 ± 4.3 ^c	7.1 ± 3.5 ^b	30.8 ± 4.3 ^c	216.1 ± 62 ^a	13.1 ± 3.3 ^c	124.5 ± 42 ^b

BAS: Balneário Arroio do Silva, MDS: Morrinhos do Sul, IÇA: Içara. S: riqueza total, Fam: Família, M: monocotiledôneas, D: dicotiledôneas, F: monilófitas, J': equabilidade de Pielou, TC/A: percentagem de cobertura total por área, AC/A: percentagem de cobertura média por área, luz: percentagem de abertura do dossel. Cob. Palmeiras: percentagem de cobertura das palmeiras, Fertilidade do Solo: K: potássio (mg/dm³), COT: percentagem de carbono orgânico total, v%: percentagem de saturação por base, CTC: capacidade de troca catiônica (cmolc/dm³), Argila: percentagem de argila, P: fósforo (mg/dm³), SB: soma de bases (K+Ca+Mg). Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as comunidades (p < 0,05).

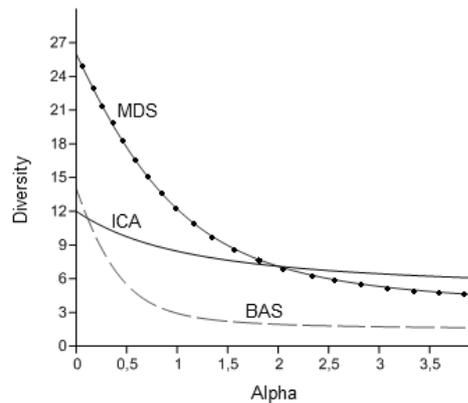


Figura 2. Perfis de diversidade do componente herbáceo-terrácola em três áreas de Floresta Paludosa da Restinga localizadas em Morrinhos do Sul – RS (MDS), Balneário Arroio do Silva (BAS) e Içara – SC (IÇA), Brasil.

Tabela 3. Espécies herbáceas terrícolas encontradas em três Florestas Paludosas da Restinga em Morrinhos do Sul – RS (MDS), Balneário Arroio do Silva (BAS) e Içara – SC (IÇA), Brasil.

Família	Espécies	Código	MDS		BAS		IÇA	
			%C	F	%C	F	%C	F
Monilófitas								
Aspleniaceae	<i>Asplenium serra</i> Langsd. And Fisch. *	ASERR	-	-	0.6	1	-	-
	<i>Asplenium kunzeanum</i> Klotzsch ex Rosenst.	AKUNZ	0.5	2	-	-	-	-
Blechnaceae	<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	BBRAS	-	-	3.9	5	-	-
	<i>Blechnum binervatum</i> (Poir.) C.V.Morton and Lellinger	BBINE	3.1	3	-	-	-	-
Dennstaedtiaceae	<i>Lindsaea quadrangularis</i> Raddi	LQUAD	4.7	3	-	-	9.7	8
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum flaccidum</i> (Fée) T.Moore	EFLAC	-	-	0.6	1	-	-
	<i>Lastreopsis amplissima</i> (C.Presl) Tindale	LAMPL	0.5	1	-	-	-	-
	<i>Olfersia cervina</i> (L.) Kunze	OCERV	1.8	1	-	-	-	-
	<i>Ctenitis submarginalis</i> (Langsd. and Fisch.) Ching	CSUBM	0.5	1	-	-	-	-
Lomariopsidaceae	<i>Bolbitis serratifolia</i> Schott	BSERR	-	-	0.7	1	-	-
	<i>Lomariopsis marginata</i> (Schrad.) Kuhn	LMARG	1.8	1	-	-	-	-
Lygodiaceae	<i>Lygodium volubile</i> Sw.*	LVOLU	-	-	-	-	4.0	4
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C.Presl	CNITI	0.4	2	-	-	-	-
	<i>Campyloneurum repens</i> (Aubl.) C.Presl*	CREPE	-	-	-	-	21	2
	<i>Pecluma singeri</i> (de la Sota) M.G.Price	PSING	-	-	0.5	1	-	-
	<i>Polybotrya cylindrica</i> Kaulf. *	PCYLI	7.8	4	-	-	-	-
	<i>Polypodium chnoophorum</i> Kunze*	PCNOP	3.9	2	-	-	-	-
	<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. and Fisch.) A.R.Sm.	SCATA	-	-	1.0	2	-	-
Schizaeaceae	<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	APHYL	4.3	5	-	-	-	-
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> (Amauropelta (Kunze) A.R. Sm.) sp.	THELY	-	-	0.5	2	-	-
Monocotiledôneas								

Família	Espécies	Código	MDS		BAS		IÇA	
			%C	F	%C	F	%C	F
Araceae	<i>Philodendron appendiculatum</i> Nadrusz and Mayo *	PAPPE	-	-	-	-	0.4	1
Bromeliaceae	<i>Nidularium innocentii</i> Lem. *	NINOC	25.	8	85	8	3.4	6
Cyperaceae	<i>Pleurostachys gaudichaudii</i> Brongn.	PGAUD	1.8	1	0.4	4	2.2	4
Heliconiaceae	<i>Heliconia farinosa</i> Raddi	HFARI	9.0	2	-	-	-	-
Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i> L.	MARUN	2.3	2	-	-	-	-
	<i>Calathea monophylla</i> (Vell.) Koernicke	CMONO	14	4	-	-	-	-
Orchidaceae	<i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl	PSTAC	-	-	2.0	1	0.8	1
	<i>Psilochilus modestus</i> Barb.Rodr.	PMODE	2.1	3	-	-	-	-
	<i>Cyclopogon polyaden</i> (Vell.) F.S.Rocha and Waechter	CPOLY	1.8	1	-	-	-	-
Poaceae	<i>Olyra humilis</i> Nees	OHUMI	0.5	1	-	-	0.8	4
	<i>Olyra latifolia</i> L.	OLATI	0.5	1	-	-	-	-
	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P.Beauv.	OHIRT	0.5	1	0.5	6	-	-
Dicotiledôneas								
Acanthaceae	<i>Stenandrium tenellum</i> Nees	STENE	0.5	1	-	-	-	-
Melastomataceae	<i>Ossaea amygdaloides</i> Triana	OAMYG	0.1	1	0.5	2	6.9	3
	<i>Ossaea sanguinea</i> Cogn.	OSANG	-	-	0.1	2	-	-
Piperaceae	<i>Peperomia pereskiiifolia</i> (Jacq.) Kunth*	PPERE	0.5	1	2.1	4	13	4
	<i>Peperomia urocarpa</i> Fisch. and C.A.Mey.	PUROC	-	-	0.1	1	-	-
	<i>Piper mikanianum</i> (Kunth) Steudel	PMIKA	0.1	1	0.5	2	29	10
	<i>Piper solmsianum</i> C.DC.	PSOLM	5.2	5	-	-	-	-
	<i>Piper subcinereum</i> C.DC.	PSUBC	1.6	2	-	-	-	-
Rubiaceae	<i>Coccocypselum condalia</i> Pers.	CCOND	-	-	-	-	3.8	1

Código: usado nas análises estatísticas. Com.: comunidade. %C: percentagem de cobertura em cada local. F: frequência.* terrícola facultativa.

Influência dos fatores ambientais

A disponibilidade de luz (abertura do dossel) diferiu entre áreas ($p < 0,001$). BAS mostrou mais alta luminosidade média e grande variação entre parcelas. IÇA apresentou valores intermediários e MDS, o mais alto sombreamento.

Não detectamos influência estatisticamente significativa dos fatores ambientais analisados em relação aos grupos de espécies, microtopografia, cobertura de palmeiras ou riqueza.

A cobertura média das EHT apresentou correlação fraca mas positiva (coeficiente de correlação 0,32 e 0,4) com a luz, K, carbono orgânico total (COT) e CTC. A cobertura total também foi fracamente correlacionada à luz (coeficiente de correlação: 0,38).

A CCA calculada com as espécies dominantes (cobertura > 10%) e quatro variáveis ambientais das três áreas, explicaram 21% da variação total ($p = 0,001$) e separaram as comunidades ao longo dos primeiros dois eixos do diagrama. O primeiro eixo explicou a maior parte da variação na cobertura (11%) e foi associado com COT ($p < 0,001$). O segundo eixo explicou 5% e foi relacionado com K ($p < 0,01$). As parcelas de BAS no canto inferior direito da figura foram separadas das outras por altos valores de COT e luz. IÇA, no canto inferior esquerdo e MDS, em cima, foram separadas pelo K e secundariamente pela cobertura de palmeiras, embora esta última não fosse significativa (Fig. 3).

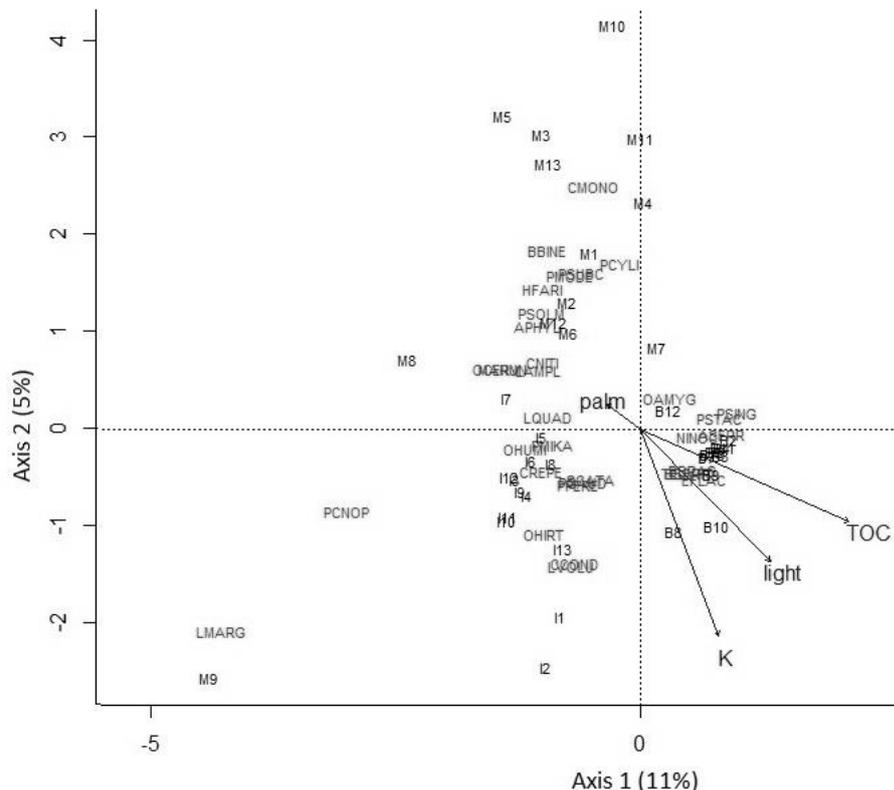


Figura 3. Diagrama da análise de correspondência canônica das espécies herbáceas terrícolas dominantes (total cobertura $\geq 10\%$) e parâmetros de fertilidade do solo (K e carbono orgânico total - TOC), cobertura de palmeiras e disponibilidade de luz em três Florestas Paludosas da Restinga localizadas em Morrinhos do Sul, no Rio Grande do Sul (M), Içara (I) e Balneário Arroio do Silva (B), em Santa Catarina. A primeira letra das espécies referem-se ao gênero e as outras letras ao epíteto específico.

Discussão

A riqueza de EHT nas três áreas de estudo foi similar às encontradas em outros estudos realizados em FPR no Sul do Brasil (e.g. Citadini-Zanette, 1984: 27 espécies; Dorneles e Negrelle, 1999: 17; Kindel, 2002: 24; Záchia e Waechter, 2011: 16). Müller e Waechter (2001) encontraram 47 espécies de ervas (49% monocotiledôneas) em uma floresta estacional em Viamão. Fuhro et al. (2005), realizaram levantamentos florísticos na floresta de encosta, na Reserva Biológica do Lami, em Porto Alegre, encontrando 57 EHT. Jurinitz e Baptista (2007) encontraram 12 monocotiledôneas florestais terrícolas em solo bem drenado e sete em solo paludoso e mostraram diferenças deste componente entre os dois ambientes.

A riqueza encontrada em MDS pode ser considerada alta (27) para esta fisionomia. Esta elevada riqueza provavelmente está relacionada à situação transicional desta área de FPR com áreas mais drenadas da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas. Quanto à idade do substrato, florestas mais próximas da costa têm habitats mais recentes, enquanto florestas mais distantes são mais antigas e com maiores variações microtopográficas e nos microsítios de luz (Nicotra et al., 1999), onde pode ser encontrada maior diversidade de espécies (Teixeira e Assis, 2009), como em MDS. Áreas ecotonais entre a Restinga e a Floresta Ombrófila Densa apresentam mais alta estabilidade, estrutura

geológica mais antiga e condições ambientais menos extremas que as florestas paludosas próximas da costa (Ross 1990). A proximidade com outras florestas facilita a entrada de espécies e propicia alta diversidade de espécies tropicais (Citadini-Zanette, 1984; Waechter, 1990; Dorneles e Negrelle, 1999).

Monilófitas tendem a ser mais especializadas com relação às condições ambientais do local do que outros grupos de plantas e por isso, podem ser melhores indicadoras de impacto ambiental e/ou condições de solo (Tuomisto e Poulsen, 1996). Paciência e Prado (2005) encontraram *Lygodium volubile* como indicadora de distúrbio e *Lomariopsis marginata*, de áreas menos perturbadas, sugerindo que a comunidade de IÇA tenha sofrido maior impacto humano que MDS. O distanciamento da comunidade de IÇA em relação a outras comunidades florestais, a falta de conexão com outras formações florestais, o constante fluxo das áreas do entorno (indústrias, rodovias e habitações) e a maior profundidade dos canais de drenagem (drenagem artificial) dão aparência de ambiente mais seco dentre todos e são responsáveis pela baixa riqueza de herbáceas terrícolas.

A constante inundação do substrato (aflorescimento do lençol freático) nas florestas paludosas em solo turfoso tornam-as um ambiente mais seletivo e estável, limitando o número de espécies nestas comunidades, onde poucas espécies podem prosperar. A riqueza encontrada em BAS pode ser explicada pelas condições mais extremas de inundação, salinidade e mais alta iluminação que os outros locais, possibilitando o estabelecimento e reprodução de poucas espécies que toleram essas condições, como mostrado por Scarano (2006). Segundo ele, as espécies características desses habitats enfrentam maior exposição à influência marinha (pH ácido e alto conteúdo de água e sal no solo) e utilizam estratégias de tolerância do estresse. Por outro lado, as espécies que conseguem se estabelecer, são favorecidas pela maior iluminação, teor de nutrientes do solo e umidade e podem atingir maiores valores de cobertura, como *N. innocentii*.

O padrão de distribuição das herbáceas responde primariamente às características do solo e sua diversidade de habitats (bem e mal drenados), a distribuição dos nutrientes do solo e a competição/facilitação com outras espécies, como encontradas em várias florestas paludosas (e.g. Scarano et al., 1997; Teixeira e Assis, 2009). Nas condições estressantes de BAS, o padrão de equabilidade encontrado reflete a vantagem competitiva de algumas espécies dentre as poucas aptas à colonização. O agrupamento de certas espécies (e.g. *N. innocentii* e a palmeira *Geonoma schottiana* Mart.) diminui a equabilidade em certas unidades amostrais demonstrando que o adensamento dessas espécies pode efetivamente diminuir a presença de outras e mostrar vantagem competitiva. Apesar de não encontrarmos efeito estatisticamente significativo da cobertura de palmeiras na CCA ou análise de correlação, as espécies citadas dominaram o sub-bosque em BAS (Mancino et al., submetido), *N. innocentii* pode atuar como facilitadora para o estabelecimento de muitas outras espécies (Reitz, 1983; Müller e Marcondes, 2007), especialmente para espécies arbóreas e, por outro lado pode dar sombreamento parcial ideal para as ervas, como demonstrado por Scarano (2006).

A maioria das famílias está representada por apenas uma espécie, característica peculiar do sub-bosque na maioria das florestas Neotropicais (Richards, 1996; Dorneles e Negrelle, 1999). A alta diversidade de habitats e a especialização aos habitats inundáveis (Lieberman et al., 1985; Silva et al., 2012) explica a baixa frequência tanto para espécies quanto para famílias. Além disso, é provável que a baixa frequência esteja ligada a baixa mobilidade das populações de ervas em paisagens de habitats fragmentados e falhas ao colonizar habitats recentemente criados devido a dificuldades com dispersão, tamanho da planta, tamanho da semente ou interação com agentes dispersores (Matlack e Monde, 2004).

Composição de espécies

Considerando toda a área do nosso estudo, 41 espécies e 20 famílias foram registradas. A composição de espécies variou bastante entre as três áreas, encontrando grande variação florístico-estrutural, como observado em outros estudos (e.g. Citadini-Zanette, 1984; Palma et al., 2008). Estes últimos, estudando a estrutura florística das herbáceas terrícolas em uma floresta de encosta estacional no Rio Grande do Sul mostraram que a presença de grandes rochas, a posição geográfica e a pouca luz provavelmente contribuíram para a baixa cobertura e diversidade encontradas. Dentre esses fatores, apenas a luz se aplica ao padrão encontrado no nosso estudo. O estudo pioneiro de Citadini-Zanetti (1984) abordou aspectos taxonômicos, com ilustrações, características fenológicas e de distribuição das espécies mostrando grupos de espécies preferenciais de solos bem e mal drenados, confirmando a presença de espécies com especificidades de habitat. Como naquele estudo, nós podemos citar como exemplo de espécies preferenciais de áreas mais encharcadas das FPR: *Pecluma singeri*, *Bolbitis serratifolia*, *Elaphoglossum flaccidum*, *Asplenium serra* e *Ossaea sanguinea* e como preferenciais de áreas de bordas, um pouco mais drenadas em IÇA: *Coccocypselum condalia*, *Lygodium volubile*, *Campyloneurum repens*, em MDS: *Philodendron appendiculatum* e em ambas as áreas: *Olyra humilis*, com base nas observações de campo e também nos registros da literatura (Citadini-Zanette, 1984; Athayde e Windish, 2006).

A região deste estudo apresenta alta diversidade de espécies (Jurinitz e Baptista, 2007, Sevegnani et al., 2013) e a riqueza de EHT contribui significativamente para a diversidade regional. Apresenta muitas espécies com baixa frequência que reduz a similaridade florística entre locais próximos, sugerindo que este componente pode ser muito rico em espécies na FPR da região Sul. A maior parte da riqueza de espécies encontrada na FPR é devida ao predomínio das monilófitas, como mostrado por Poulsen e Nielsen (1995), em terra firme (non-flooded) na floresta Amazônica e por Inácio e Jarenkow (2008), em floresta estacional, onde a luminosidade no sub-bosque é muito alta.

As monilófitas ocorrem nos mais variados ecossistemas e microhabitats. Nas florestas tropicais úmidas, geralmente compreendem em torno de 10% das espécies vasculares e se apresentam em maior número que qualquer angiosperma herbácea (Salino et al. 2005). Em nosso estudo, as monilófitas representaram 34% do total de espécies e monocotiledôneas, 29%, destacando Polypodiaceae e

Dryopteridaceae. Essas famílias também se destacaram em densidade e riqueza no trabalho de Citadini-Zanette (1984).

Considerando cinco estudos realizados em FPR no Sul do Brasil (Citadini-Zanette, 1984; Dorneles e Negrelle, 1999; Kindel, 2002; Negrelle, 2006; Jurinitz e Baptista, 2007; Záchia e Waechter, 2011), registramos 107 herbáceas terrícolas pertencentes a 28 famílias, a maior parte encontrada em apenas um local. Orchidaceae, Dryopteridaceae, Poaceae e Polypodiaceae foram as famílias mais ricas e Orchidaceae, Polypodiaceae e Piperaceae as mais frequentes. Verificamos poucas espécies comuns com nosso estudo (20-38%), mas observamos grande compartilhamento de famílias (60-100%). Os estudos de EHT da FPR realizados no Paraná não podem ser comparados porque foram feitos na região da Floresta Ombrófila Mista, fora das terras baixas ou incluem diversas formas de crescimento (arborescentes, trepadeiras, epífitas) e formações de ocorrência (Salino et al., 2005). Embora o objeto de estudo de Jurinitz e Baptista (2007) fosse apenas as monocotiledôneas, comparando com os estudos citados e com nossos resultados, estas registraram 51% das espécies em média (25-67%), destacando-se com grande importância fitossociológica do CHT em muitas florestas do Rio Grande do Sul. Záchia e Waechter (2011) encontraram *Blechnum brasiliense* com mais alto valor de importância para solos permanentemente inundados e o baixo índice de diversidade foi relacionado às características do solo (saturação por água), como nosso estudo em BAS, que registrou baixa riqueza de espécies onde o solo permanece saturado a maior parte do ano. No estudo supracitado também foi encontrado 100% de frequência de plântulas de *Geonoma schottiana*, que pode reduzir ou mesmo impedir o estabelecimento de ervas terrícolas e arbustos. Jurinitz e Baptista (2007) observaram que o banco de plântulas formado por *Euterpe edulis* Mart. ao redor da planta-mãe também pode reduzir a riqueza de EHT. Esses autores, assim como Citadini-Zanette (1984), mostraram que a estrutura das EHT é marcadamente diferente entre ambientes paludosos e drenados. Embora as FPR estejam localizadas em áreas mais restritas, observamos que pequenas áreas paludosas podem apresentar maior riqueza de EHT do que grandes áreas da FAR. As FPR sofrem alto impacto humano devido à descontrolada exploração dos seus solos mais férteis e ricos em água, cujas espécies estão mais ameaçadas, justificando a necessidade de proteger a biodiversidade dessas áreas (Kindel, 2002).

Correlação entre as ervas e as variáveis ambientais

A correlação de Spearman mostrou que a luz foi positivamente correlacionada com a cobertura das EHT, mostrando que o sombreamento reduziu a cobertura, mas não teve influência significativa sobre nenhum dos grupos em particular.

Devido à alta cobertura das monocotiledôneas tanto em ambientes mais sombreados quanto nos mais iluminados, nós rejeitamos a hipótese H1. A hipótese H2 foi rejeitada porque as análises não confirmaram o efeito estatisticamente significativo da microtopografia sobre a cobertura ou a riqueza de EHT. Embora a variação da microtopografia seja sutil entre áreas, não encontramos efeito significativo neste estudo, provavelmente devido a limitações da metodologia de amostragem ou à

baixa variação microtopográfica dessas florestas. Entretanto, por observação visual, há possibilidade de que este fator possa influenciar a estrutura das EHT em algum grau, como constatado por Costa et al. (2005).

A análise de correlação sustentaram parcialmente a hipótese H3, mostrando efeito estatístico significativo do COT, P e CTC, mas não para a riqueza e K, saturação por base, argila e soma de bases (Anexo 1).

A cobertura de palmeiras não foi estatisticamente significativa para a riqueza ou cobertura do CHT, rejeitando as previsões (H4).

Em média, mais da metade de todas as EHT e apenas seis monilófitas foram exclusivas de apenas um local neste estudo e nenhuma espécie de monilófitas ocorreu em todos os locais, dando indicativos de que a FPR constitui um ambiente especial para a diversidade deste grupo, embora devido à baixa frequência não pudemos comprovar efeito significativo sobre este grupo nas análises estatísticas.

O pequeno número de espécies em comum entre áreas próximas parece ser a regra geral das EHT nesta fisionomia. Apesar da maioria dos estudos na Restinga abordar apenas o componente arbóreo, a composição florística do CHT pode variar bastante em função da distância entre os fragmentos, dos ecossistemas adjacentes a essa fisionomia que ocasionam diferentes influências florísticas, o histórico de uso da área e da matriz agrícola onde esses remanescentes estão inseridos, adquirindo características únicas em cada região. Destas situações resultam marcantes diferenças florístico-estrutural em áreas geograficamente próximas e distintos padrões de distribuição das espécies (Araujo, 2000; Scherer et al., 2005). Segundo Potts et al. (2002), muitas espécies restritas a um ou poucos fragmentos podem indicar que o padrão florístico é condicionado por fatores históricos em cada parcela, explicando a baixa similaridade.

Fertilidade

A fertilidade do solo e a intensidade da luminosidade podem ser bons preditores do padrão geral de cobertura das ervas nesta formação.

Alguns parâmetros de fertilidade do solo (COT, P e CTC) foram correlacionados à cobertura das EHT. Estudos em áreas paludosas têm mostrado que a fertilidade do solo (disponibilidade de nutrientes) e a microtopografia (e implicitamente a drenagem do solo) foram os mais fortes determinantes da vegetação (Härdtle et al., 2003; Costa et al., 2005; Meira-Neto et al., 2005; Assis et al., 2011). No presente estudo, estes fatores foram importantes para explicar a riqueza e cobertura de ervas, embora não confirmado estatisticamente, o que pode ser devido à baixa variação microtopográfica das áreas de estudo e baixa riqueza de EHT local quando comparadas à riqueza de árvores (Mancino et al., submetido).

Costa et al. (2005) verificaram que apenas as monilófitas foram fortemente afetadas pelas condições do solo e topografia simultaneamente. Em alguns locais onde a vegetação da FPR atingem

grandes alturas, a diversidade de árvores é determinada por condições ambientais muito específicas (Mancino et al., submetido), resultado da drenagem artificial e fertilidade do solo, como mencionados em outros estudos (e.g. Costa et al., 2005; Teixeira e Assis, 2009). Tuomisto e Poulsen (1996) verificaram que o grau de especialização edáfica de muitas espécies de monilófitas justifica o seu uso como indicadoras de fertilidade do solo. Eles encontraram *Bolbitis* restrita a solos mais férteis e *Lindsaea*, a solos arenosos pobres. Nós encontramos o primeiro táxon em BAS e o segundo em MDS, confirmando os resultados das análises químicas dos solos, que mostra os solos mais férteis em BAS e os de MDS, menos férteis.

A fertilidade do solo primariamente deriva de efeitos combinados de suas propriedades químicas, físicas e biológicas e constitui fator de suma importância para a produtividade (White, 2009), e sugere a probabilidade de encontrar diversidade proporcional. De acordo com os parâmetros de solo que usamos para medir a fertilidade, nós podemos estabelecer um gradiente de fertilidade de BAS até IÇA, mostrando mais alta saturação de base, COT, CTC e P em BAS, apesar do baixo valor de pH (Mancino et al., submetido). Altos valores de CTC (alta quantidade de cátions) indicam a mais forte resistência à mudança no pH (mais alta capacidade tampão), segundo Tomé Jr. (1997), exceto apenas para MDS, cuja média ficou abaixo de 30%. Os Gleissolos encontrados em MDS e IÇA são mais ricos em argila que em BAS, indicando maior retenção da água e em BAS, que tem mais areia, possibilita mais rápida drenagem, mas é mais encharcado.

Tomé Jr. (1997) mostrou que o solo com boas condições nutricionais geralmente apresenta saturação de K, em torno de 3-5%, correspondendo ao encontrado em IÇA e em BAS. Para MDS, os valores de K são considerados intermediários. Em relação à saturação de bases, os valores encontrados foram muito baixos (menos de 30%), que classificam o solo nas três comunidades como distrófico. Embora a fertilidade dos Gleissolos em MDS e em IÇA possa ser considerada inferior aos Organossolos (BAS), estudos em solos oligotróficos (e.g. Britez et al., 1997) verificaram que a eficiência da ciclagem dos nutrientes compensa a restrição para o desenvolvimento das plantas através de muitos mecanismos de adaptação, por exemplo, tolerância ao alumínio e associação com micorrizas, que aumenta a absorção de P (também Cu e Zn) em solos deficientes (Pinto, 2001; White, 2009).

Microtopografia

Nas pequenas elevações no solo não afetadas pelo alagamento constante em MDS e em IÇA, encontramos maior riqueza e cobertura de monilófitas, como seria esperado por serem mais sombreadas, enquanto em BAS, predominaram as monocotiledôneas. Esse resultado corrobora Záchia e Waechter (2011), que mostraram diferentes padrões da influência do solo na frequência e cobertura das espécies de acordo com as variações microtopográficas. A influência da microtopografia também foi relatada por Denslow et al. (1991), que mostraram ligação aos microhabitats favoráveis para o

estabelecimento de ervas, em função das pequenas variações microtopográficas associadas à variação do lençol freático que promovem um mosaico de microsítios (Scarano et al., 1997).

Luz

A intensidade de luz em nosso estudo variou consideravelmente (de 5,8 a 12,6%) confirmando a heterogeneidade lumínica que leva a diferenças significativas na cobertura de plantas, mostrando que o dossel das FPR é descontínuo e com frequentes clareiras devido à queda de árvores. Esses valores são próximos aos encontrados por Lima e Gandolfi (2009) na Floresta Ombrófila Densa Submontana (5 a 10%) em Sete Barras, São Paulo.

Wright (1992) verificou que a coexistência de espécies do sub-bosque é facilitada pelos baixos níveis de luz, reduzindo a taxa de crescimento e assim, o potencial para a exclusão competitiva. O dossel mais fechado em MDS produz ambientes mais úmidos e sombreados, que além de ser esperada maior riqueza, pode indicar estágio sucessional mais avançado desta comunidade (Richards, 1996). Estudando a regeneração em clareiras na Estação Biológica La Selva, Denslow (1987) sugeriu que a diferenciação do nicho em resposta à disponibilidade de luz é um dos principais fatores que mantêm a alta diversidade local em florestas tropicais.

Apesar de encontrar baixa correlação significativa da cobertura das EHT com a luz, deduzimos, que, para as comunidades estudadas, a luz influenciou a cobertura média (0,35) e cobertura total (0,39). Nicotra et al. (1999) encontraram correlação da distribuição das espécies com a disponibilidade de luz e sugeriram que pode ser um bom indicador da estrutura de clareiras em estandes com diferentes histórias de distúrbio ou de estádios sucessionais.

Cobertura de palmeiras

Embora a CCA não confirmou estatisticamente o efeito das palmeiras sobre a cobertura das EHT, apenas efeito marginalmente significativo, é possível que elas sejam influenciadas pelas alta dominância das palmeiras, muito comum nas FPR, como ocorre em BAS (e.g. *Geonoma schottiana*, Mancino et al., submetido), e como mostrado por Denslow et al. (1991) na Costa Rica. Esta palmeira, por ser de pequeno porte, pode favorecer as interações competitivas e causar danos físicos a outras espécies em fase de plântula (sombra), pois, *G. schottiana*, uma espécie característica de solos úmidos da FPR, tem grande importância ecológica para a fauna e dinâmica das florestas tropicais (Terborg, 1992), muito pouco frequente nos solos drenados da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Molz, 2011) e na Floresta Arenosa da Restinga (Veloso e Klein, 1963, Lima e Soares, 2003).

No entanto, em estudos de análise de gradiente é comum encontrar baixa porcentagem de explicação da variância na distribuição das espécies (Costa et al., 2005), talvez devido à curta extensão peculiar do gradiente em estudo. Clark et al. (1999) mostraram que o percentual da variação que pode ser diretamente atribuída a um ou poucos fatores vai ser baixo porque as espécies são influenciadas por um conjunto complexo de fatores ecológicos interagindo desde o nível de estandes até microsítios

(e.g. dispersão, competição, espessura da serapilheira no solo, herbivoria, patógenos ou efeitos da seca).

Por fim, diante de constantes distúrbios nas áreas brejosas, que representam um risco iminente de extinção para inúmeras espécies que vivem em condições de umidade e sombreamento específicos, da reconhecida importância dessas áreas na manutenção dos recursos hídricos e ainda considerando a baixa frequência da maioria das EHT e sua contribuição para a diversidade da Restinga é absolutamente preciso que os remanescentes da FPR no Sul do Brasil sejam urgentemente inseridos como prioridade de conservação ambiental, tanto na esfera governamental quanto particular (MMA, 2000; Kindel, 2002). Como exposto, os resultados deste estudo contribuem para a ampliação das bases ecológicas e padrões das espécies vegetais, essenciais para conservar e restaurar a FPR no Sul do Brasil.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES pela bolsa de doutorado à primeira autora e à Empresa Florestal SA, Fazenda Santos Guglielmi e aos proprietários das florestas localizadas em Pixirica, Morrinhos do Sul, RS por permitir a pesquisa em suas áreas. Somos gratos aos colegas do Laboratório de Fitoecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul por ajudar no trabalho de campo, discussões, sugestões e contribuir na identificação botânica das espécies encontradas. Obrigado especial ao professor Marcos Sobral (UFSJ) pela identificação de algumas identidades taxonômicas e ao geógrafo João Augusto da Silva (INCRA) pela coleta de dados geográficos.

Referências

1. APG III: Angiosperm Phylogeny Group Classification, 2009. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> Access oct. 18, 2012.
2. Assis, M.A., Prata, E.M.B., Pedroni, F., Sanchez M., Eisenlohr, P.V., Martins F.R., Santos, F.A.M., Tamashiro, J.Y., Alves, L.F., Vieira, S.A., Piccolo, M.C., Martins, S.C., Camargo, P.B., Carmo, J.B., Simões, E., Martinelli, L.A., Joly, C.A. 2011. Florestas de restinga e de terras baixas na planície costeira do sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. *Biota Neotrop.* 11, 103:121.
3. Athayde-Filho, F.P., Windish, P.G. 2006. Florística e aspectos ecológicos das pteridófitas em uma floresta de Restinga no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iherin., Sér. Bot.* 61, 63-71.
4. Brites, R.M., Santos Filho, A.C., Reissmann, 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. *Rev. Bras. Ci. Solo* 21, 625-634.
5. Causton, D.R., 1998. Introduction to vegetation analysis. Unwin Hyman, London, UK.
6. Cestaro, L.A., Waechter, J.L., Baptista, L.R.M. 1986. Fitossociologia do estrato herbáceo da mata de araucária da Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS. *Hoeh.* 13: 59-72.
7. Chapin, F.S., 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 11, 233-260.
8. Citadini-Zanette, V., 1984. Composição florística e fitossociologia da vegetação herbácea terrícola de uma mata de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ihering. Bot.* 32, 23 – 62.

9. Citadini-Zanette, V., Baptista, L.R.M., 1989. Vegetação herbácea terrícola de uma comunidade florestal em Limoeiro, município de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. Bol. Inst. Bioci. 45, 1-87, UFRGS.
10. Citadini-Zanette, V., Pereira, J.L., Jarenkow, J.A., Klein, A.S., Santos, R., 2011. Estrutura da sinúsia herbácea em Floresta Ombrófila Mista no Parque Nacional de Aparados da Serra, Sul do Brasil. R. bras. Bioci. 9, 56-63.
11. Cerrado Seeds Network 2013. Sítio da internet disponível em: <http://rsc.org.br/> Acessado dez 2013.
12. Clark J.S., Beckage B., Camill P., Cleveland B., Hillerislammers J., Lichter J., Mclachlan J., Mohan J., Wyckoff, P., 1999. Interpreting recruitment limitation in forests. Am. J.Bot. 86, 1–16.
13. Colwell, R.K., Mao, C.X., Chang, J., 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecology, 85, 2717–2727.
14. Costa, F.C., Magnusson, W.E., Luizao, R.C., 2005. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understorey herbs in relation to topography, soil and watersheds. J. Ecol. 93, 863–878.
15. Denslow, J.S., 1987. Tropical rain forest gaps and tree species diversity. Annu. Rev. Ecol. Syst. 18, 431-451.
16. Denslow, J.S., Newell, E., Ellison, A.M., 1991. The effect of understorey palms and cyclanths on the growth and survival of *Inga* seedlings. Biotrop. 23, 225-234.
17. Dorneles, L.P.P., Negrelle, R.R.B., 1999. Composição florística e estrutura do compartimento herbáceo de um estágio sucessional avançado da Floresta Atlântica no Sul do Brasil. Biotem. 12, 7 – 30.
18. EMBRAPA, 1999. CNPS - Centro Nacional de Pesquisa em Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro.
19. Forzza, R. 2014. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 04 Jun. 2014
20. Frazer, G.W., Canham, C.D., Lertzman, K.P., 1999. Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, user's manual and program documentation. Copyright © 1999: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.
21. Friend, A.D., H.H., Schugart, S.W., Running, 1993. A physiology-based gap model of forest dynamics. Ecol. 74, 792-797.
22. Fuhro, D., Vargas, D., Larocca, J., 2005. Levantamento florístico das espécies herbáceas, arbustivas e lianas da floresta de encosta da ponta do cego, Reserva Biológica Do Lami (RBL), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Pesq. Bot. 56, 239-256.
23. Sevegnani, L. et al. 2013. Flora vascular da Floresta Ombrófila Densa em Santa Catarina. IFFSC- Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina. Vol. 4. Blumenau: Edifurb.
24. Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle size analysis. In: Methods of Soil Analysis: part I, 2nd ed. Madison: Am. Soc. of Agron. Agron. 9, 383-411.
25. Gentry, A.H., Dodson, H.C., 1987. Contribution of non-trees to species richness of tropical rain forest. Biotrop. 19, 149-156.
26. Gentry, A.H., Emmons, L.H., 1987. Geographical variation in fertility, phenology, and composition of the understorey of Neotropical forests. Biotrop. 19, 216-227.
27. George, L.O., Bazzaz, F.A., 1999. The fern understorey as an ecological filter: emergence and establishment of canopy-tree seedlings. Ecol. 80, 833-845.
28. Gilliam, F.S., Roberts, M.R. 2003. The herbaceous layer in forests of Eastern North America. Oxford University Press, New York.
29. Härdtle, W., von Oheimb, G., Westphal, C., 2003. The effects of light and soil conditions on the species richness of the ground vegetation of deciduous forests in Northern Germany (Schleswig-Holstein). For. Ecol. Manag. 182, 327–338.

30. Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeont. Electro.* 4, 1-9.
31. Inácio, C.D., Jarenkow, J.A., 2008. Relações entre a estrutura da sinúsia herbácea terrícola e a cobertura do dossel em floresta estacional no Sul do Brasil. *Rev. Brasil. Bot.* 31, 41-51.
32. INMET, 2012. Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br> Acess oct. 28, 2012.
33. Jurinitz, C.F., Baptista, L.R.M., 2007. Monocotiledôneas terrícolas em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Bioci.* 5, 09-17.
34. Karst J., Gilbert, B., Lechowicz, M.J., 2005. Fern community assembly: the roles of chance and the environment at local and intermediate scales. *Ecol.* 86, 2473-2486.
35. Kindel, A., 2002. Diversidade e estratégias de dispersão de plantas vasculares da floresta paludosa do Faxinal, Torres, RS. Tese (Doutorado em Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
36. Koeppen, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.* Fondo de Cultura Económica. México.
37. Lieberman, M., Lieberman, D., Hartshorn, G.S., Peralta, R. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. *The J. Ecol.* 73(2): 505-516.
38. Lieberman, M., Lieberman, D., Peralta, R. Hartshorn, G.S., 1995. Canopy closure and the distribution of tropical forest tree species at La Selva, Costa Rica. *J. Trop. Ecol.* 11, 161-178.
39. Lima, RAF., Gandolfi, S., 2009. Structure of the herb stratum under different light regimes in the Submontane Atlantic Rain Forest. *Brazil. J. Biol.* 69, 289-296.
40. Mancino, L.C., Baptista, L.R.M., Overbeck, G.E. (submetido) Structure of the upper stratum of three swamp forest communities in Southern Brazil. *Acta Bot. Bras.*
41. Martins, R., Jarenkow, J.A., Giehl, E.L.H., Citadini-Zanette, V., Santos, R., 2013. Estrutura de uma floresta brejosa em substrato turfoso, sul de Santa Catarina, Brasil. *Rev. Árv.* 37, 299-309.
42. Matlack, G. R., Monde, J., 2004. Consequences of low mobility in spatially and temporally heterogeneous ecosystems. *J. Ecol.* 92, 1025-1035.
43. Medina, E., 2007. Tropical forests: diversity and function of dominant life-forms. In: Pugnaire, F.I., Valladares, F. (Eds). *Functional plant ecology*, 2nd edition, CRC Press, N.Y., pp. 313-350.
44. Meira-Neto, J.A.A., Martins, F.R., SOUZA, A.D., 2005. Influência da cobertura e do solo na composição florística do sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 19, 473-486.
45. Molz, M. 2011. Comunidades arbóreas ao longo de um gradiente altitudinal na Floresta Atlântica Sul-brasileira. Tese (Doutorado em Botânica) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
46. Lima, A.L., Soares, J.J. 2003. Aspectos Florísticos e Ecológicos de Palmeiras (Arecaceae) da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, Espírito Santo. *Bol. Mus. Biol.* 16, 5-20.
47. Müller, G.A., Marcondes, C.B., 2007. Immature mosquitoes (Diptera: Culicidae) on the bromeliad *Nidularium innocentii* in ombrophilous dense forest of Santa Catarina Island, Florianópolis, Santa Catarina State, Southern Brazil. *Rev. Biote.* 20, 27-31.
48. Müller, S.C., Waechter, J., 2001. Estrutura sinusal dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. *Rev. Bras. Bot.* 24, 395-406.
49. Müller, S.C., 1999. Estrutura sinusal e relações florísticas dos componentes herbáceo e arbustivo de uma Floresta Costeira Subtropical. Dissertação de mestrado (Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
50. Negrelle, R.R.B., 2006. Composição florística e estrutura vertical de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Planície Quaternária. *Hoeh.* 33, 261-289.

51. Nicotra, A.B., Chazdon, R.L., Iriarte, S.V.B., 1999. Spatial heterogeneity of light and woody seedling regeneration in tropical wet forests. *Ecol.* 80, 1908-1926.
52. Pacala, S.W., Canham, C.D., Saponara, J., Silander Jr., J.A., Kobe, R.K., Ribbens, E., 1996. Forest models defined by field measurements: estimation, error analysis and dynamics. *Ecol. Monog.* 66, 1-43.
53. Paciência, M.L., Prado, J., 2004. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 27, 641-653.
54. Palma, C.B., Inácio, C.D., Jarenkow, J.A., 2008. Florística e estrutura da sinúsia herbácea terrícola de uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Bioci.* 6, 151-158.
55. Pearcy, R.W., 2007. Responses of plants to heterogeneous light environments. In: Pugnaire, F.I., Valladares, F. (eds). *Functional plant ecology*, 2nd edition, CRC Press, N.Y., pp. 213-258.
56. Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydro Earth System Scie Discus* 4, 439-473.
57. Pinto, C.B., 2001. Contribuição de espécies arbóreas para a ciclagem de nutrientes em sucessão vegetal na floresta ombrófila densa das terras baixas. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
58. Potts, M. D., Ashton, P.S., Kaufman, L.S., Plotkin, J.B., 2002. Habitat patterns in tropical rain forests: a comparison of 105 plots in northwest Borneo. *Ecol.* 83, 2782–2797.
59. Pott, A., Pott, V.J. 1994. *Plantas do Pantanal*. Planaltina: Embrapa.
60. Poulsen, A.D., Balslev, H., 1991. Abundance and cover of ground herbs in an Amazonian rainforest. *J. Veg. Sci.* 2, 315-322.
61. Poulsen, A.D., Nielsen, I.H., 1995. How many ferns are there in one hectare of tropical rain forest? *Am. Fern J.* 85, 29-35.
62. Poulsen, A.D., 1996. Species richness and density of ground herbs within a plot of lowland rainforest in northwest Borneo. *J. Trop. Ecol.* 12, 177-190.
63. R Development Core Team., 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
64. Rambo, B., 1954. História da flora do litoral riograndense. *Sellow.* 6, 113-172.
65. Rambo, B., 1956. *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. Livraria Selbach, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.
66. Reitz, R., 1983. *Flora Ilustrada Catarinense. Fasc. Bromeliáceas*. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, Santa Catarina.
67. Richards, P.W., 1996. *The tropical rain forest*. 2ª ed., Cambridge Univ. Press, NY.
68. Ross, J.L.S., 1990. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. 5ª Ed. Contexto, São Paulo.
69. Salino, A., Menezes-Silva, S., Dittrich, V.A.O., Britez, R.M. 2005. Flora pteridofítica. In: M.C.M. Marques & R.M. Britez (orgs.) *História natural e conservação da Ilha do Mel*, editora UFPR, 266 p.
70. 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. *Rev. Árv.* 36, 1047-1059.
71. Scarano, F.R., Ribeiro, K.T., Moraes, L.F.D., Lima, H.C., 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest in southeastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 3, 793-803.
72. Scarano, F.R., 2006. Plant community structure and function in a swamp forest within the Atlantic Rain Forest complex: a synthesis. *Rodrigué.* 57, 491-502.
73. Scarano, F.R., 2009. Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: Rare-species bias and its risks for conservation. *Biol. Conserv.* 142, 1201–1208.

74. Siebel, H.N., Bouwma, I.M., 1998. The occurrence of herbs and woody juveniles in a hardwood floodplain forest in relation to flooding and light. *J. Veg. Sci.* 9, 623-630.
 75. Silva, A.C., Higuchi, P., Van den Berg, E., Nunes, M.H.; Carvalho, D.A. 2012. Florestas inundáveis: ecologia, florística e adaptações das espécies. Editora da Universidade Federal de Lavras.
 76. Smith, A.R., Pryer, K.M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H., Wolf, P.G., 2006. A classification for extant ferns. *Tax.* 55, 705-731.
 77. Species List of the Brazilian Flora, 2013. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> Acess jun. 20, 2013.
 78. Tedesco, M. J., Gianello, C., Bissani, C. A., Bohnen, H., Volkweiss, S. J. 1995. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Boletim técnico 5.
 79. Terborgh, J. 1992. Diversity and the tropical rain forest. Scientific American library, NY.
 80. Teixeira, A.P., Assis, M.A., 2009. Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no município de Cristais Paulistas, SP, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 23, 843-853.
 81. Ter Braak, C.J.F., 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence Analysis. *Veget.* 69, 69-77.
 82. Tomé Jr, J.B., 1997. Manual para interpretação de análise de solo. Ed. Agropecuária, Guaíba.
 83. Tuomisto, H., Poulsen, A.D., 1996. Influence of edaphic specialization on pteridophyte distribution in neotropical rain forests. *J. Biogeo.* 23, 283-293.
 84. Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Aguilar, M., Sarmiento, A., 2003. Floristic patterns along a 43-km long transect in an Amazonian rain forest. *J. Ecol.* 91, 743-756.
 85. Uriarte, M., Bruna, E. M., Rubim, P., Anciães, M., Inge Jonckheere, I, 2010. Effects of forest fragmentation on the seedling recruitment of a tropical herb: assessing seed vs. safe-site limitation. *Ecol.* 91, 1317-1328.
 86. Valladares, F., Wright, S.J., Lasso, E., Kitajima, K., Pearcy, R.W., 2000. Plastic phenotypic response to light of 16 congeneric shrubs from a Panamanian rainforest. *Ecol.* 81, 1925-1936.
 87. Valladares, F., Skillman, J.B., Pearcy, R.W., 2002. Convergence in light capture efficiencies among tropical forest understory plants with contrasting crown architectures: A case of morphological compensation. *Am J Bot* 89, 1275-1284.
 88. Veloso, H.P., Klein, R.M., 1963. As comunidades vegetais e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil. As associações situadas entre o rio Tubarão e a lagoa dos Barros. *Sellow.* 20, 57-114.
 89. Waechter, J.L., 1990. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. In: *Ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira*, ACIESP 3, 228-248.
 90. Waechter, J.L., Jarenkow, J.A., 1998. Composição e estrutura do componente arbóreo nas matas turfosas do Taim. *Biotem.* 11, 45-69.
 91. White, R.E., 2009. Princípios e práticas da ciência do solo. 4ª ed. Andrei Ed. Ltda, São Paulo.
 92. Wright, S.J., 1992. Seasonal drought, soil fertility, and the species density of tropical forest plant communities. *Trends Ecol. Evol.* 7, 260-263.
 93. Wright, S.J., 2007. Plant diversity in tropical forests. In: Pugnaire, F.I., Valladares, F. (Eds), *Functional plant ecology*. CRC Press, 2nd ed., New York, pp. 351-368.
 94. Záchia, R., Waechter, J.L., 2011. Diferenciação espacial de comunidades herbáceo-arbustivas em florestas costeiras do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul. *Inst. Anch. Pesq. Bot.* 62, 211-238.
-

Anexo 1 – Correlação de Spearman entre as espécies herbáceas e SB: soma de bases, P: fósforo, Sat. Base: saturação por base, K: potássio, COT: carbono orgânico total, CTC: capacidade de troca catiônica, Cob. Palm: cobertura de palmeiras, luz e microtopog.: microtopografia. Os acrônimos das espécies seguem a tabela 3 (a primeira letra é do gênero e as letras seguintes, do epíteto específico).

	argila	SB	P	Sat. base	K	COT	CTC	Cob. Palm	luz	Microtopog.
CNITI	0,31	-0,26	-0,33	-0,29	-0,26	-0,23	-0,21	0,36	-0,12	0,00
PCYLI	0,21	-0,18	-0,31	0,20	-0,15	-0,02	-0,31	0,18	-0,39	0,00
MARUN	0,21	-0,07	-0,31	0,01	-0,05	-0,28	-0,22	0,35	-0,26	0,03
NINOC	0,21	0,00	0,27	0,23	-0,04	0,36	0,23	-0,07	0,33	-0,49
ASERR	0,20	0,17	0,28	-0,07	0,12	0,28	0,17	-0,09	0,13	-0,10
PUROC	0,19	0,07	0,19	0,20	0,07	0,17	0,13	0,09	0,22	-0,16
PSTAC	0,17	0,07	0,11	0,20	0,05	0,08	0,05	-0,06	0,28	0,01
AKUNZ	0,17	0,10	-0,16	0,14	0,12	-0,28	-0,14	0,20	-0,22	0,05
LMARG	0,17	0,10	-0,16	0,14	0,12	-0,28	-0,14	0,20	-0,22	0,05
STENE	0,17	0,10	-0,16	0,14	0,12	-0,28	-0,14	0,20	-0,22	0,05
LAMPL	0,17	-0,16	-0,13	-0,22	-0,16	-0,14	-0,11	0,14	0,06	0,02
CPOLY	0,17	-0,16	-0,13	-0,22	-0,16	-0,14	-0,11	0,14	0,06	0,02
PCNOP	0,12	-0,01	-0,27	0,19	0,01	-0,36	-0,23	0,32	-0,30	0,06
CCOND	0,09	0,23	-0,01	-0,10	0,23	0,10	0,07	-0,18	0,09	0,13
PMODE	0,08	-0,33	-0,31	-0,06	-0,33	-0,28	-0,30	0,14	-0,26	0,05
PAPEN	0,07	-0,01	0,11	-0,16	0,02	0,01	-0,01	-0,09	-0,02	0,23
EFLAC	0,04	0,08	0,08	0,17	0,14	0,21	0,14	-0,24	0,23	-0,18
APHYL	0,02	-0,41	-0,43	0,32	-0,41	-0,35	-0,42	0,25	-0,51	-0,33
PSING	0,02	0,10	0,21	0,00	0,04	0,29	0,31	-0,01	0,12	-0,06
PSOLM	0,01	-0,38	-0,39	0,23	-0,38	-0,28	-0,37	0,20	-0,42	-0,40
OCERV	-0,01	-0,11	-0,22	0,14	-0,11	-0,22	-0,17	0,25	-0,20	0,04
OLATI	-0,01	-0,11	-0,22	0,14	-0,11	-0,22	-0,17	0,25	-0,20	0,04
PPERE	-0,02	0,18	0,28	-0,08	0,19	0,25	0,25	-0,26	0,36	0,09
PGAUD	-0,04	0,20	0,02	-0,15	0,29	0,12	0,20	-0,10	0,25	-0,01
LQUAD	-0,09	-0,06	-0,14	-0,30	-0,05	-0,17	-0,11	-0,18	-0,03	0,34
SCATA	-0,10	0,34	0,20	-0,21	0,31	0,22	0,35	-0,07	0,22	0,06
CREPE	-0,11	-0,03	0,03	-0,36	0,00	-0,09	-0,04	-0,26	0,12	0,50
BBRAS	-0,13	0,30	0,40	0,03	0,39	0,34	0,46	0,03	0,23	-0,26
LVOLU	-0,14	0,42	0,12	-0,06	0,42	0,15	0,10	-0,36	0,18	0,18
PSUBC	-0,15	-0,37	-0,35	0,36	-0,37	-0,18	-0,38	0,13	-0,38	-0,47
OAMYG	-0,15	0,11	0,15	0,09	0,09	0,14	0,11	-0,19	0,09	-0,03
OHUMI	-0,16	-0,28	-0,24	-0,23	-0,27	-0,29	-0,13	-0,17	0,03	0,23
CSUBM	-0,17	-0,26	-0,24	0,11	-0,26	-0,20	-0,25	-0,05	-0,05	0,01
BBINE	-0,17	-0,39	-0,29	0,14	-0,40	-0,37	-0,39	-0,09	-0,18	-0,05
OHIRT	-0,20	0,29	0,13	0,10	0,20	0,06	0,15	-0,03	0,10	-0,04
CMONO	-0,22	-0,47	-0,36	0,34	-0,47	-0,33	-0,48	-0,10	-0,36	-0,05
HFARI	-0,23	-0,31	-0,33	0,39	-0,31	-0,29	-0,35	0,06	-0,30	-0,36
OSANG	-0,26	0,19	0,14	0,00	-0,02	0,25	0,20	-0,28	0,28	-0,04
BSERR	-0,28	0,05	0,19	-0,07	0,19	0,11	0,28	0,22	0,20	-0,13
TELYPT	-0,28	0,05	0,19	-0,07	0,19	0,11	0,28	0,22	0,20	-0,13
PMIKA	-0,35	0,01	0,04	-0,50	0,01	-0,04	0,07	-0,31	0,25	0,52

Capítulo 3

**PADRÃO FLORÍSTICO-ESTRUTURAL DO COMPONENTE ARBÓREO DAS FLORESTAS
PALUDOSAS E ARENOSAS NA RESTINGA SUL-BRASILEIRA: SÍNTESE E IMPLICAÇÕES
PARA CONSERVAÇÃO**

PADRÃO FLORÍSTICO-ESTRUTURAL DO COMPONENTE ARBÓREO DAS FLORESTAS PALUDOSAS E ARENOSAS NA RESTINGA SUL-BRASILEIRA: SÍNTESE E IMPLICAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO

Luciana C. Mancino^{1,2}, Gerhard E. Overbeck^{1,3}, Fabiana Maraschin da Silva⁴ e Luís Rios de Moura Baptista¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

² Autor para contato: E-mail: lucianamancino@gmail.com.

³ Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

⁴ Doutora em Botânica (UFRGS), sócia-gerente da empresa Ideal Meio Ambiente.

RESUMO

Restingas compreendem um mosaico vegetacional e ocorrem sobre substratos e níveis de inundação variados. Buscando determinar o padrão florístico-estrutural do componente arbóreo da Floresta Paludosa da Restinga (FPR) para distingui-la da Floresta Arenosas da Restinga (FAR) no Sul do Brasil, foram utilizados 10 locais com estudos em FPR e 20 locais em FAR. Realizamos análises multivariadas (análise de correspondência canônica - CCA e NPMANOVA) para explicar marcantes variações florísticas ao longo da costa sul-brasileira. Estudos em FPR apresentaram em média 45 espécies e 21 famílias, das quais 60% exclusivas localmente e 55% exclusivas desta fisionomia. A FAR registrou 20 espécies e 14 famílias em média, das quais 45% exclusivas localmente. A CCA explicou 3% da variação total e indicou que a posição latitudinal e o tipo de solo podem influenciar a distribuição das espécies. Encontramos quatro classes de solo e crescente diversidade e porte da vegetação dos Neossolos, Gleissolos, Organossolos para Espodossolos. A NPMANOVA confirmou a hipótese de que o padrão florístico da FPR e da FAR diferem. Espécies com maior ou menor tolerância à inundação e amplamente distribuídas, locais com melhor drenagem e heterogêneas condições de solo e topografia favoreceram a diversidade e alta substituição de espécies na FPR. A clara diferença edafo-florístico-estrutural entre a FPR e a FAR justificam o reconhecimento de sua distinção fisionômica na legislação e a adequada representação em áreas protegidas.

Palavras-chave: gradiente, planície, diversidade, solo, Mata Atlântica.

FLORISTIC-STRUCTURAL PATTERN OF TREE COMPONENT OF THE SWAMP RESTINGA FOREST IN THE SOUTHERN OF BRAZIL: OVERVIEW AND IMPLICATIONS TO CONSERVATION

ABSTRACT: Restingas comprise a floristic mosaic and occur on different substrates and flooding levels. Seeking to determine the floristic-structural pattern of the trees component of the Swamp Restinga Forest (SWRF) to detach it of Sandy Restinga Forest (SARF) in the Southern Brazil, ten sites of studies in literature with DBH ≥ 5 on SWRF and 20 sites on SARF were used. We performed a Canonical Correspondence Analysis (CCA) to explain the remarkable floristic change along of brazilian Southern coast and a NPMANOVA to assess differences in floristic pattern between the SARF and SWRF. SWRF had 45 species and 21 families in average, 60% of which appeared in only one location and 55 % were exclusive. SARF recorded 20 species and 14 families in average, of which 45% were present in only one place. CCA indicated that latitude and soil type can explain 3% of the total variation of trees SWRF. We find four main types of soil and decreasing diversity gradient and vegetation height of the SWRF from Neosols, Gleysols, Histosols to Espodosols. We confirmed the statistical difference in floristic pattern between the SWRF and SARF. Species more and less tolerant to flooding and widely distributed, better drainage and heterogeneous soil conditions and topography favored the high diversity and species replacement in SWRF. The clear edaphic and floristic-structural difference between the SWRF and SARF justify a revision of the legislation to separate them aiming proper representation in protected areas.

Key words: gradient, floodplain, diversity, soil, Atlantic Forest.

Introdução

Uma das principais preocupações na ecologia tem sido a identificação e a explicação do padrão florístico-estrutural (composição de espécies, diversidade, distribuição) das comunidades de plantas ao longo de gradientes (Whittaker, 1965; Legendre, 1993). Restingas são fitofisionomias da Mata Atlântica que ocorrem em terreno geologicamente recente ao longo de aproximadamente 70% da costa brasileira (Guedes et al., 2006), atingindo maiores extensões no Estado do Rio Grande do Sul, região sul-brasileira (Araujo, 2000), compreendendo uma grande diversidade de ecossistemas, incluindo formações pioneiras, arbustivas e florestais. O gradiente ambiental estabelecido pelas diferenças na saturação hídrica do solo (devido ao grau e duração da inundação, promovido pela elevação do lençol freático) e na salinidade (de acordo com a distância do mar) determina a ocorrência das espécies e imprime diferenças fisionômicas, florísticas e estruturais na vegetação da Restinga (Marques e Oliveira, 2004).

Apesar da vegetação da planície litorânea sofrer com impactos humanos que leva à degradação de extensas áreas (e.g. Becker et al., 2004), perda de hábitat e redução de espécies, considerando todas as

fisionomias e componentes da Restinga, a atual diversidade de espécies desta formação é alta, aumentando em direção ao interior do continente (Martin et al., 1993) e reflete a grande heterogeneidade ambiental como o tipo de solo, declividade, padrão de drenagem (Teixeira e Assis, 2009) e fertilidade (Mancino et al., *submetido*). A maioria dos artigos usa o termo Restinga para se referir à Floresta Arenosa da Restinga (FAR), de solo bem drenado ou faz referência à “vegetação pioneira sob influência marinha” (Marques et al., 2011).

Grande parte da vegetação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas sul-brasileira se localiza na porção subtropical, mas se assemelha florística e fisionomicamente à da região tropical, onde se observa declínio da diversidade em direção ao sul, especialmente abaixo do paralelo 30° (Rambo 1961). Esta formação apresenta muitas espécies compartilhadas com as Florestas da Restinga (FR - Rambo, 1950; 1961) e há alguma dificuldade de estabelecer os limites e características geomorfológicas entre a sedimentação aluvial da planície e outros tipos de sedimentação (Assis et al., 2011).

As margens das lagoas de água doce e lagunas da planície costeira do Sul do Brasil podem apresentar diversas fisionomias da Restinga, exibindo um gradiente ambiental (*e.g. spray* salino, movimento de areia, conteúdo de água no solo) que diminui da praia para o interior do continente (Ehrenfeld 1990), abrangendo a Floresta Arenosa da Restinga (FAR) e a Floresta Paludosa da Restinga (FPR). As FPR apresentam altura da vegetação geralmente atingindo de 5 m a 20 m (Menezes et al., 2010), com grande variabilidade da cobertura do dossel (Capítulo 2). Estão localizadas em condições edáficas restritas a solos hidromórficos arenosos ou turfosos, com variadas espessura da camada turfosa, podendo apresentar lençol freático superficial permanente ou inundações periódicas (Kindel, 2002. Mancino et al., *submetido*). Geralmente abrigam muitas espécies tropicais, hidromórficas, algumas megáfilas, malacófilas, e mais tolerantes à inundação (Waechter, 1985; 1990). São ricas em lianas, epífitos e apresentam denso sub-bosque de árvores muito finas. O componente herbáceo terrícola é formado por muitas monilófitas, monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas aumentando a diversidade nesta formação (Capítulo 2). Clareiras são frequentes devido à queda de árvores ocasionadas por ventos fortes e seu enraizamento superficial (Duivenvoorden 1996). As FAR, localizadas em solos bem drenados, são caracterizadas por espécies xeromórficas, esclerófilas ou suculentas e micrófilas (Waechter, 1985), menor altura da vegetação e riqueza de espécies arbóreas (seis a 48 espécies, Scherer et al., 2005; Hentschel, 2008; Scherer et al., 2009).

A legislação brasileira (Resolução CONAMA nº 261/1999; 303/2002; 441/2011) não distingue as diferentes fisionomias florestais da Restinga e assim, desconsidera suas peculiaridades, como as FPR, mais biodiversas, favorecendo o empobrecimento progressivo dessas comunidades e dificultando a sua compreensão, gestão e conservação. Scarano (2009) adverte que as políticas de conservação devem considerar a formação nuclear mais os habitats periféricos. Mostrou que espécies comuns desempenham papéis funcionais importantes em tais habitats marginais e, apesar de sua ampla

distribuição, elas podem ser ecologicamente menos adaptadas do que raras/endêmicas em nível local, devido, por exemplo, a restrições atuais para o estabelecimento em áreas paludosas. Assim, tais habitats também devem ser orientados como prioridades de conservação (Scarano, 2009).

Apesar da ampla ocorrência geográfica das FR, a especificidade dos solos onde ocorrem determinam o caráter de clímax edáfico (Scarano, 2002). Em geral, os limites de distribuição e diversidade de árvores são afetados primariamente pelo clima e secundariamente pelos fatores biogeográficos (Duivenvoorden, 1996; Menezes et al., 2010), mas as FPR são comunidades edáficas. Dentro de uma província climática, os fatores físicos e químicos do solo (*e.g.* aeração, umidade, nutrientes disponíveis, declividade) formam um complexo gradiente edáfico e microclimático que varia de acordo com as condições locais (revisão em Lieberman et al., 1985) e determinam a estrutura da vegetação nas FPR.

Casanova e Brock (2000) mostraram que a profundidade, a duração e a frequência de inundações impõem importante segregação na composição da vegetação. Teixeira e Assis (2009) mostraram a relação entre a composição florística e a heterogeneidade ambiental (abertura do dossel, declividade, química, física e drenagem do solo) de uma FPR no norte do estado de São Paulo, e sua importância como um habitat exclusivo para um grupo de espécies com um razoável número especializado de táxons, tal como encontrado em outros estudos (*e.g.* Leitão-Filho, 1987; 1995; Ivanauskas et al., 1997; Marques et al., 2003; Scarano, 2009; Marques et al., 2011; Záchia e Waechter, 2011, Korte et al., 2013).

A intensidade e a desordem da ocupação na planície costeira ocasionada principalmente pelo Decreto Federal nº 86.146/81 (Brasil 1981), conhecido como Pró-várzea, que apoiou o financeiramente a drenagem das planícies, tem favorecido a transformação da paisagem e redução da cobertura da vegetação da Restinga (Scherer et al., 2005), tornando as espécies desta formação altamente ameaçadas (Fontana et al., 2003). Segundo Zamith e Scarano (2010), o estabelecimento de plantas nas FPR é difícil, requerendo forte interferência humana para a restauração de áreas degradadas nesta fisionomia. Apesar do reconhecimento global da importância da conservação de áreas paludosas, ainda conhecemos muito pouco a respeito dos fatores individuais que agem na manutenção da diversidade na maioria delas, especialmente no Brasil. Não encontramos na literatura e publicações oficiais dados quantitativos das áreas de florestas paludosas e seu estado de conservação para o Sul do Brasil, o que denota que estas áreas não vêm recebendo a devida atenção.

O objetivo deste estudo foi testar a hipótese H1: O padrão florístico-estrutural do componente arbóreo da Restinga sul-brasileira difere entre Florestas Paludosas e Arenosas. Com base em dados da literatura, este estudo buscou determinar o componente arbóreo característico dessas fisionomias, seus habitats e suas relações, oferecendo base para sua singularização, seu reconhecimento científico e sua adequada representação em áreas de conservação.

Material e métodos

Compilamos de trabalhos científicos, dados florísticos e fitossociológicos do componente arbóreo de dez áreas de FPR e de vinte áreas de FAR nos estados de Rio Grande do Sul (23 áreas), Santa Catarina (seis áreas) e Paraná (uma área) (Tab. 1). Com exceção de Marques e Oliveira (2004), que utilizou o diâmetro à altura do peito (DAP) > 3,18 cm, todos os estudos incluíram árvores com DAP ≥ 5. Incluímos no banco de dados informações do tipo de solo, altitude e posição geográfica. Quando não fornecido pelos autores, os dados de altitude foram obtidos da base de dados do Google Earth (2013). Para as áreas com amostragem menores que um hectare, os dados foram extrapolados para esta medida (Tab.1).

O clima da maior parte da região sul-brasileira (entre os paralelos 28 a 32) é Cfa (temperado úmido com verões quentes e sem estação seca) de acordo com a classificação atualizada de Köppen-Geiger (Peel et al., 2007). A precipitação média anual varia pouco ao longo do ano (média de 1.554 ± 234 mm) e a temperatura média anual foi 18,7°C ± 0,95 (INMET, 2013). A estrutura geológica da planície costeira brasileira é formada por sedimentos do Pleistoceno e Holoceno (Suguió e Tessler, 1984).

Tabela 1. Características dos locais de pesquisa do componente arbóreo conduzidos em Florestas Paludosas (dez locais) e em Florestas Arenosas de Restinga (20 locais) no Sul do Brasil, ordenados pela latitude em cada fisionomia. O diâmetro à altura do peito foi ≥ 5 cm, exceto Marques e Oliveira (2004) com DAP > 3,18 cm.

Table 1. Characteristics of Swamp Restinga Forests (SWRF- ten sites) and Sandy Restinga Forests (SARF- 20 sites) tree component researches sites in southern Brazil, ascending order by latitude in each physiognomy. Diameter at breast height ≥ 5 cm, except Marques and Oliveira (2004) with DAP > 3.18 cm.

Trabalho	Cód.	Município/Estado	Area	H'	J'	S	Fam	Altu.	Solo	Alti	Lat, long
Floresta Paludosa da Restinga											
Marques e Oliveira, 2004 [#]	MO	Paranaguá, PR	NA	3,162	0,982	25	11	NA	E	15*	25°29', 48°17'
Negrelle, 2006	NE	Itapoá, SC	1,0	3,915	0,811	124	46	10,9	E	9	26°04', 48°38'
Mancino et al., <i>submetido</i> ^a	IÇ	Içara, SC	0,13	3,047	0,844	37	20	10,6	G	16	28°44', 49°13'
Martins et al., 2013	MA	Baln. Arroio Silva, SC	1,0	2,123	0,652	26	15	7	O	3,6	28°55', 49°29'
Mancino et al., <i>submetido</i> ^a	BA	Baln. Arroio do Silva, SC	0,13	2,586	0,825	23	13	7,5	O	8	29°02', 49°31'
Mancino et al., <i>submetido</i> ^a	MS	Morrinhos do Sul, RS	0,13	3,779	0,846	87	36	8,2	G	10	29°18', 49°55'
Kindel, 2002 ^a	KI	Torres, RS	0,10	3,054	0,785	49	25	8,9	G	18	29°21', 49°45'
Santos-Júnior, 2011 ^a	SA	Terra de Areia, RS	0,50	2,75	0,756	38	22	8,4	G	3	29°37', 50°04'
Dorneles e Waechter, 2004 ^q	DW	Tavares, RS	60 p	2,601	0,854	21	14	8,8	O	7*	31°04', 50°46'
Waechter e Jarenkow, 1998 ^q	WJ	Rio Grande, RS	30 p	2,05	0,696	19	14	NA	O	4*	32°30', 52°40'
Média ± desvio-padrão	-	-	-	± 0,58	± 0,08	± 32	± 10	7 ± 1,3	-	± 5	-
Floresta Arenosa da Restinga											
Scherer et al. 2009	9JA	Jaguaruna, SC	0,10	3,107	0,8812	34	16	8,06	NQ	NA	28°42', 49°02'
Scherer et al. 2009	9SO	Sombrio, SC	0,10	2,701	0,8107	28	20	6,39	NQ	NA	29°05', 49°34'
Scherer et al. 2009	9AS	Arroio do Sal, RS	0,10	1,705	0,5601	21	14	5,42	NQ	NA	29° 33', 49°56'
Scherer et al. 2009	9OS	Osório, RS	0,10	2,528	0,8438	20	15	6,27	NQ	NA	29°49', 50°10'

Trabalho	Cód.	Município/Estado	Area	H'	J'	S	Fam	Altu.	Solo	Alti	Lat, long
Scherer et al. 2009	9PS	Palmares do Sul, RS	0,10	1,941	0,6717	18	14	5,86	NQ	NA	30°12', 50°31'
Scherer et al. 2009	9TP	Tapes, RS	0,10	2,316	0,7729	20	14	5,9	NQ	NA	30°37', 51°21'
Scherer et al. 2009	9AB	Arambaré, RS	0,10	1,712	0,5715	20	17	5,28	NQ	NA	30°52', 51°27'
Scherer et al. 2009	9MO	Mostardas, RS	0,10	2,704	0,8507	24	14	5,06	NQ	NA	31°02', 50°48'
Scherer et al. 2009	9SL	São Lourenço do Sul, RS	0,10	2,086	0,7362	17	14	4,88	NQ	NA	31°20', 51°56'
Scherer et al. 2009	9BR	Barra do Ribeiro, RS	0,10	1,305	0,4945	14	13	6,52	NQ	NA	30°11', 51°19'
Scherer et al. 2005: Tapera	5TAP	Viamão, RS	0,13	2,38	0,841	17	10	5,5	NQ	17	30°22', 51°00'
Scherer et al. 2005: Lagoinha	5LAG	Viamão, RS	0,2	2,31	0,737	23	18	5,5	NQ	17	30°22', 51°00'
Scherer et al. 2005: Coruja	5COR	Viamão, RS	0,29	1,96	0,691	17	11	5,5	NQ	17	30°22', 51°00'
Scherer et al. 2005: Puma	5PUM	Viamão, RS	0,26	2,19	0,758	18	13	4	NQ	17	30°22', 51°00'
Scherer et al. 2005: Capivara	5CAP	Viamão, RS	0,14	1,08	0,47	10	7	4	NQ	17	30°23', 50°58'
Scherer et al. 2009: Bojuru	9BO	São José do Norte, RS	0,10	1,538	0,619	12	11	6,09	NQ	NA	31°38', 51°25'
Scherer et al. 2009: Quinta	9QU	Rio Grande, RS	0,10	2,154	0,7768	16	14	5,12	NQ	NA	32°05', 52°17'
Scherer et al. 2009	9JA	Jaguarão, RS	0,10	1,971	0,7468	14	8	5,41	NQ	NA	32°30', 53°18'
Scherer et al. 2009: Marmeleiro	9MA	Santa Vitória do Palmar, RS	0,10	1,875	0,8142	10	8	5,64	NQ	NA	33°02', 53°04'
Scherer et al. 2009: Hermenegildo	9HE	Santa Vitória do Palmar, RS	0,10	1,829	0,7361	12	9	5,14	NQ	NA	33°38', 53°16'
Média ± desvio-padrão	-	-	-	2,112 ± 0,50	0,709 ± 0,11	21,4 ± 7	20 ± 4	5,57 ± 0,8	-	-	-

Cód.: código utilizado na matriz do anexo I. Area: área total amostrada (hectare). H': índice de Shannon, J': equabilidade de Pielou, S: riqueza de espécies, Fam: riqueza de famílias, Altu: altura média, Alti: altitude acima do nível do mar, lat: latitude, long: longitude. # DAP > 3,18. NA: não avaliado/medido pelos autores. ^q: método de pontos quadrantes, *dados estimados pelo Google Earth. ^adados extrapolados para 1 ha. Tipo de solo: O: Organossolos, G: Gleissolos, E: Espodossolos, NQ: Neossolos quartzarênicos, NGO: ocorrem os Neossolos, Gleissolos e Organossolos.

Análise dos dados – Todos os nomes das espécies foram atualizados no The Plant List (2010) e/ou TNRS (2013) e as famílias seguiram o proposto por APG III (2009) para Magnoliófitas e Smith et al. (2006) para Monilófitas. A FPR e a FAR foram comparadas entre si em termos de número de espécies e famílias, frequência e densidade das espécies e pelos índices de diversidade (Shannon, Pielou) para mostrar diferenças no padrão florístico destas comunidades. Para o cálculo da diversidade foram utilizados os dados de densidade das espécies padronizados para 1 ha. As espécies foram classificadas quanto à frequência e distribuição. Para detectar diferenças entre o padrão florístico das espécies da FPR e da FAR, foram utilizados os dados de densidade das espécies encontradas em 20 locais de pesquisa na FAR (dois estudos) e em dez locais na FPR (oito estudos), com base nos estudos apresentados na Tabela 1, para a realização de uma NPMANOVA e para verificar diferenças internas, realizamos o teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney entre pares (U-test). Para investigar a existência de uma relação entre as espécies arbóreas com maior densidade (Dens. ≥ 10) e os fatores abióticos, foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) com as variáveis ambientais (edáficas, biogeográficas e climáticas) com mais fraca ou ausente colinearidade (correlação $\leq 0,3$: tipo de solo, altitude, latitude e precipitação). Outros fatores do solo e a distância do mar não puderam ser utilizados na CCA por efeito da colinearidade. A CCA e a NPMANOVA foram realizadas com o Pacote Vegan (Oksanen et al., 2013) na plataforma R 2.15.3 (R Development Core Team, 2008) e as outras análises com o Past 2.15 (Hammer et al., 2001), considerando $\alpha \leq 5$.

Resultados

Floresta Paludosa da Restinga

No total, os dez estudos da FPR apresentaram 220 espécies arbóreas pertencentes a 56 famílias, a média foi 45 (± 32) espécies por sítio e a variação específica foi de 19 a 124 espécies. Dentre estas, 97,7% foram angiospermas, sendo 95,5% dicotiledôneas 2,2% monocotiledôneas (palmeiras), três monilófitas (1,3%) e uma gimnosperma (0,45%). Em média, foram registradas 21 (± 10) famílias. As famílias mais ricas foram Myrtaceae, Lauraceae, Fabaceae, Euphorbiaceae e Rubiaceae, somando 47% das espécies. Aproximadamente 50% das famílias (29) foram representadas por uma única espécie, somando 13% do total de espécies (Tab. 2, Fig. 1).

Embora com pequena variação do esforço amostral, a riqueza de espécies local (diversidade α) variou de 19 a 124 (média: 45) e foi significativamente diferente entre as áreas (U-Test: 299, $p < 0.001$). Morrinhos do Sul e Itapoá mostraram os mais elevados números de espécies. A equabilidade variou bastante (de 0,65 até 0,98), e também a altura média da vegetação (de 7 a 10,9 m, Tab. 2).

Sete espécies (*Euterpe edulis*, *Ocotea pulchella*, *Guarea macrophylla*, *Myrcia pulchra*, *Myrcia brasiliensis*, *Myrcia multiflora* e *Alchornea triplinervia*) somaram 43% da densidade total. Onze espécies foram encontradas em mais de 50% dos locais e quase 60% das espécies (126), em apenas um local (Tab. 2).

Florestas Arenosas da Restinga - FAR

A maioria dos locais de estudos da FAR está no Rio Grande do Sul (18) e dois em Santa Catarina. O checklist da FAR (Scherer et al., 2005; Scherer et al., 2009) apresentou 109 espécies pertencentes a 42 famílias (Fig. 1), sendo que a variação específica foi de 10 a 39 (média = 20 ± 7) táxons identificados até ao nível de espécie. Quase metade das espécies (45%) da FAR estava presente em apenas um local e dez espécies, em mais de 50% dos locais. Seis espécies (*Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uruguayensis*, *Myrsine parvula*, *Sebastiania serrata*, *Casearia sylvestris* e *Myrciaria cuspidata*) somaram 41% da densidade total. Apenas duas espécies eram monocotiledôneas. Em média, foram registradas 20 (± 4) famílias e as mais ricas em espécies foram Myrtaceae, Lauraceae, Fabaceae e Sapindaceae, representando 37,6% das espécies. Aproximadamente 50% das famílias (22) foram representadas por uma única espécie, somando 20% do total de espécies. Não houve diferença significativa na densidade entre as áreas (U-Test: 38,7 $p = 0,99$). A equabilidade variou razoavelmente (média $0,718 \pm 0,11$), e também a altura média da vegetação ($5,57 \pm 0,86$ m, Tab. 2).

Comparação entre as fisionomias

O checklist das duas formações reuniu 265 espécies e 64 famílias, das quais apenas cinco espécies eram monocotiledôneas (palmeiras, Tab. 3). A maioria das espécies (59%) foi exclusiva da FPR e 17% exclusiva da FAR, com 24% (64 espécies) das espécies compartilhados entre as

fisionomias (e.g. *Casearia sylvestris*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Allophylus edulis*, *Marlierea eugeniopsoides*, *Guapira opposita*, *Eugenia uniflora*, *Myrsine guianensis* e *Ocotea pulchella* entre as mais comuns). As fisionomias compartilharam 33 famílias (51%), sendo sete exclusivas das FAR e 24 exclusivas da FPR (Fig. 1).

A diversidade H' de Shannon foi mais alta para a FPR 3,995 nats/ind., enquanto para a FAR foi 3,632 nats/ind. Já a equabilidade foi mais alta na FAR ($J' = 0,774$), ficando a FPR com $J' = 0,740$.

A NPMANOVA mostrou diferença significativa no padrão florístico-estrutural entre FAR e FPR ($F=3,49$ $p<0,001$).

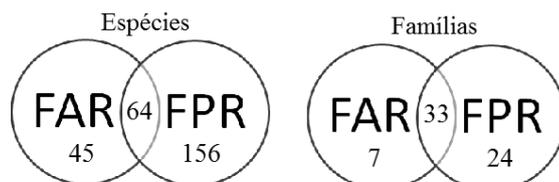


Figura 1: Diagrama de Venn do número de espécies e famílias nas Florestas Arenosas e Paludosas da Restinga no Sul do Brasil.

Figure 1. Venn diagram of species and families number in Sandy and Swampy Restinga Forest on Southern Brazil.

Tabela 2. Descritores estruturais do componente arbóreo na Floresta Paludosa da Restinga (dez locais de estudo) e na Floresta Arenosa da Restinga (20 locais de estudo) com base na literatura examinada no Sul do Brasil. (Para mais detalhes, vide tab. 1)

Table 2: Parameters of tree component of Swamp Restinga Forest (SWRF: ten sites) and Sandy Restinga Forest (SARF: 20 sites) based on literature examined in Southern Brazil. (For more details, vide tab. 1)

Família / Espécie	FAR		FPR	
	FR	DR	FR	DR
Anacardiaceae				
<i>Lithrea brasiliensis</i> Marchand	2,19	0,89	0,00	0,00
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	0,00	0	0,44	1,13
Annonaceae				
<i>Annona cacans</i> Warm.	0,00	0,00	0,22	0,00
<i>Annona glabra</i> L.	0,27	0,09	0,00	0,00
<i>Annona maritima</i> (Záchia) H.Rainer	0,27	0,02	0,00	0,00
<i>Annona sericea</i> Dunal	0,27	0,03	0,00	0,00
<i>Duguetia lanceolata</i> A. St.-Hil.	0,00	0,00	0,22	0,01
<i>Gutteria australis</i> A. St.-Hil.	0,00	0,00	0,67	0,36
<i>Xylopiá brasiliensis</i> Spreng.	0,00	0,00	0,22	0,04
Apocynaceae				
<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll. Arg.	0,00	0,00	0,22	0,01
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	0,00	0,00	0,22	0,01
Aquifoliaceae				
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	0,00	0,00	0,67	0,07
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	0,55	0,55	1,11	0,16
<i>Ilex integerrima</i> Reissek	0,00	0,00	0,22	0,08
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	0,27	0,61	0,00	0,00
<i>Ilex pseudobuxus</i> Reissek	0,55	0,67	1,33	0,73
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	0,00	0,00	0,89	0,26
Araliaceae				
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	0,00	0,00	0,22	0,17
<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin	0,00	0,00	0,44	0,10
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	0,00	0,00	0,22	0,02
Arecaceae				
<i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Butia capitata</i> (Mart.) Becc.	0,55	0,21	0,00	0,00
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	0,00	0,00	1,11	8,72
<i>Geonoma pohliana</i> Mart.	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	0,00	0,00	1,33	0,86
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	2,47	1,50	1,78	1,69
Asteraceae				

Família / Espécie	FAR		FPR	
	FR	DR	FR	DR
<i>Baccharis angusticeps</i> Dusén	0,55	0,21	0,00	0,00
Bignoniaceae				
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	0,00	0,00	0,44	0,06
<i>Handroanthus pulcherrimus</i> (Sandwith) S.O.Grose	0,55	0,88	0,00	0,00
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	0,00	0,00	0,44	0,71
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	0,00	0,00	0,44	0,03
Boraginaceae				
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Cordia sylvestris</i> Fresen.	0,00	0,00	0,22	0,08
Burseraceae				
<i>Protium kleinii</i> Cuatrec.	0,00	0,00	0,44	0,07
Cannabaceae				
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	0,82	0,18	0,00	0,00
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	0,00	0,00	0,22	0,08
Cardiopteridaceae				
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard	0,00	0,00	0,22	0,07
Celastraceae				
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	0,55	3,06	0,00	0,00
<i>Maytenus cassineformis</i> Reissek	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Maytenus dasyclados</i> Mart.	0,27	0,27	0,22	0,01
<i>Maytenus robusta</i> Reissek	0,00	0,00	0,22	0,12
Chrysobalanaceae				
<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	0,00	0,00	0,44	0,28
Clethraceae				
<i>Clethra scabra</i> Pers.	0,00	0,00	0,22	0,16
Clusiaceae				
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	0,00	0,00	0,44	0,19
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	0,00	0,00	0,67	0,55
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	0,00	0,00	0,89	0,67
Combretaceae				
<i>Buchenavia kleinii</i> Exell	0,00	0,00	0,22	0,01
Cunoniaceae				
<i>Weinmannia discolor</i> Gardner	0,27	0,03	0,00	0,00
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl	0,00	0,00	1,11	0,21
Cyatheaceae				
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin	0,00	0,00	0,22	0,51
<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin	0,00	0,00	0,44	0,03
Ebenaceae				
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	0,55	0,09	0,00	0,00
Elaeocarpaceae				
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	0,00	0,00	0,22	0,30
Erythroxylaceae				
<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E.Schulz	1,37	0,37	0,44	0,04
<i>Erythroxylum vacciniifolium</i> Mart.	0,55	0,12	0,67	0,08
Escalloniaceae				
<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	0,27	0,06	0,00	0,00
Euphorbiaceae				
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	0,00	0,00	0,22	0,28
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	0,00	0,00	0,44	0,12
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) M. Arg.	1,10	1,52	1,56	4,36
<i>Aparisthium cordatum</i> (Juss.) Baill.	0,00	0,00	0,22	1,92
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	0,00	0,00	0,22	0,03
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	0,27	0,03	0,44	0,02
<i>Sebastiania argutidens</i> Pax & K. Hoffm.	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	0,55	1,52	0,44	0,21
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	3,29	14,68	0,22	0,01
<i>Sebastiania serrata</i> (Baill. ex Müll. Arg.) Müll.Arg.	1,37	6,08	0,00	0,00
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	0,00	0,00	0,22	0,08
Fabaceae				
<i>Abarema langsdorffii</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	0,00	0,00	0,22	0,06
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & J.W. Grimes	0,27	0,06	0,22	0,02
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) J.F. Macbr.	0,00	0,00	0,22	0,32
<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	0,27	0,06	0,00	0,00
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	0,27	0,03	0,00	0,00
<i>Erythrina cristagalli</i> L.	1,37	1,27	0,22	0,26
<i>Inga edwallii</i> (Harms) T.D.Penn.	0,00	0,00	0,22	0,03
<i>Inga heterophylla</i> Willd.	0,00	0,00	0,22	0,01
<i>Inga marginata</i> Willd.	0,00	0,00	0,22	0,07
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	0,00	0,00	0,67	0,44
<i>Inga vera</i> Willd.	0,27	0,09	0,22	0,09
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	0,55	0,24	0,00	0,00
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	0,00	0,00	0,44	0,07
Lamiaceae				
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	3,29	1,09	0,44	0,02
Lauraceae				
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	0,27	0,06	0,22	0,16

Família / Espécie	FAR		FPR	
	FR	DR	FR	DR
<i>Aniba firmula</i> (Nees & C. Mart.) Mez	0,00	0,00	0,44	0,53
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	0,00	0,00	0,67	0,20
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & C. Mart. ex Nees	0,27	0,06	0,22	0,12
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	0,00	0,00	0,22	0,03
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	0,82	0,21	0,89	0,88
<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	0,00	0,00	0,22	0,54
<i>Ocotea dispersa</i> (Nees) Mez	0,00	0,00	0,22	0,17
<i>Ocotea elegans</i> Mez	0,00	0,00	0,44	0,12
<i>Ocotea glaziovii</i> Mez	0,00	0,00	0,22	0,09
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	0,55	0,09	0,00	0,00
<i>Ocotea nectandrifolia</i> Mez	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	0,55	0,25	0,22	0,10
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	0,27	0,03	0,00	0,00
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	3,29	2,57	2,00	7,41
<i>Ocotea pulchra</i> Vattimo	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Ocotea sylvestris</i> Vattimo	0,00	0,00	0,22	0,08
<i>Ocotea tristis</i> (Nees & C. Mart.) Mez	0,27	0,49	0,67	0,57
<i>Persea venosa</i> Nees & Mart. ex Nees	0,00	0,00	0,22	0,01
<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	0,00	0,00	0,22	0,08
Magnoliaceae				
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	0,00	0,00	0,44	0,37
Malpighiaceae				
<i>Byrsonima niedenzuiana</i> Skottsb.	0,55	0,79	1,33	2,71
Malvaceae				
<i>Spirotheca rivieri</i> (Decne.) Ulbr.	0,00	0,00	0,22	0,01
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	0,00	0,00	0,22	0,02
Melastomataceae				
<i>Miconia cabussu</i> Hoehne	0,00	0,00	0,22	0,08
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	0,27	0,30	0,22	0,05
<i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne	0,00	0,00	0,22	0,07
<i>Miconia hiemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin ex Naudin	0,27	0,03	0,00	0,00
<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin	0,00	0,00	0,22	0,05
<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin	0,27	0,06	0,22	0,07
<i>Miconia ramboi</i> Brade	0,27	0,12	0,00	0,00
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	0,00	0,00	0,44	0,03
<i>Mouriri chamissoana</i> Cogn.	0,00	0,00	0,22	0,07
Meliaceae				
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	0,55	0,06	0,89	1,04
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	0,55	0,09	1,78	6,75
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	0,55	0,42	0,00	0,00
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	0,27	0,03	0,00	0,00
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	0,00	0,00	0,44	0,05
<i>Trichilia palida</i> Sw.	0,00	0,00	0,22	0,01
Monimiaceae				
<i>Mollinedia calodonta</i> Perkins	0,00	0,00	0,22	0,11
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	0,00	0,00	0,67	0,95
<i>Mollinedia ulleana</i> Perkins	0,00	0,00	0,22	0,33
<i>Mollinedia lanceolata</i> Ruiz & Pav.	0,00	0,00	0,22	0,23
Moraceae				
<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott ex Spreng.	0,00	0,00	0,22	0,04
<i>Ficus cestrifolia</i> Schott ex Spreng.	4,38	2,31	1,56	1,14
<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Miq.	0,00	0,00	0,22	0,01
<i>Ficus insipida</i> Willd.	0,00	0,00	0,22	0,25
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	0,55	0,30	1,11	0,07
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	0,27	0,27	0,44	0,21
Myristicaceae				
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	0,00	0,00	0,22	0,02
Myrtaceae				
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	1,10	3,46	1,33	0,56
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	0,00	0,00	0,44	0,04
<i>Calyptranthes lucida</i> Mart. ex DC.	0,00	0,00	0,89	0,49
<i>Calyptranthes rubella</i> (O. Berg) D. Legrand	0,00	0,00	0,22	0,07
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	0,27	0,03	0,22	0,10
<i>Eugenia astringens</i> Cambess.	0,00	0,00	0,44	0,06
<i>Eugenia beaurepairiana</i> (Kiaersk.) D. Legrand	0,00	0,00	0,44	0,02
<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	0,00	0,00	0,22	0,08
<i>Eugenia brevistyla</i> D. Legrand	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	0,00	0,00	0,22	0,05
<i>Eugenia handroana</i> D. Legrand	0,00	0,00	0,22	0,07
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	0,55	0,08	0,00	0,00
<i>Eugenia multicostata</i> D. Legrand	0,00	0,00	0,44	0,20
<i>Eugenia myrcianthes</i> Nied.	1,37	0,44	0,00	0,00
<i>Eugenia neotrists</i> Sobral	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Eugenia speciosa</i> Cambess.	0,27	0,09	0,00	0,00
<i>Eugenia stigmatosa</i> DC.	0,00	0,00	0,22	0,14

Família / Espécie	FAR		FPR	
	FR	DR	FR	DR
<i>Eugenia subavenia</i> O. Berg	0,00	0,00	0,22	0,04
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Eugenia sulcata</i> Spring ex Mart.	0,00	0,00	0,44	0,23
<i>Eugenia umbelliflora</i> O.Berg	0,00	0,00	0,22	0,01
<i>Eugenia uniflora</i> L.	1,92	2,70	0,00	0,00
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	3,56	7,15	0,22	0,13
<i>Eugenia verticillata</i> (Velloso) Angely	0,55	0,18	0,22	0,02
<i>Marlierea eugeniopsoides</i> (Kausel & D.Legrand) D.Legrand	0,82	2,97	1,11	1,36
<i>Marlierea excoriata</i> Mart.	0,00	0,00	0,67	0,30
<i>Marlierea obscura</i> O. Berg	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Marlierea reitzii</i> D. Legrand	0,00	0,00	0,44	0,70
<i>Marlierea tomentosa</i> Cambess.	0,00	0,00	0,22	0,14
<i>Myrceugenia campestris</i> (DC.) D. Legrand & Kausel	0,00	0,00	0,44	0,19
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O. Berg.	0,00	0,00	0,22	0,05
<i>Myrceugenia reitzii</i> D. Legrand & Kausel	0,00	0,00	0,22	0,11
<i>Myrcia anacardifolia</i> Gardner	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Myrcia brasiliensis</i> Kiaersk.	0,82	0,42	1,56	5,35
<i>Myrcia dichrophylla</i> D. Legrand	0,00	0,00	0,44	0,24
<i>Myrcia glabra</i> (O.Berg) D. Legrand	0,27	0,03	1,11	0,86
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	0,82	0,79	0,22	0,02
<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Myrcia hebetata</i> DC.	0,00	0,00	0,22	0,23
<i>Myrcia insularis</i> Gardner	0,00	0,00	0,22	0,14
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	0,27	1,12	1,78	5,12
<i>Myrcia palustris</i> DC.	1,64	0,96	0,67	0,03
<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	0,27	0,03	1,11	3,81
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	0,27	0,06	0,89	5,47
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	0,27	0,03	0,22	0,07
<i>Myrcia stigmatica</i> O.Berg	0,27	0,03	0,00	0,00
<i>Myrcia tijucensis</i> Kiaersk.	0,00	0,00	0,44	0,10
<i>Myrcia racemosa</i> (O.Berg) Kiaersk.	0,00	0,00	0,44	0,35
<i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg	1,92	3,65	0,00	0,00
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	0,00	0,00	0,22	0,18
<i>Myrciaria plinioides</i> D. Legrand	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Myrrhimum atropurpureum</i> Schott	0,82	0,61	0,22	0,02
<i>Neomitranthes cordifolia</i> (D. Legrand) Legr.	0,00	0,00	0,67	0,11
<i>Neomitranthes glomerata</i> (D. Legrand) D. Legrand	0,00	0,00	0,22	0,01
<i>Plinia pseudodichasanthia</i> (Kiaersk.) G.M.Barroso ex Sobral	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	2,19	1,30	1,78	2,37
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.	0,00	0,00	0,22	0,03
Nyctaginaceae				
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	3,56	2,71	1,11	0,64
Ochnaceae				
<i>Ouratea parviflora</i> (DC.) Baill.	0,00	0,00	0,22	0,07
<i>Ouratea salicifolia</i> Engl.	0,00	0,00	0,22	0,23
Oleaceae				
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	0,00	0,00	0,22	0,15
<i>Tetrastylidium grandifolium</i> (Baill.) Sleumer	0,00	0,00	0,22	0,35
Oleaceae				
<i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P.S. Green	0,00	0,00	0,67	0,13
Pentaphragmaceae				
<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	0,00	0,00	0,22	0,01
Peraceae				
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	0,00	0,00	1,11	0,88
Phyllanthaceae				
<i>Hieronyma alchorneoides</i> All.	0,27	0,09	0,67	1,05
Phytolaccaceae				
<i>Phytolaca dioica</i> L.	0,27	0,03	0,00	0,00
Piperaceae				
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	0,00	0,00	0,22	0,08
Podocarpaceae				
<i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch ex Endl.	0,00	0,00	0,44	0,05
Polygonaceae				
<i>Coccoloba warmingii</i> Meisner	0,00	0,00	0,22	0,03
Primulaceae				
<i>Cybianthus brasiliensis</i> (Mez) G.Agostini	0,00	0,00	0,67	0,04
<i>Myrsine coriacea</i> R.Br.	3,29	2,69	0,00	0,00
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	0,55	0,61	0,00	0,00
<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.	1,37	6,13	1,78	1,12
<i>Myrsine parvula</i> (Mez) Otegui	1,37	0,31	0,67	0,14
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	0,00	0,00	0,22	0,18
<i>Myrsine venosa</i> (A. DC.) Mez	0,27	0,06	0,22	0,05
<i>Myrsine hermodensis</i> (Jung-Mend. & Bernacci) M.F.Freitas & Kin. Gouv.	0,00	0,00	0,67	0,04
Proteaceae				
<i>Roupala pallida</i> K. Schum.	0,27	0,15	0,00	0,00
Rhamnaceae				
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	1,10	1,21	0,22	0,01

Família / Espécie	FAR		FPR	
	FR	DR	FR	DR
Rosaceae				
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	0,00	0,00	0,22	0,02
Rubiaceae				
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	0,00	0,00	0,44	0,47
<i>Bathysa australis</i> (A. St.-Hil.) Hook. f. ex K. Schum.	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) K. Schum.	0,00	0,00	0,67	0,39
<i>Faramea montevidensis</i> D. C.	0,27	0,82	0,44	0,40
<i>Faramea latifolia</i> (Cham. & Schldt.) DC..	0,00	0,00	0,44	0,15
<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schldt.	0,55	0,67	0,00	0,00
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	0,00	0,00	1,11	0,43
<i>Psychotria suterella</i> Müll. Arg.	0,00	0,00	0,22	0,59
<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schldt.) DC.	1,92	0,44	0,22	0,01
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	0,00	0,00	0,22	0,04
<i>Rudgea recurva</i> Müll. Arg.	0,00	0,00	0,22	0,01
<i>Rudgea villiflora</i> K.Schum. ex Standl.	0,00	0,00	0,22	0,14
Rutaceae				
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	0,00	0,00	0,44	0,14
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	2,19	1,26	0,00	0,00
Sabiaceae				
<i>Meliosma selowi</i> Urb.	0,00	0,00	0,22	0,02
Salicaceae				
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	0,27	0,06	0,00	0,00
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	1,64	0,30	0,44	0,02
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	3,29	3,75	0,89	0,79
<i>Xylosma</i> sp. G. Forst.	0,27	0,03	0,00	0,00
Santalaceae				
<i>Jodina rhombifolia</i> (Hook. & Arn.) Reissek	0,27	0,06	0,00	0,00
Sapindaceae				
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	3,01	3,37	0,44	0,09
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	0,00	0,00	0,22	0,12
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	0,82	0,15	0,00	0,00
<i>Dodonea viscosa</i> Jacq.	1,10	0,83	0,00	0,00
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	0,55	0,06	0,22	0,02
<i>Matayba intermedia</i> Radlk.	0,27	0,03	1,11	3,63
Sapotaceae				
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	0,27	0,12	0,00	0,00
<i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.	0,27	0,24	0,22	0,02
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	2,19	0,83	0,22	0,08
<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	0,00	0,00	0,22	0,34
<i>Pouteria beaurepairei</i> (Glaz. & Raunk.) Baehni	0,00	0,00	0,44	0,33
<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.	2,47	0,72	0,22	0,01
<i>Terminalia australis</i> Cambess.	0,27	0,03	0,00	0,00
Solanaceae				
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	1,10	0,23	0,22	0,01
Styracaceae				
<i>Styrax glabratus</i> Schott	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	0,27	0,03	0,22	0,01
Symplocaceae				
<i>Symplocos itatiaiae</i> Wawra	0,27	0,06	0,00	0,00
Theaceae				
<i>Laplacea fruticosa</i> (Schrad.) Kobuski	0,27	0,03	0,22	0,03
Thymelaeaceae				
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	0,00	0,00	0,89	0,90
<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	0,27	0,03	0,00	0,00
Urticaceae				
<i>Boehmeria macrophylla</i> Hornem.	0,00	0,00	0,22	0,02
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	0,00	0,00	0,44	0,03
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	0,82	0,23	0,89	0,21
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	1,10	0,33	1,11	1,92
<i>Urera nitida</i> Brack	0,00	0,00	0,22	0,01
Verbenaceae				
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	0,00	0,00	0,67	0,20
<i>Citharexylum solanaceum</i> Cham.	0,27	0,09	0,00	0,00

Dados da FAR baseados em Scherer et al. (2005) e Scherer et al. (2009) e da FPR baseados em Dorneles e Waechter (2004), Martins et al. (2013), Kindel (2002), Negrelle (2006), Santos-Júnior (2011), Waechter e Jarenkow (1998), Morrinhos do Sul, Mancino et al. (*submetido*), Balneário Arroio do Silva, Mancino et al. (*submetido*), Içara, Mancino et al. (*submetido*) e Marques e Oliveira (2004). FR: frequência relativa. DR: densidade relativa.

Em relação ao tipo de solo, constatou-se um decréscimo nos valores da diversidade de Shannon, da equabilidade J' e da altura média das comunidades que ocorrem sobre Espodossolos-Gleissolos-Organossolos-Neossolos (Tab. 3).

Tabela 3. Medidas de diversidade e altura da comunidade arbórea em relação aos tipos de solo, com base em dez locais de estudo da FPR e 20 locais na FAR no Sul do Brasil.

Table 3. Diversity measures and height of tree community in relation to soil type, based in ten study sites of SWRF and 20 sites in SARF.

	S (\pm dp)	H'	J'	Fam.	Altura média
Espodossolos	75 \pm 10	3,538 \pm 0,377	0,892 \pm 0,086	28 \pm 17	10,9 \pm 0,01
Gleissolos	52,7 \pm 23	3,157 \pm 0,432	0,808 \pm 0,042	25 \pm 7	9,02 \pm 1,1
Organossolos	22,2 \pm 11	2,340 \pm 0,365	0,757 \pm 0,077	14 \pm 4	7,7 \pm 0,8
Neossolos quartzarênicos	21,4 \pm 7,5	2,112 \pm 0,506	0,710 \pm 0,114	14 \pm 4	5,5 \pm 0,9

S: número médio de espécies, dp: desvio-padrão. H': diversidade de Shannon. J': equabilidade de Pielou. Fam.: família.

A variação total explicada pela CCA foi 21%. Os dois primeiros eixos foram significativos e juntos somaram 14,4%, sendo primeiro relacionado com a latitude e precipitação e o segundo, com o tipo de solo ($p < 0,001$; Fig. 2).

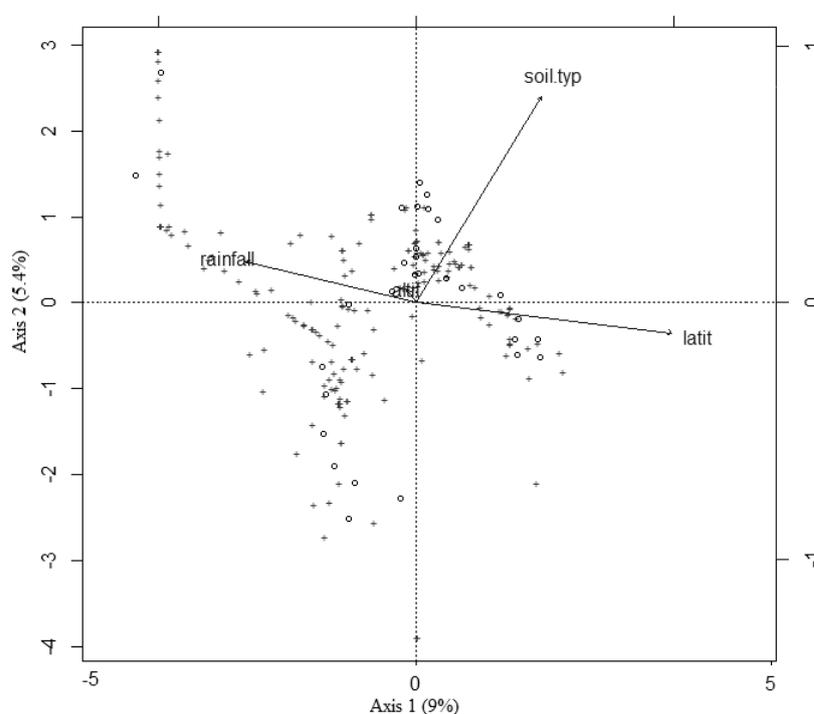


Figura 2. Diagrama de dispersão baseado na CCA de todas as espécies arbóreas amostradas na Floresta Paludosa da Restinga (dez locais de estudo) e da Floresta Arenosa da Restinga (20 locais) no Sul do Brasil. (círculos = áreas de estudo e + = as espécies). O nome das espécies e locais foram omitidos para melhorar a visibilidade.

Figure 2. Dispersion diagram based in CCA of all tree species sampled in Swamp Restinga Forest (ten sites of research) and Sandy Restinga Forest (20 sites) along Southern Brazil. (circles = study areas, + = species). Species names have been omitted to increase readability.

Discussão

Confirmamos a expectativa da diferença florístico-estrutural entre as Florestas Arenosas (FAR) e Paludosas (FPR) da Restinga. No geral, a riqueza média e específica das FAR (10-39 espécies, média = 20 espécies) relativamente menor do que as da FPR (19-124 espécies, média = 45 espécies) e a altura significativamente menor da vegetação da FAR pode ser atribuída às condições edáficas (fertilidade e topografia) e biogeográficas, discutidas mais adiante.

Myrtaceae, Lauraceae e Fabaceae, nesta ordem, são as mais ricas famílias em ambas as fitofisionomias, diferindo apenas na quarta posição, onde na FAR aparece Sapindaceae, na FPR surge Rubiaceae. A última aparece com sensível importância fitossociológica em vários trabalhos na Floresta Ombrófila Densa (e.g. Jarenkow, 1994; Negrelle, 2006) e também em outras fisionomias nesta região (e.g. Jurinitz e Jarenkow, 2003; Hentschel, 2008; Santos et al., 2012). Entretanto elas diferiram no percentual de participação das espécies, mostrando que a maior riqueza de espécies na FPR se deve às espécies raras (pouco frequentes). Isso também foi confirmado pelo número de famílias com uma única espécie.

O índice de diversidade de Shannon e a equabilidade de Pielou diferiram grandemente entre os locais de FPR, mas especialmente no gradiente longitudinal e latitudinal, reduzindo em direção ao sul e à linha da costa, mostrando a especificidade de hábitat de um conjunto particular de espécies com capacidade para tolerar à inundação (tab. 2) como discutido por Potts et al. (2002), que encontrou a distribuição de espécies arbóreas e a composição da comunidade influenciadas pela ação recíproca do habitat e efeitos de dispersão.

A heterogeneidade ambiental característica das Florestas Paludosas da Restinga propiciam as condições favoráveis a vários grupos de espécies, tornando-as mais biodiversa. De acordo com Rizzini (1979), o solo é o principal fator limitante para a fisionomia das Florestas de Restinga. Oliveira-Filho et al. (1994) mostraram efeitos de algumas características químicas do solo e da topografia em florestas no Sudeste brasileiro. Entretanto, geralmente esses fatores são determinados para a FAR (Santos-Filho et al., 2013), desconsiderando as FPR. Outros estudos apontam a influência do clima, latitude, microtopografia e drenagem, além do tempo para o desenvolvimento das comunidades (Oliveira-Filho et al., 1994; Koponem et al., 2004; Toledo et al., 2011). Potts et al. (2002) mostraram que a topografia e nutrientes do solo se correlacionam, de forma independente da florística e indicaram que a variação florística está mais fortemente correlacionada com o habitat do que com a distância geográfica na escala regional e que os fatores abióticos são mais influentes na diferenciação de associações de espécies particularmente nas florestas tropicais primárias.

Scarano (2002) mostrou que na Restinga, fragmentos vizinhos podem ter riqueza de espécies, diversidade e estrutura totalmente diferentes, dependendo da espécie lenhosa dominante. Comunidades mais recentes, como as florestas paludosas que ocorrem sobre turfeiras, tendem a apresentar menos espécies que as que ocorrem em outros substratos porque a sucessão vegetal é mais lenta e as condições do hábitat (frequentemente inundado e salino) limita o estabelecimento de várias espécies. Encontramos domínio de poucas espécies apenas nos organossolos, inclusive uma espécie de *Clusia*, a qual, segundo Scarano (2002), atua como facilitadora dominante nas restingas abertas e que as bromélias epifíticas da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (e.g. *Nidularium* sp.) fornecem locais seguros para a germinação de plantas terrestres quando os substratos são inóspitos, tais como, o solo arenoso e quente da FAR e os solos permanentemente inundados da FPR. Micheletti-Neto (2007)

encontrou *Clusia criuva*, *Guatteria australis*, *Hirtela hebeclada*, *Myrcia multiflora*, *Ocotea pulchella* e *Psidium cattleianum* como dominantes nas florestas secas da Restinga no litoral paulista. Dessas, as três primeiras foram encontradas apenas nas FPR no Sul do Brasil e as três últimas, em ambas as fisionomias abordadas deste estudo, evidenciando a plasticidade ecológica ampla dessas espécies e gêneros, as quais são menos exigentes e têm maior chance de sucesso de estabelecimento nesses habitats periféricos (Scarano, 2002). Ainda temos que considerar uma pequena margem de erro que pode advir da atualização dos nomes científicos, e pode levar a enganos graves quanto à identidade das espécies.

Até agora a legislação brasileira não considera diferenças existentes entre as fisionomias da Restinga para o licenciamento ambiental, negligenciando a rica diversidade das FPR e submetendo ao risco de extinção as espécies preferenciais e exclusivas dessa fisionomia. A resolução CONAMA n° 441/2011 que teve o objetivo de apresentar uma lista de espécies indicadoras dos diferentes estádios sucessionais da Restinga (160 espécies arbóreas) para o Estado do Rio Grande do Sul, mostrou 75 espécies arbóreas para a fase avançada da Restinga e 114 para a área de transição entre a Floresta de Restinga e outro tipo de vegetação. Desta lista, reconhecemos 104 espécies da FPR, 64 da FAR e 55 espécies em comum a ambas. O problema é que esta resolução não menciona as suas fisionomias, as quais mostramos que são distintas, tratando-as genericamente como Restinga, não mencionando o tipo de substrato (arenosos, paludosos ou turfosos) ou a frequência de inundações do habitat onde ocorrem, gerando imprecisão e confusão quanto à real diversidade das fisionomias, pois a literatura geralmente considera as florestas da Restinga pobres em espécies. Devido a isso, é necessária uma clara definição científica e também jurídica, para que as FPR sejam merecidamente representadas no sistema nacional de unidades de conservação.

De acordo com pesquisas nos sítios do Instituto Chico Mendes e das Secretarias Estaduais de Meio Ambiente, encontramos aproximadamente 64 Unidades de Conservação (UCs) que incluem áreas de Restinga no Sul do Brasil, exceto para as reservas municipais do Paraná, no qual o sítio do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) não apresentava essas informações. Nas unidades de conservação cadastradas, porém, faltavam informações detalhadas das condições dos solos nos planos de manejo, e não pudemos descobrir se correspondiam à Restinga Arenosa ou Paludosa. Brack (2006) chamou a atenção para a baixa eficiência na conservação das UCs. Segundo Dourojeanni e Pádua (2006), o Ministério do Meio Ambiente e o Ibama reconhecem falhas na representação dos biomas brasileiros no Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Nós observamos a desconsideração das fisionomias da Restinga devido a escala de estudo e, portanto, de representatividade das FPR nas UCs, a qual deveria considerar ecossistemas ou fisionomias.

O tempo de desenvolvimento, características dos solos, a posição geográfica/climática, a natureza descontínua da vegetação, as características e o tipo de manejo da matriz do entorno condiciona boa parte das peculiaridades nas FPR, tais como a composição e a densidade da vegetação,

a espessura da serapilheira e a drenagem. A largura da área de Restinga na costa sul-brasileira também pode ser muito variável, por exemplo em Santa Catarina, apresentando poucos metros até 20 km (Korte et al., 2013) e até 50 km no Paraná (Silva e Brites, 2005), influenciando diferentemente suas fitofisionomias. As FR mais para o interior são geologicamente mais antigas e ambientalmente mais heterogêneas do que as situadas próximas da praia, onde está a maioria das FAR, sendo a heterogeneidade ambiental uma das principais causas da distinção florístico-estrutural entre FAR e FPR (Teixeira e Assis, 2009).

Korte et al. (2013) encontraram 28 espécies arbustivo-arbóreas na Restinga em Santa Catarina, incluindo áreas de diferentes zonas ecológicas, como praias frontais, dunas, antedunas, áreas de banhado e a restinga arbóreo/arbustiva. O substrato turfoso age como um filtro ambiental adicional, além do estresse hídrico na composição de espécies das FPR (Martins et al., 2013). Assim também, a maioria dos estudos de comunidades em área de Restinga mostram reduzido número de espécies (e.g. Waechter e Jarenkow, 1998; Záchia e Waechter, 2011; Santos et al., 2012). Se considerarmos apenas os locais de solos permanentemente inundados, extremo superior do gradiente de umidade das FPR, estes podem apresentar menos espécies que à FOD ou a FAR (Dillenburg et al., 1992), interveniente que pode dar uma impressão equivocada da real diversidade dessa fisionomia da Restinga (Santos-Júnior, 2011). Os estudos em áreas transicionais (e.g. NEG, MDS) ou conectadas com outras florestas evidenciam sua superior diversidade (tab. 1), cuja riqueza e composição é mais semelhante à da Floresta Ombrófila Densa (Jarenkow, 1994; Sevegnani, 1995; Negrelle, 2006). A FAR, por outro lado, apresentou uma riqueza específica de 10 a 34 espécies e a média foi 18 espécies, bem inferior à FPR, confirmando a nítida diferenciação no padrão da diversidade arbórea ($DAP \geq 5$). Também constatamos a menor altura média na FAR, onde os solos arenosos apresentam menor capacidade de reter a água no solo, menor taxa de decomposição da serapilheira e portanto, menor fertilidade natural. FAR são menos diversas do que a FPR típica, e todas menos diversa que a FODTB.

Temos visto que nem todas as espécies da Mata Atlântica conseguem sucesso no estabelecimento e permanência nas FPR devido às condições restritivas de alguns ambientes, mais evidentes nos locais com permanente camada superficial de água. Florestas que ocorrem em solo turfoso (FPR) mostram densas populações, porém com mais baixa riqueza e equabilidade, ou seja, as espécies apresentam densidades similares. O reduzido número de táxons específicos em florestas paludosas neotropicais está relacionado à fatores do estresse ambiental, como encontrado por Duivenvoorden (1996). Em uma revisão do mesmo autor, em solos permanentemente alagados, a baixa disponibilidade de oxigênio leva à reduzida aquisição de nutrientes, taxa de decomposição e mais alta imobilização de nutrientes, além da mais forte acidificação (ácidos húmicos e fúlvicos originados pela decomposição da matéria orgânica), que impõem severo estresse para as espécies. Embora locais mais estressantes apresentem menos espécies e alta dominância (BAS e WJ), a riqueza média de espécies da FPR revela que esta fisionomia é muito diversa, ao contrário do que se pensava. O limite superior do

gradiente longitudinal mostrou em torno de 100 espécies, o inferior, ao redor de 20 e a média, 45. Scherer et al. (2009) e Scherer et al. (2005) registraram 18 espécies em média nas FAR, confirmando a notável diferença na riqueza de árvores das áreas úmidas (como as FPR) e a FAR. Nas Florestas Paludosas do Peru, Gentry (1982) encontrou quase 50% de sobreposição de espécies nas amostras e propôs que o solo foi menos importante para a riqueza do que fatores biogeográficos. Neste estudo, encontramos um quarto de sobreposição de espécies entre as FPR e FAR e, assim como ele, a posição latitudinal parece ser muito importante para este padrão, refletindo a dispersão das espécies arbóreas a partir das florestas tropicais do nordeste deste país, destacando dois grandes *pool* regionais de espécies (betadiversidade, senso Whittaker). Mostramos a baixa similaridade florística e estrutural entre as FPR e as FAR, e, embora a maior parte da região Sul fique abaixo do Trópico de Capricórnio, as FPR apresentam maior diversidade de táxons. Segundo estudos desenvolvidos por Rambo (1950), pouco mais de 1000 espécies seriam exclusivas da FOD e formações pioneiras do litoral nordeste do Rio Grande do Sul, se comparadas com listas da flora de outras regiões do Estado. De acordo com Brack (2006), os levantamentos florísticos e estruturais do componente arbóreo revelam que a riqueza varia de 15 a 114 espécies por hectare, mas não considerou as distintas fisionomias.

As famílias mais ricas da FPR (Myrtaceae, Lauraceae, Rubiaceae) foram similares às da FAR e de outras regiões Atlânticas (Silva et al., 2010; Assis et al., 2004), mas diferiram do padrão encontrado por Gentry (1988) em florestas paludosas tropicais em vários continentes, na qual Fabaceae predominaram, provavelmente devido à grande abrangência latitudinal do estudo de Gentry. Ele mostrou os efeitos da especificidade do substrato na composição de espécies em florestas do Peru, encontrando 21 espécies como especialistas de substratos alagados, assim como Lobo e Joly (2000). Em nosso trabalho encontramos muitas espécies exclusivas da FPR, especificamente nos organossolos, as quais podem ser especialistas de hábitats.

Assim como neste estudo, Ivanauskas et al. (1997) mostraram a diferença estrutural e florística das florestas paludosas e outras adjacentes. Esses autores encontraram baixa similaridade entre as florestas paludosas e as florestas bem drenadas de encosta no Estado de São Paulo. Em comparação com florestas de planalto, eles encontraram 28% de espécies exclusivas de área paludosas e 72% em comum. Eles propuseram uma classificação das espécies das florestas paludosas, evidenciando grupos de espécies preferenciais de cada ambiente e impulsionando estudos das especificidades das espécies à esses hábitats.

Geralmente a literatura trata as florestas da Restinga como as florestas da planície costeira estabelecidas sobre solos bem drenados. A maior parte dos estudos publicados ainda não consideram as diferenças fisionômicas evidentes entre FPR e FAR, e raramente detalham as condições edáficas, como a variação do nível do lençol freático (Araujo e Henriques, 1984). Devido a isso, os estudos comparativos são dificultados e a estrutura florístico-estrutural das FPR é ainda pouco conhecida. Waechter (1985; 1990) havia mostrado a distinção entre as florestas da Restinga no Sul do Brasil e as

condições de drenagem do solo e salinidade influenciada pela maritimidade são importantes na diferenciação florística desta vegetação. Mesmo assim, a diferença entre essas fisionomias têm sido negligenciadas pela legislação. Klinge et al. (1990) chamaram a atenção para a correta classificação das FP, as quais deveriam considerar o gradiente florístico entre ambientes marinhos e fluviais, bem como critérios hidrológicos, químicos e físicos, porém ainda não foi considerado no Brasil. Junk et al. (1989) ofereceram uma classificação para unificar os pulsos de inundação, (causas do regime de inundação, incluindo duração, frequência e previsibilidade) e salinidade, conteúdo nutricional também podem ser incorporados em menor nível.

Araujo (1992) sugeriu uma classificação pioneira para as Restingas do Rio de Janeiro e demonstrou a percepção de distintos grupos florísticos (ou fisionomias) nas Restingas da Ilha do Mel, no Paraná. Assim, defendemos a distinção jurídica e científica entre FPR e FAR, as quais devem ser reconhecidas como unidades fitofisionômicas distintas da Restinga, como proposto por outros pesquisadores (*e.g.* Teixeira e Assis, 2011; Magalhães e Maimoni-Rodella, 2012).

Mostramos a variação florístico-estrutural do componente arbóreo sobre os diferentes tipos de solos da FPR e da FAR (tab. 3), ratificando a previsão de que o solo pode conduzir as diferenças entre as fisionomias da Restinga. Entretanto, não pudemos incluir todas as variáveis de solo nas análises multivariadas porque muitas exercem efeitos sobrepostos e podem mascarar as respostas. Embora os solos da FPR não sejam férteis em todas as amostras, a altura e diversidade da vegetação demonstra um uso altamente eficiente dos nutrientes, como mostrado por Jordan (1985), no qual mostrou que a produtividade da floresta pode não ser diretamente correlacionada ao conteúdo de nutrientes no solo devido à aquisição de nutrientes altamente eficiente das espécies autóctones.

De fato, as espécies que ocupam estes nichos podem conseguir se estabelecer em grande extensão geográfica, porém, adicionalmente apresentam adaptações fisiológicas e/ou morfológicas, como tolerância às inundações (Scarano et al., 1997) e de resistência ao estresse, o metabolismo CAM, além das plantas facilitadoras (Scarano, 2002). A propagação vegetativa (clonal) destaca-se como a mais utilizada pelas espécies de ambientes com inundação permanente (Souza e Martins, 2006; Scarano, 1998).

A CCA nos permite inferir que, na escala latitudinal deste estudo (do paralelo 28 ao 32), os parâmetros edáficos (tipo de solo, topografia) e a posição geográfica podem explicar a alta diversidade das FPR na região Sul. As áreas transicionais com a FODTB, como encontrado por Negrelle (2006), em Garopaba, e por Mancino et al. (submetido), em MDS, e a proximidade com florestas adjacentes bem conservadas, de altíssima diversidade, e por outro lado, as florestas que ocorrem sobre turfeiras e solos arenosos, mais pobres em espécies, moldam o gradiente de diversidade nas florestas da Restinga. Reconhecemos que é muito difícil conhecer todos os fatores (condições do hábitat, riqueza, equabilidade etc.) que determinam o gradiente de uma fisionomia, mas, com informações de boa parte do gradiente, pode-se abrir caminho para o entendimento dos seus padrões e processos regulatórios.

Finalmente, nossas análises sustentaram a diferenciação florístico-estrutural entre as FPR e FAR, na composição de espécies, na diversidade, bem como nas condições do hábitat, mostrando que as FPR apresentam grande variação no padrão florístico-estrutural e edáfico, e algumas áreas podem ser muito mais diversas que outras devido a influência local da drenagem do solo, mas principalmente devido à posição geográfica e à possível influência das formações adjacentes. Grande parte das espécies encontradas nas FR são generalistas de hábitats, ocorrendo também em outros biomas e condições ambientais, ou seja, elas apresentam alta plasticidade, mostrando-se bem sucedidas por apresentarem adaptações e estratégias para tolerar solos ácidos, com variados níveis de fertilidade, excesso de água, sal e calor (Scarano et al., 1997; Scarano, 1998). Contudo, é imprescindível a incorporação jurídica e científica das distintas fisionomias das florestas de Restinga (FPR e FAR) para que possibilite sua adequada representação em unidades de conservação, subsidiando o manejo e a conservação da biodiversidade da planície costeira na região Sul.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES pela bolsa de doutorado concedida à primeira autora.

Referências

1. APG III - Angiosperm Phylogeny Group Classification, 2009. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> Acesso em: 18 out. 2012.
2. Araujo, D.S.D.; Henriques, R.P.B. 1984. Análise florística das restingas do estado do Rio de Janeiro. In Restingas: Origem, estrutura e processos (L.D. Lacerda, D.S.D. Araujo, R. Cerqueira e B. Turcq, orgs.). Universidade Federal Fluminense/CEUFF, Niterói, p.159-193.
3. Araujo, D.S.D. 1992. Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: a first approximation. In: U. Seeliger (org.). Coastal plant communities of Latin America. New York. Academic Press. 337-347.
4. _____. 2000. Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado de Rio de Janeiro. Tese de doutorado (Botânica), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
5. Becker, F.G., Irgang, G.V., Hasenack, H., Vilella, F.S., Verani, N.F. 2004. Recover and conservation state of a region in the Southern limit of the Atlantic forest (river Maquiné basin, Rio Grande do Sul, Brazil). Braz. J. Biol., 64(3B): 569-582.
6. Brack, P. 2006. Vegetação e Paisagem do Litoral Norte do Rio Grande do Sul: patrimônio desconhecido e ameaçado. Resumos do II Encontro Socioambiental do Litoral Norte do RS, 2006: ecossistemas e sustentabilidade. Imbé: CECLIMAR – UFRGS. Pp.46-71.
7. Casanova, M.T., Brock, M.A. 2000. How do depth, duration and frequency of flooding influence the establishment of wetland plant communities? Plant Ecology 147: 237–250.
8. CONAMA. Resolução n° 261/1999. Lista o parâmetro básico para análise dos estágios sucessionais de vegetação de Restinga para o Estado de Santa Catarina.
9. _____. Resolução n° 303/2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.
10. _____. Resolução n° 441/2011. Lista de espécies indicadoras dos estágios sucessionais de vegetação de Restinga para o Estado do Rio Grande do Sul. Publicada no D.O.U. n° 2, 03 de janeiro de 2012.
11. De Cáceres, M., Legendre, P., Moretti, M. 2010. Improving indicator species analysis by combining groups of sites. Oikos, 119(10), 1674-1684.
12. Dorneles, L.P.P; Waechter, J.L. 2004. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. Acta Bot. Bras. 18(4): 815-824.
13. Dourojeanni, M.J. & Pádua, M.T.J. 2006. Biodiversidade: a hora decisiva. Curitiba: Editora UFPR.

14. Duivenvoorden, J.F. 1996. Patterns of tree species richness in rain forests of the middle Caqueta area, Colombia, NW Amazonia. *Biotr.* 28(2): 142-158.
15. Ehrenfeld, J.G. 1990. Dynamics and processes of barrier island vegetation. *Rev. Aqua. Scien.* 2:437-480.
16. Fontana, C.S.; Bencke, G.A.; Reis, R.E. 2003. Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. EDIPUCRS. Porto Alegre.
17. Gentry, A. H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. In *Evolut. biol.* (pp. 1-84). Springer, USA.
18. _____. 1986. Species richness and floristic composition of Chocó region plant communities. *Caldas.* 15: 71-91.
19. _____. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Miss. Bot. Garden* 75 (1): 1-34.
20. Giehl, E.L.H. (coord.) 2012. Flora digital do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. URL: <http://ufrgs.br/floradigital>. Acessado: 28 nov 2013.
21. Google Earth 2013. Image obtained by online software Google Earth version 7.1.2.2041. Acessado: 20 nov 2013.
22. Guedes, D., Barbosa, L.M., Martins, S.E. 2006. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no Município de Bertioxa, SP, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 20: 299-311.
23. Hentschel, R.L. 2008. Gradiente vegetacional, variáveis ambientais e restauração na Restinga da Praia do Ouvidor, Garopaba, Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Botânica) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
24. Hubbell, S.P, Foster, R.B. 1986. Biology, chance and history and the structure of tropical rain forest tree communities. In J. Diamond e T. Case (eds.), *Community Ecology.*, New York Harper e Row. Pp. 314-329
25. IBGE. 1992. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro.
26. INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2013. Boletins meteorológicos.
27. IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 28 November 2013.
28. Jarenkow, J.A. 1994. Estudo fitossociológico comparativo entre duas áreas com mata de encosta no Rio Grande do Sul. 125 p. São Carlos: UFSCar. Tese de doutorado, Centro de Ciências e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.
29. Jordan, C.F. 1985. Nutrient cycling in tropical forest ecosystems. John Wiley e Sons Ltd., Chichester, England.
30. Jurinitz, C.F.; Jarenkow, J.A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil, *Revista Brasil. Bot.* 26(4): 475-487.
31. Junk, W.J.; Baylei, P.B.; Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river floodplain systems. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106: 110-127.
32. Kindel, A. 2002. Diversidade e estratégias de dispersão de plantas vasculares da floresta paludosa do Faxinal, Torres, RS. Tese (Doutorado em Botânica). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
33. Klinge, H, Junk, J.K.; Revilla, C.J. 1990. Status and distribution of forested wetlands in tropical South America. *For. Ecol. Manag.* 33/34: 81-101.
34. Köppen, W. 1948. *Climatologia.* Fondo de Cultura Económica, México.
35. Korman, V. 2008. Fatores abióticos definidores da distribuição dos diferentes tipos florestais (paludícola, estacional semidecídua, ribeirinha e cerradão) nos municípios de Batatais e Restinga, SP. Tese (Ecologia aplicada) da Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz.
36. Korte, A.; Gasper, A.L.; Kruger, A. & Sevegnani, L. 2013. Composição florística e estrutura das restingas de Santa Catarina, 285-309. In: *Inventário florístico florestal de Santa Catarina. Volume IV - Floresta Ombrófila Densa.* Blumenau. Edifurb.
37. Legendre, P. 1993. Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm. *Ecology* 74:1659-1673.
38. Leitão-Filho, H.F. 1987. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. *IPEF* 35: 41-46.
39. _____. 1995. A vegetação. In *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana - Reserva de Santa Genebra.* Campinas (H.F. Leitão-Filho & L.P. Morellato, eds.). Editora da Unicamp, Campinas, p.19-29.

40. Lobo, P.C.; Joly, C.A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do Sudeste do Brasil. In: R.R. Ribeiro e H.F. Leitão-Filho (eds) *Matas Ciliares: conservação e recuperação*, editora Fapesp, 2000. Pp. 143-158.
41. Magalhães, J.H.R.; Maimoni-Rodella, R.C.S. 2012. Floristic composition of a freshwater swamp forest remnant in southeastern Brazil. *Check List* 8(4): 832–838.
42. Mancino, L.C.; Overbeck, G.E.; Baptista, L.R.M. (*in progress*). Effects of soil and luminosity on structure of ground herbaceous component of three Restinga Swamp Forest in Southern Brazil. Segundo capítulo da Tese de Doutorado (Botânica) da primeira autora, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
43. Mancino, L.C.M.; Overbeck, G.E.; Baptista, L.R.M. (*submetido*) Structure of the tree stratum of three swamp forest communities in Southern Brazil. to *A. Bot. Bras.* submissão 3278, 13/07/2013.
44. Marques, M.C.M.; Silva, S.M.; Salino A. 2003. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-pepira, SP, Brasil. *Acta bot. bras.* 17(4): 495-506.
45. Marques, M.C.M.; Oliveira, P.E.A.M. 2004. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque em duas florestas de restinga na Ilha do Mel. *Revista Brasil. Bot* 27(4):713-723.
46. Marques, M.C.M.; Swaine, M.D.; Liebsch, D. 2011. Diversity distribution and floristic differentiation of the coastal lowland vegetation: implications for the conservation of the Brazilian Atlantic Forest. *Biodivers Conserv* 20:153–168.
47. Martin, L.; Suguio, K.; Flexor, J.M. 1993. As flutuações de nível do mar durante o quaternário superior e a evolução geológica de “deltas” brasileiras. *Bol. Inst. Geol. USP* 15 (Pub. Especial):1-186.
48. Martinelli, G.; MORAES, M.A. 2013. Livro vermelho da flora do Brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. CIP, Rio de Janeiro.
49. Martins, R.; Jarenkow, J.A.; Giehl, E.L.H.; Citadini-Zanette, V.; Santos, R. 2013. Estrutura de uma floresta brejosa em substrato turfoso, Sul de Santa Catarina, Brasil. *Rev. árv.* 37(2): 299-309.
50. Menezes, L.F.T.; Araujo, D.S.D.; Nettesheim, F.C. 2010. Estrutura comunitária e amplitude ecológica do componente lenhoso de uma floresta de restinga mal drenada no sudeste do Brasil. *Acta Bot. Bras.* 24(3): 825-839.
51. Menezes-Silva, S. 1998. As formações vegetais da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: composição florística e principais características estruturais. Tese (doutorado em Biologia Vegetal) da Universidade Estadual de Campinas.
52. Micheletti-Neto, J.C.M.T. 2007. Relações florísticas, estruturais e ecológicas entre as Florestas do topo da Serra do Mar e as Florestas de Restinga no Estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em ciências: ecologia), Universidade de São Paulo.
53. MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2008. Instrução Normativa nº 6, 23 de setembro de 2008.
54. Negrelle, R.R.B. 2006. Composição florística e estrutura vertical de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Planície Quaternária. *Hoeh.* 33(3): 261-289.
55. Oksanen, J.; Kindt, R.; Legendre, P.; O'hara, B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Stevens, M.H.H., Wagner, H. 2008. *Vegan: Community Ecology Package*, version 1.15-0. University of Oulu, Oulu, Finland. <http://vegan.r-forge.r-project.org> (accessed 2013 Dec).
56. Oliveira-Filho, A.T., Vilela, E.A., Carvalho, D.A., Gavilanes, M.L. 1994. Effects of soil and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 10: 483-508.
57. Pielou, E.C. *An introduction to mathematical ecology*. New York: Wiley-Interscience, 1969. 286 p.
58. Potts, M.D., Ashton, P.S.; Kaufman, L.S.; Plotkin, J.B. 2002. Habitat patterns in tropical rain forests: a comparison of 105 plots in northwest Borneo. *Ecol.* 83(10): 2782–2797.
59. Rambo, B. 1950. A porta de Torres. *An. Bot. Herb. Barb. Rodr.* 2: 9-20.
60. Rizzini, C.T. 1979. *Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. Ed. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro.
61. 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. *Rev. Árv.* 36(6): 1047-1059.
62. Santos-Filho, F.S., Almeida-Júnior, E.B., Zíckel, C.S. 2013. Do edaphic aspects alter vegetation structures in the Brazilian restinga? *Acta Bot. Bras.* 27(3): 613-623.

63. Santos-Júnior, R. 2011. Estrutura da comunidade arbórea de uma floresta paludosa no litoral norte do Rio Grande do Sul. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.
 64. Scarano FR, Ribeiro KT, Moraes LFD, Lima HC. 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest of southeastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 14: 793-803.
 65. _____. 1998. A comparison of dispersal, germination and establishment of woody plants subjected to distinct flooding regimes in brazilian flood-prone forests and estuarine vegetation. Pp 177-193. In: F.R. Scarano & A.C. Franco (eds). *Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics*. Series Oecologia Brasiliensis, vol. IV, PPGE- UFRJ, Rio de Janeiro.
 66. _____.; Rios R.I.; Esteves, F.A. 1998. Tree species richness, diversity and flooding regime: case studies of recuperation after anthropic impact in Brazilian flood-prone forests. *Int J Ecol Environ Sci* 24: 223–225.
 67. _____. 2002. Structure, function and floristic relationship of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. *Ann. Bot.* 90: 517-524.
 68. _____. 2006. Plant community structure and function in a swamp forest within the Atlantic rain forest complex: a synthesis. *Rodrigué.* 57 (3): 491-502.
 69. _____. 2009. Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: Rare-species bias eits risks for conservation. *Biol. Conserv.* 142: 1201–1208.
 70. Scherer, A.; Maraschin-Silva, F. & Baptista, L.R.M. 2005. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de Restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19(4): 717-726.
 71. Scherer, A.; Maraschin-Silva, F. & Baptista, L.R.M. 2009. Estrutura do componente arbóreo em remanescentes florestais nas restingas sul brasileiras. *Revista Brasileira de Biociências* 7(4): 354-363.
 72. Sevegnani, L. 1995. Fitossociologia de uma floresta secundária, Maquiné, RS. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
 73. Sonehara, J.S. 2005. Aspectos florísticos e fitossociológicos de um trecho de vegetação de restinga no Parque Estadual do Rio da Onça – Matinhos, PR. Dissertação (Mestrado em Botânica) da Universidade Federal do Paraná.
 74. Souza, A.F.; Martins, F.R. 2005. Spatial variation and dynamics of flooding, canopy openness, structure in a Neotropical swamp forest. *Plant. Ecol.* 180: 161–173
 75. Suguio, K.; Tessler, M.G. 1984. Planícies de cordões litorâneos do Brasil: origem e nomenclatura. Pp.195-216. In: Lacerda, L.D. de; Araújo, D.S.D.; Cerqueira, R. e Turcq, B. (Orgs.). *Restingas: origem estruturas e processos*. CEUFF, Niterói.
 76. Teixeira, A.P.; Assis, M.A. 2009. Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no município de Cristais Paulista, SP, Brasil. *Ac. Bot. Bras.* 23(3):843-853.
 77. _____. 2011. Floristic relationships among inland swamp forests of Southeastern and Central-Western Brazil. *Rev. bras. Bot.* 34(1): 91-101.
 78. *The Plant List* (2010). Version 1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> (accessed November 2013).
 79. TNRS: The Taxonomic Name Resolution Service. iPlant Collaborative. Version 3.2 accessed on November 2013. Available at <http://tnrs.iplantcollaborative.org>.
 80. Waechter, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de Restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comum. Museu Ciênc. PUCRS, Série Bot.* 33: 49-68.
 81. _____. 1990. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. In: *Ecosistemas da costa sul e sudeste brasileira*, ACIESP 3: 228-248, São Paulo.
 82. Whittaker, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147: 250-260.
 83. Zamith, L.R.; Scarano, F.R. 2010. Restoration of a coastal swamp forest in southeast Brazil. *Wetlands Ecol Manage* 18:435–448.
-

Espécies	Florestas Arenosas da Restinga																			Florestas Paludosas da Restinga										
	5TAP	5LAG	5COR	5PUM	5CAP	9.JA	09.SO	9.AS	9.OS	9.PS	9.TP	9.AB	9.MO	9.SL	9.BR	9.BO	9.QU	9.JO	9.MA	9.HE	DW	MA	KI	NE	AS	WJ	IÇ	MS	BA	MO
MAQUI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	940	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MDASY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
MCASS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
HHEBE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	2	0	0	0	
TMICR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	
CSCABR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	
CBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	17	
CCRIU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	11	0	
GGARD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	53	0	0	0	6	0	13	
BKLEI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
WDISC	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
WPAUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	3	14	0	
CATRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ASETO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
CCORC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	
DINCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SRIVE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
SGUI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	
EVAC	0	0	0	0	0	0	10	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	5	0	0	0	
EARG	0	35	0	8	0	0	0	10	0	0	0	10	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	
EBIFI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SSERR	285	525	414	200	579	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SGLAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	
MGUIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	
TRUBR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	
AGLAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	5	0	0	0	
SBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	470	0	30	0	0	0	0	0	10	0	15	0	0	
ACONC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	
ATRIP	0	0	0	0	0	80	190	80	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	210	77	128	0	9	14	20
ACORD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	233	0	0	0	0	0	
SCOME	0	0	0	0	0	60	220	1020	60	380	530	870	330	30	1210	0	0	0	110	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
SARGU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
CTRAPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	
LDIVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	
IEDWA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	
OARBO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	0	
IVERA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	
ECGAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	150	220	0	10	20	0	0	0	0	32	0	0	0	0	
ISESS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	0	0	0	22	0	0	
MBIMU	0	0	0	0	0	0	0	30	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CTWEE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ECONT	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IHETE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	

Espécies	Florestas Arenosas da Restinga																			Florestas Paludosas da Restinga												
	5TAP	5LAG	5COR	5PUM	5CAP	9.JA	09.SO	9.AS	9.OS	9.PS	9.TP	9.AB	9.MO	9.SL	9.BR	9.BO	9.QU	9.JO	9.MA	9.HE	DW	MA	KI	NE	AS	WJ	IÇ	MS	BA	MO		
AEDWA	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0			
ALANG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0			
IMARG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0				
AANTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0				
VMEGA	23	50	72	11	14	0	0	0	20	10	30	30	0	0	40	30	30	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0			
OPULC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0			
NMEGA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0			
OSILV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0			
PWILD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0			
OGLAZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0			
ODOO	0	0	62	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0			
OELG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	2	0	0			
NGRAN	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0			
ASALI	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0			
ODISP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0			
EPANI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	0	0	2	0	0			
AFIRM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	2	0	0			
OACIP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0			
OTRIS	0	0	0	0	0	0	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	5	0	14	0			
NOPOS	0	0	0	0	0	50	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	3	2	0	2	0	0			
OPULC	123	40	0	15	0	0	300	10	20	40	10	10	0	0	200	0	50	30	0	0	0	0	15	500	50	6	200	1	9	0	103	17
OINDE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
OPUBE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PVENO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
NMEMB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0		
ONECT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0		
MOVAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	5	0	0	0		
BNIED	0	0	0	0	0	0	250	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205	0	8	42	0	9	8	58	0	
MCINE	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0		
MLATE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0		
MPUSI	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0		
MCUBA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MCHAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MCABU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	
MRAMB	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MHIEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MSELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0		
CCANJ	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	1	2	0	3	0	0	0	
GMACR	0	0	0	0	0	0	20	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	400	15	366	0	6	12	3	13	
TCLAU	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TELEG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TPALI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
CFISS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	

Espécies	Florestas Arenosas da Restinga																			Florestas Paludosas da Restinga										
	5TAP	5LAG	5COR	5PUM	5CAP	9.JA	09.SO	9.AS	9.OS	9.PS	9.TP	9.AB	9.MO	9.SL	9.BR	9.BO	9.QU	9.JO	9.MA	9.HE	DW	MA	KI	NE	AS	WJ	IÇ	MS	BA	MO
TLEPI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	0	
MLANC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	
MULEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	
MCHO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	24	0	0	12	0	0
MCALO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	
FADAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	
FLUCH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	30	0	1	0	2	2	0	2	0	2	0
FINSI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	
FCESTR	15	15	10	4	7	0	40	10	260	50	80	10	20	10	0	90	100	0	40	0	3	22	40	0	40	20	0	3	11	0
FENOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BGLAZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
SBONPL	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	6	0	0	
VBICUY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
EASTR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3
EMATA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	2	0	0	
MHEBE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	
MDICR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	15	0	0	0	
MRACE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	17
BSALIC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	460	290	260	0	15	10	3	0	30	2	0	8	0	
MREITZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	0	0	20	
MGLAB	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	1	0	0	62	9	0	13
MEUGE	0	0	0	0	0	20	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	4	4	0	6	11	0	0
PCATLE	0	0	0	8	0	20	10	110	20	90	0	0	0	0	0	0	0	90	0	80	24	197	0	2	6	1	5	2	51	0
MPUBIP	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	350	9	76	0	0	11	0	17
MMFLOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	370	0	0	0	0	0	0	0	36	352	20	4	88	0	43	8	71	0
MBRAS	0	0	0	0	0	0	50	10	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	260	3	336	0	35	5	0	10
MPULC	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	434	0	0	126	0	2	0	103	0
EBEAUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
MGUIA	0	0	0	0	0	10	0	240	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
EBREV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
MPALU	46	25	176	4	7	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0
SCUMI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
CCONC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0
ESUBA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
ECERA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
MMYRC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
EHAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
MSPLEN	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
CRUBE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
EBIFL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
CGUAV	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
MTIJU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6	0	0
NCORD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5	5	0	0

Espécies	Florestas Arenosas da Restinga																			Florestas Paludosas da Restinga										
	5TAP	5LAG	5COR	5PUM	5CAP	9.JA	09.SO	9.AS	9.OS	9.PS	9.TP	9.AB	9.MO	9.SL	9.BR	9.BO	9.QU	9.JO	9.MA	9.HE	DW	MA	KI	NE	AS	WJ	IÇ	MS	BA	MO
MREITZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
EURUG	131	35	55	58	0	0	0	0	0	10	70	60	70	10	0	1240	190	310	120	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	
ESTIGM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
MTOME	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
MINSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
MFLOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	
MCAMP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	3	0	0	0	0	0	
ESULC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	17	
MEXCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	5	12	0	0
CLUCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	2	0	0	14	0	3
EHIEM	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EMYRC	8	0	14	35	57	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ESPEC	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EUNIF	0	0	0	0	0	0	60	0	70	10	0	10	0	330	0	370	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MSTIG	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MCUSP	100	110	76	0	7	0	0	0	0	0	130	690	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EUMBE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
NGLOM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
EVERT	0	0	0	0	0	40	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
MANAC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
MHATS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
MPLIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
MATRO	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	140	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	
PPDICH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
ENEOT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
ESUBT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
MOBSC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
GOPOS	0	155	0	38	0	50	10	0	10	60	160	20	70	80	10	130	100	0	0	0	0	15	3	10	0	36	0	14	0	0
OPARV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	
OSALI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	
HSILV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	
TGRAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	
CFILI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	2	5	0	0	
TBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
PGLAB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	79	0	0	3	0	13
HALCH	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	8	10	0	0	0	0	0
PDIOI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PARBO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
PSELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0
CWARM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
MHERM	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	
MUMBE	0	0	3	11	7	0	0	0	0	40	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	1	0	6	0	0
MVENO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0

Espécies	Florestas Arenosas da Restinga																			Florestas Paludosas da Restinga										
	5TAP	5LAG	5COR	5PUM	5CAP	9.JA	09.SO	9.AS	9.OS	9.PS	9.TP	9.AB	9.MO	9.SL	9.BR	9.BO	9.QU	9.JO	9.MA	9.HE	DW	MA	KI	NE	AS	WJ	IÇ	MS	BA	MO
MPARV	0	0	0	0	0	0	0	20	30	0	0	0	0	480	0	0	330	1160	0	0	23	8	30	0	16	1	9	14	35	0
MCORI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	2	0
CBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
MGUIA	62	20	152	35	29	50	0	0	10	50	30	90	300	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MLAET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RPALI	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SBUXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	10	0	0	50	250	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
PMYRT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
RJASM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
RVILI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
FLATI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17
CCONC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	5	0	0	0	0	0	13
FMONT	0	0	0	0	0	270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	11	0	0	0
PLATI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	6	6	0	15	5	0	0
AGUIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	17
PSUTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0
RFERO	0	10	14	0	0	0	0	10	0	10	0	30	20	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
RRECU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
BAUST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
GURUG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EGRAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	12	0	0	0
DFASC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	16	0	2	11	0	0	0
ZFAGA	38	40	7	0	0	0	0	0	0	0	60	10	190	10	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MSELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
CDECA	15	25	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	10	30	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0
CSILV	77	65	3	0	0	0	80	60	40	580	140	80	50	0	10	0	50	0	0	0	0	2	90	0	0	2	2	0	0	0
BPARV	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XYLOS	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JROMB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AEDUL	0	0	0	0	0	10	10	0	0	20	0	10	210	10	0	20	120	100	310	290	0	0	10	0	0	1	0	0	0	0
COBLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
MINTE	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230	15	164	0	23	9	0	0
DVISC	0	20	3	188	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CVERN	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MELAEG	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
CMARG	23	15	7	0	0	0	10	0	0	10	50	0	70	0	90	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
PBEAUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	25	0	0	0
MSCERI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0
CGONO	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TAUSTR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOBTU	8	5	3	19	21	0	0	0	0	0	20	0	100	0	50	0	0	0	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CINOR	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
PVENO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0

Considerações finais

Comecei este trabalho incluindo todos os indivíduos a partir de 1 cm de diâmetro em três estratos da vegetação, divididos pelos critérios de altura e/ou diâmetro. Infelizmente não foi possível prosseguir daquele modo, pois através de uma experiência-piloto com uma equipe com quatro pessoas, levamos três dias para inventariar 100 m² da FPR. Como tínhamos o objetivo de realizar levantamentos florísticos e fitossociológicos em 39 parcelas de 100 m², em três localidades diferentes, foi necessário mudar a metodologia de trabalho, aumentando o critério de inclusão das espécies arbóreas para 12 cm de diâmetro.

Embora o foco deste trabalho seja as espécies vasculares do componente herbáceo e arbóreo, queremos registrar duas espécies de musgos que ocorreram em apenas numa parcela em IÇA, raramente considerados em estudos de ecologia de comunidades florestais no Brasil: *Rhodobryum beyrichianum* (Hornsch.) Müll. Hal. (Bryaceae) e *Leucobryum albicans* (Schwägr.) Lindb. (Leucobryaceae). Essas espécies foram identificadas com a ajuda de um especialista do Instituto de Botânica, mas não foram incluídas nas análises por serem avasculares e terem baixa frequência e cobertura (1 e 3,5%, respectivamente), mas que podem ser considerados em outros estudos da flora avascular, ampliando o conhecimento da diversidade biológica nas FPR.

Como mostramos, a recente idade geológica das Restingas, sua proximidade com a encosta Atlântica, o grau de influência marinha, o tipo de substrato, a topografia, a intensidade e duração da inundação em cada área e a influência antrópica determinam grande parte das variações fisionômicas nas florestas da Restinga brasileira. É difícil a identificação de todos os fatores que atuam na comunidade porque muitos deles agem de forma simultânea e estão fortemente correlacionados, resultando em baixo percentual de cada fator para explicar os padrões encontrados.

Ainda faltam muitas pesquisas que elucidem o papel ecológico e os mecanismos de funcionamento das FPR. Diante da velocidade de destruição das florestas brasileiras, que está entre as mais biodiversas do mundo, e do atual estado de alteração e fragmentação deste patrimônio, estudos de longa duração são prioritários. É evidente a necessidade de padronização da metodologia de coleta de dados para que possibilite sua utilização em metanálises e facilite sua comparação. Entretanto, como a vegetação da FPR apresenta alta densidade de caules muito finos, o critério de inclusão das espécies arbustivo-arbóreas, sempre que possível, deve ser reduzido para que represente a real diversidade dessa fisionomia.

Podemos citar ainda muitas questões importantes que precisam ser investigadas, por exemplo: Qual a área total da FPR? Em quais municípios podem ser encontradas FPR? Qual a área das FPR nas atuais unidades de conservação? Qual a diversidade alfa das FPR em toda a sua extensão? Nas áreas com FPR no Sul do Brasil, quantas espécies podem ser consideradas ameaçadas? Existem projetos, programas e pesquisas direcionados para estas populações? Qual tipo de metabolismo predomina entre as espécies? Como varia a proporção das interações micorrízicas com diferentes níveis de inundação? Qual a importância dessas interações para a diversidade da FPR? Qual a taxa de troca genética entre as espécies na região sul-brasileira?

As FPR têm grande importância na manutenção da biodiversidade local e regional, bem como para os recursos hídricos, as quais estão intimamente ligadas. Os maiores e mais bem conservados remanescentes florestais compreendidos da FPR na região Sul (entre os paralelos 28 e 32), apresentam particular relevância ecológica, necessitando ser adequadamente considerados pela legislação ambiental com sua inclusão na rede de áreas de proteção nacional.

O presente estudo contribui para a compreensão mais ampla da diversidade de espécies e de alguns fatores que interferem nos padrões florístico-estruturais das espécies arbóreas e herbáceas da Florestas Paludosas da Restinga no Sul do Brasil. Nossos resultados fornecem subsídios científicos para tomadores de decisões e pesquisadores, indicando novas lacunas para investigação e programas de pesquisa de longa duração, que favoreceriam a ampliação do entendimento da regeneração e manutenção da sua estrutura florística, bem como das condições ambientais.

A simplificação dos ecossistemas para o licenciamento ambiental, como ocorre atualmente, pode provocar uma redução drástica na biodiversidade original (Dourojeanni & Pádua 2007). Por outro lado, o reconhecimento científico da evidente distinção fisionômica da FAR e FPR pode auxiliar na adequada representatividade das FPR em unidades de conservação e sustentar ações de conservação desta fisionomia, assim como a restauração e o manejo sustentável da Restinga.

Por fim, esperamos que o conhecimento resultante desta pesquisa científica seja considerado na legislação ambiental e impulsione ações concretas de conservação, que são os fins desejados deste trabalho.

Memorial fotográfico



Foto 1. *Drosera* sp. na turfeira em Balneário Arroio do Silva.



Foto 4. Uso do solo no entorno da área em Morrinhos do Sul.



Foto 2. Sub-bosque em Balneário Arroio do Silva.



Foto 5. Exemplar da herpetofauna em Morrinhos do Sul. Fotógrafa: Lisa Sohen.



Foto 3. Epífitos e o dossel em Morrinhos do Sul.



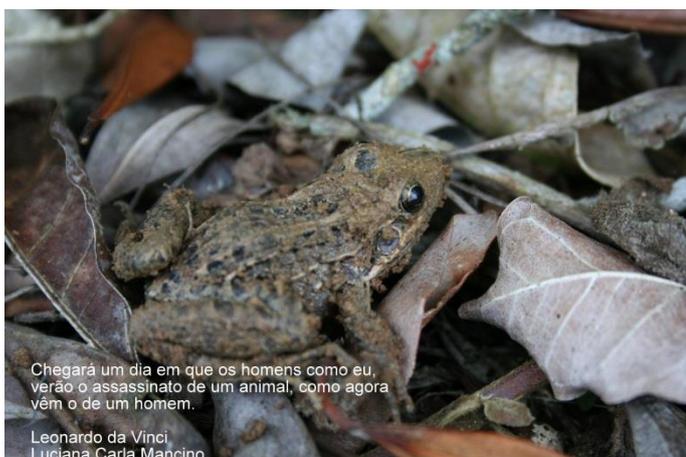
Foto 6. Evidência de um crustáceo (*Parastacus* sp.) em Morrinhos do Sul.



Foto 7. Trepadeiras e o sub-bosque em Morrinhos do Sul.



Foto 10. Exemplar da Aracnofauna em Içara.



Chegará um dia em que os homens como eu,
verão o assassinato de um animal, como agora
vêm o de um homem.

Leonardo da Vinci
Luciana Carla Mancino...

Foto 8. Exemplar da anurofauna em Morrinhos do Sul.



Foto 11. Chão da floresta em Içara.



Foto 9. Dossel em Içara.

