

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**DIFERENCIAÇÃO DE COMPONENTES  
HERBÁCEOS E ARBUSTIVOS EM  
FLORESTAS DO PARQUE NACIONAL DA  
LAGOA DO PEIXE, TAVARES – RIO  
GRANDE DO SUL**

**RENATO AQUINO ZÁCHIA**

**PORTO ALEGRE 2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**DIFERENCIAÇÃO DE COMPONENTES  
HERBÁCEOS E ARBUSTIVOS EM  
FLORESTAS DO PARQUE NACIONAL DA  
LAGOA DO PEIXE, TAVARES – RIO  
GRANDE DO SUL**

Professor Orientador:

Dr. Jorge Luiz Waechter

Banca examinadora:

Dra. Dorothy Sue Dunn de Araújo (UFRJ)

Dra. Vanilde Citadini-Zanette (UNESC)

Dr. João André Jarenkow (UFRGS)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Botânica.

Data da entrega da tese à coordenação:

18/03/2006

Data da defesa:

18/04/2006

Prazo máximo para homologação:

18/06/2006

**Porto Alegre**

**Junho, 2006**

ZÁCHIA, Renato Aquino

Diferenciação de componentes herbáceos e arbustivos em florestas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Tavares, RS. Porto Alegre: PPGBOT – UFRGS, 2006.

p. il.

Tese de Doutorado – Programa de Pós Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2006.

Orientador: Dr. Jorge Luiz Waechter

Palavras-chave: 1. sub-bosque; 2. restinga; 3. fitossociologia; 4. Planície Costeira – Rio Grande do Sul; I. Waechter, J.L.; II. Título.

*Dedico à memória de meu pai*

**Kallil Záchia**

**engenheiro civil e ex-professor do  
Instituto de Geociências da UFRGS,  
infelizmente ausente, mas que sonhava muito  
em estar aqui presenciando este momento da  
minha vida**

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho de pesquisa a todos aqueles que sem interesses de promoção pessoal ou fome por dinheiro, e que apenas motivados pela paixão e pela consciência, lutaram desprendidos pela preservação das florestas, dos rios, do mar, da fauna e da flora e de todo o equilíbrio dos ecossistemas naturais, contra as patas destruidoras do imperialismo, do neoliberalismo, e que após tantos anos de luta, vêem que tudo foi em vão.*

*Ficamos menos tempo com nossos avós, tios, pais, irmãos, filhos, netos e sobrinhos para tentar proteger a última lagoa santa e o último bosque encantado. Foi bobeira. Fizemos inimigos, fomos ridicularizados. Só perdemos tempo. Eles venceram, pois o sinal sempre esteve e estará fechado para nós. Alguns se beneficiaram pessoalmente das lutas e esqueceram de seus princípios; outros, apenas morreram. O monstro era bem maior. O capital monopolista dominou os rios, montanhas, florestas para destruí-los em troca de pilhas de dólares. Pilhas de dólares que valerão sempre mais do que os besouros coloridos, as folhas que pingam, a vertente que canta e a serapilheira que adormece.*

*O Rio Uruguai vai aos poucos sendo massacrado e destruído, e nada adianta fazer, só resta comparecer aos velórios. A Usina Hidrelétrica de Barra Grande foi um símbolo de que, para a nossa civilização podre, mais vale o cimento e o alumínio do que uma majestosa floresta estacional e seus encantos floreados por um belo rio. É mais importante para os burocratas e corruptos; aninhados em seus recantos de Brasília, que aqueles empresários vorazes, encham suas barrigas de carniça e de estrume, do que preservar a biodiversidade da Amazônia, do cerrado, da Mata Atlântica. Os ribeirinhos, camponeses, pescadores, índios, caboclos, foram e sempre serão prejudicados, mas são desorganizados e obedientes. Caso não sejam obedientes, por outro lado, poderão ser facilmente manipulados, neutralizados ou destruídos. Organizados eles nunca serão, pois na espécie humana, os interesses pessoais sempre prevalecerão sobre os interesses coletivos.*

*A campanha contra a destruição da Amazônia foi um modismo, hoje não interessa mais a ninguém a sua preservação. O governo, servil aos interesses dos mercados, das commodities, das bolsas de valores e da agiotagem internacional, tenta acalmar o povo dizendo que as imagens dos satélites revelam que as queimadas diminuiram; entretanto, pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais afirmam o contrário. O agronegócio, ligado ao ditame ianque das exportações, levou a soja transgênica para a Amazônia para o aplauso de todos, sem exceção inclusive dos colegas da biotecnologia que se beneficiam bastante com isso.*

*Não haverá choros no velório da Amazônia. Haverá festa. Haverá muita festa sim; porque, junto com o fim da floresta amazônica, das florestas e dos encantos de Encanados, Yucumã, Garabi, Sete Quedas, Rio São Francisco, estaremos nós, os militantes ecologistas sendo também queimados vivos e enterrados. Finalmente não seremos mais um incômodo para a classe compradora e consumista. Para o júbilo das academias, a ciência e os cientistas permanecerão neutros e apáticos. O mundo finalmente será algo feliz para eles.*

*Canoas, 15 de fevereiro de 2006  
Renato Aquino Záchia*

## AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Nelci Rolim Bastos-Záchia pelas sugestões, apoio e carinho constantes. Aos meus filhos Gabriel e Júlia pela paciência e compreensão. À minha família, minha mãe, a Wilson José de Bastos, Dona Guiomar, Neusa, Nilton, Lilian, Leo, Josi e Lucas por terem um profundo respeito pelo meu trabalho.

Ao meu Orientador Jorge Luiz Waechter, pelo companheirismo, por acreditar em meu potencial e pela passagem de sua grande experiência e sabedoria em ecologia de comunidades vegetais e na botânica sistemática. Pelo seu incansável apoio através da sua participação a campo e na análise de dados. Pelas valiosas sugestões, discussão de hipóteses, orientação bibliográfica e metodológica. Por saber sempre dosar a amizade com sinceridade e respeito, e a orientação com responsabilidade e firmeza.

À minha colega de área de pesquisa e saídas de campo, Lúcia Patrícia Pereira Dorneles, mais que colega, amiga de fato.

Aos professores das disciplinas que cursei no Curso do Programa de Pós Graduação em Botânica, Nelson Matzenbacher, Tatiana Chies, Peter Gibbs, Jorge Luiz Waechter, e aos coordenadores de curso, Sílvia Miotto, Lúcia Dillenburg e João André Jarenkow. Aos pesquisadores Luiz José Tomazelli (Instituto de Geociências – UFRGS), Axel Dalberg Poulsen (Aarhus, Dinamarca), Jörg Edwald (München, Alemanha) e Eli Fremstad (Trondheim, Noruega) pela gentileza de fornecerem separatas de seus artigos publicados. À Rosângela Knak (FURG, Rio Grande) pelo envio do Plano de Manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe.

Aos taxonomistas Paulo Günther Windisch, Maria Angélica Kieling-Rubio e Rosana Senna (pteridófitas), Fernando Rocha (Orchidaceae), Daniel Ruschel (Piperaceae), Rafael Trevisan (Cyperaceae, Poaceae) e Cláudio Mondin (Asteraceae) pelo auxílio na identificação de espécies.

Ao professor Alberto Inda Jr., do Departamento de solos da UFRGS, que orientou na identificação dos solos florestais da área de estudo.

Ao professor Sérgio Kakuto Kato, do Departamento de Estatística da UFRGS que colaborou nos testes estatísticos do 3º capítulo, no sentido de melhor atender ao delineamento experimental e aos objetivos do trabalho.

Ao amigo João Carlos Dotto, da FEPAM-RS que gentilmente obteve as coordenadas da área de estudo com o GPS e fez a leitura dando maior precisão à localização das parcelas.

Ao IBAMA de Mostardas, à Edair Corteletti e ao Leonardo Mohr. Aos chefes Luíza Lopes, André Coutinho e Maria Tereza Melo. Aos demais funcionários do IBAMA e em especial ao Fabiano José de Souza pelo auxílio incansável a campo, pelas conversas infundáveis me ensinando muito sobre a Lagoa do Peixe, as aves aquáticas e sobre o povo e as tradições de Mostardas e Tavares.

Ao Sr. Renato Bender, proprietário, aos funcionários da Fazenda Boiadeiro e ao Sr. Cícero Brum da Fazenda Nadir Brum, por permitirem nosso ingresso nas propriedades.

Ao ex-orientado e atual colega Jean Carlos Budke pelo auxílio a campo, nos problemas do computador e pelas sugestões.

Ao pessoal dos herbários ICN, PACA e HAS, pela gentileza no atendimento e disponibilização das consultas aos acervos.

À bibliotecária Ardié Clavé da Biblioteca da Botânica da UFRGS, por saber transformar a dureza da vida em doçura, amizade e alegria.

À reitoria da UFSM por ter fornecido a bolsa, em especial ao Magnífico Reitor, Prof. Paulo Jorge Sarkis e à Pró-reitoria de Ensino e Pesquisa, na pessoa da economista Marisa Niederauer Dias, por todo o apoio fornecido.

Ao Departamento de Biologia da UFSM, aos colegas da botânica, por terem se submetido ao sacrifício de assumir as minhas aulas durante a minha ausência, mesmo contando com um número reduzido de professores.

A todos os amigos que auxiliaram de alguma forma, meu muito obrigado, valeu!

---



---

**SUMÁRIO**


---



---

<b>Apresentação.....</b>	<b>8</b>
<b>Capítulo 1 – Composição de espécies herbáceas e arbustivas nas florestas de restinga do Parque Nacional da Lagoa do Peixe.....</b>	<b>18</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>18</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>19</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>20</b>
<b>Área de estudo.....</b>	<b>24</b>
<b>Métodos.....</b>	<b>26</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>28</b>
<b>Discussão.....</b>	<b>33</b>
<b>Referências .....</b>	<b>40</b>
<b>Figuras.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabelas.....</b>	<b>59</b>
<b>Apêndice.....</b>	<b>63</b>
<b>Capítulo 2 – Spatial differentiation of herb and shrub layers in coastal forests of the Lagoa do Peixe National Park, southern Brazil.....</b>	<b>67</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>67</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>68</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>69</b>
<b>Study area.....</b>	<b>70</b>
<b>Methods.....</b>	<b>72</b>
<b>Results.....</b>	<b>74</b>
<b>Discussion.....</b>	<b>77</b>
<b>References.....</b>	<b>87</b>
<b>Figures.....</b>	<b>96</b>
<b>Tables.....</b>	<b>106</b>
<b>Appendix.....</b>	<b>113</b>
<b>Capítulo 3 – Effects of cattle disturbance on the herb and shrub components in a dune forest of the Lagoa do Peixe National Park, southern Brazil</b>	<b>116</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>116</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>117</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>118</b>
<b>Study area.....</b>	<b>120</b>
<b>Methods.....</b>	<b>121</b>
<b>Results.....</b>	<b>123</b>
<b>Discussion.....</b>	<b>126</b>
<b>References.....</b>	<b>132</b>
<b>Figures.....</b>	<b>140</b>
<b>Tables.....</b>	<b>148</b>
<b>Appendix.....</b>	<b>154</b>
<b>Considerações finais.....</b>	<b>158</b>
<b>Pranchas.....</b>	<b>169</b>

---



---

## APRESENTAÇÃO

### *Argumentos iniciais*

O título "Diferenciação de componentes herbáceos e arbustivos em florestas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe" poderia, ao mesmo tempo, sugerir um tema muito simples para uma tese de doutorado, como poderia ser julgado algo muito complexo para apenas quatro anos de estudo. De fato, a Lagoa do Peixe oferece, à primeira vista, a imagem simples, embora de uma beleza indescritível, de um corpo de água raso e alongado no sentido nordeste-sudoeste, com dunas de areia a leste e a floresta de restinga a oeste. Essa simplicidade esconde uma complexidade de substratos sob distintas topografias, diferentes situações de drenagem e sítios vegetacionais diferenciados. A rica fauna, em especial a grande diversidade de aves, sugere uma variada oferta de alimentos, abrigos e sítios para nidificação e repouso. A vegetação, se apreciada em detalhe, sugere uma exuberância inesperada naquela latitude, mesmo diante do pequeno porte das árvores e da frágil estratificação do dossel. Entretanto a floresta mostra diferenças florísticas e estruturais nas diferentes áreas visitadas. Do mesmo modo, apesar de ser um Parque Nacional, a situação indefinida em que se encontra atualmente ainda nos surpreende com o extrativismo de espécies vegetais dentro da área, como *Myrcia multiflora* (Lam.) DC., da floresta de restinga turfosa, usada para fazer tramas de cerca; faz ainda persistir a ação do gado que pasta sob a floresta e legítima presença dos animais domésticos como galinhas, cães, gatos, porcos, que não deveriam estar mais ali. Os fazendeiros nos surpreendem com queimadas dentro da área do Parque, utilizadas como forma primitiva de manejo de pastagens para o gado. Paradoxalmente constroem benfeitorias nas fazendas na esperança de que o Parque deixe de ser parque algum dia, ou pensando em receber mais dinheiro na indenização. Não fosse a atuação constante do IBAMA, a caça e a pesca na região fariam aumentar mais ainda os danos resultantes da indefinição



governamental na desapropriação das fazendas e na efetivação do Parque como área prioritária de conservação ambiental. As grandes extensões de plantios de algumas espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, a invasão de espécies exóticas como *Hedychium coronarium* J.Konig nas florestas de restinga turfosa, ou *Acacia longifolia* (Andr.) Willd. sobre as dunas, e a pressão das madeiras por expansão na região, ameaçam a cada instante o equilíbrio das comunidades vegetais dos ecossistemas locais, a despeito da existência de um Parque Nacional. Todas as variáveis ambientais, incluindo os desequilíbrios promovidos pelas atividades agropecuárias e florestais, somam-se permitindo concluir-se que o tema é complexo, oferece boas hipóteses de trabalho para várias teses de doutorado e seria exequível num período de quatro anos, uma vez definido um tema com objetividade.

#### *O Parque Nacional da Lagoa do Peixe*

O Parque Nacional da Lagoa do Peixe foi criado pelo decreto federal 93546, de 6 de novembro de 1986. É uma unidade de conservação federal administrada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA). Apresenta área de 34400 ha e perímetro de 139,62 km, abrangendo porções litorâneas dos municípios de Tavares (33,3%) e de Mostardas (16,6%). Situa-se entre as coordenadas 31°04' a 31°29' S e 50°46' a 51°09'W, fazendo limites ao sul com a divisa dos municípios de Tavares e São José do Norte e ao norte com as proximidades do Condomínio Porto dos Casais. A margem oeste é limitada pela floresta de restinga e a margem leste abrange 1000 m de largura na faixa do oceano até o Farol de Mostardas. A criação do Parque teve por objetivo principal a proteção às aves migratórias que buscam alimentação e repouso naquela região. São aves que podem percorrer até 10000 km desde suas áreas de reprodução na América do Norte e até a Patagônia, variando suas rotas e escalas, conforme as espécies em questão (Knak 1999).

*As pesquisas no Parque Nacional da Lagoa do Peixe*

Danilevicz (1989) realizou um levantamento florístico e um estudo da vegetação na barra da Lagoa do Peixe, tendo verificado a existência de um zoneamento vegetacional diferenciado com riqueza crescente no sentido do oceano para a laguna, combinado a um mosaico condicionado às diferentes profundidades do lençol freático. Padrões semelhantes a essa zonação também foram verificados em outros pontos do litoral sul-rio-grandense (Pfadenhauer 1978, Pfadenhauer & Ramos 1979, Pfadenhauer *et al.* 1979). Mais próxima ao mar, sob grande influência da maresia e nos banhados salinos está a vegetação halófila. Nas dunas secundárias e terciárias foi verificada a existência de vegetação psamófila, cujas espécies são expostas à forte ação do vento e ao soterramento pela areia, exceto nas depressões úmidas entre dunas. Também foram identificados campos litorâneos arenosos com predominância de gramíneas, periodicamente inundáveis por águas salgadas.

A denominação “laguna” utilizada por Danilevicz (1989) tem a ver com o fato de que a Lagoa do Peixe é sazonalmente ligada ao oceano, sendo de fato um ambiente lagunar-estuarino semifechado, ligado ao mar durante o inverno e a primavera. Devido aos depósitos de areia na desembocadura causado pelos ventos quentes de norte e nordeste, ocorre a oclusão da barra no verão. Atualmente a abertura ou fechamento da barra são feitos artificialmente em função de critérios ambientais e de demandas dos pescadores e fazendeiros no mês de agosto, no inverno, pois a abertura natural é esporádica (Knak 1999).

Após a área estudada por Danilevicz (1989), rumo ao continente, atravessando-se a Lagoa do Peixe, está a escarpa erosional de Mostardas, que demarca os limites de um terraço originado pelo terceiro evento transgressivo pleistocênico do sistema deposicional laguna/barreira, de 120 Ka, e o espaço de retrobarreira, preenchido durante

o pico transgressivo holocênico, há 5 Ka. Os depósitos ocorridos na depressão, no espaço entre a Lagoa do Peixe e a falésia de Mostardas, foram consequência da progressiva colmatação de antigos corpos lagunares (Delaney 1962, 1965, Schwarzbald & Schäfer 1984, Suguio & Tessler 1984, Villwock *et al.* 1986, Villwock 1987, 1984, Suguio & Martin 1987, Tomazelli *et al.* 1987, Tomazelli & Villwock 2000). A área estudada por Dorneles & Waechter (2004a, b) situava-se exatamente neste contexto, o que fez chamar a atenção para a vegetação herbácea e arbustiva do sub-bosque. As hipóteses essenciais que geraram a presente pesquisa surgiram após verificar-se a grande variabilidade existente nessa vegetação de sub-bosque conforme era percorrida a floresta, incluindo seus nuances topográficos, edáficos e antropogênicos.

#### *Fisionomia das florestas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe*

As florestas de restinga que acompanham a Lagoa do Peixe de norte a sul, são florestas de pequeno porte. Apresentam dois padrões fisionômicos básicos, uma floresta crescendo em solo encharcado sobre uma turfeira e outra floresta desenvolvendo-se em solo bem drenado, arenoso, sobre uma paleoduna. Entre as duas formações, a floresta turfosa numa baixada e a floresta arenosa num terraço, há uma encosta, localmente denominada recosta que se identifica fisionomicamente com o terraço bem drenado. Entretanto, é uma zona intermediária que liga as duas formações com cobertura florestal contínua, embora diferenciada em termos florísticos e estruturais.

O componente arbóreo das florestas das baixadas úmidas de terreno turfoso, próximas à margem oeste da Lagoa do Peixe apresenta pequeno porte, com um estrato único. Dorneles & Waechter (2004b) encontraram uma altura média de 8,87 m, com árvores de 4 a 18 m e um total de 21 espécies, distribuídas em 18 gêneros e 14 famílias. Houve maior riqueza específica e maior valor de importância para as Myrtaceae. Entre as espécies mais importantes destacaram-se *Syagrus romanzoffiana* (Cham.)

Glassmann, *Myrcia multiflora* (Lam.) DC., *Ilex pseudobuxus* Reissek, *Citharexylum myrianthum* Cham., *Dendropanax cuneatum* Decne. & Planch., *Myrsine parvula* (Mez) Otegui (= *M. lorentziana* (Mez) Arechav.), *Psidium cattleyanum* Sabine, *Guapira opposita* (Vell.) Reitz, *Ocotea pulchella* Mart. e *Ficus organensis* Miq. Uma das características fisionômicas mais marcantes verificada foi a grande ramificação dos indivíduos arbóreos. Na fisionomia do sub-bosque destacaram-se os indivíduos jovens de *Geonoma schottiana* Mart. Os adultos, em fase reprodutiva, atingiram uma média de 4,36 m, entretanto ficaram em 14º lugar em termos de valor de importância.

A floresta que cobre a paleoduna é um pouco mais baixa do que a floresta turfosa, formando um estrato único. O terreno é arenoso e o lençol freático é profundo. Dorneles & Waechter (2004a) encontraram uma altura média de 8,90 m, com árvores de 5 a 15 m de altura e um total de 27 espécies, distribuídas em 25 gêneros e 19 famílias. Houve uma maior riqueza específica da família Myrtaceae, seguida por Salicaceae. Entre as espécies com maior valor de importância destacaram-se *Sideroxylon obtusifolium* (Roem.& Schult.) T.D.Penn., *Sebastiania commersoniana* (Baillon) L.B.Smith & R.J.Downs, *Ficus organensis* (Miq.) Miq., *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg., *Diospyros inconstans* Jacq., *Casearia sylvestris* Sw., *Guapira opposita* (Vell.) Reitz, *Myrrhinium atropurpureum* Schott, *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O.Berg. e *Chrysophyllum marginatum* (Hook.&Arn.) Radlk. Verificou-se que 60% dos indivíduos arbóreos, distribuídos em 10 espécies, apresentaram acúleos, espinhos, ramos espinescentes ou folhas de margem espinhosa, tendo sido este um aspecto importante da fisionomia dessa floresta.

Numa análise prévia da fisionomia do sub-bosque, surgiu a dúvida sobre a presença de um terceiro padrão fisionômico, incluindo-se a formação que cobre a zona intermediária entre o terraço da paleoduna e a baixada turfosa, a recosta, barranco ou

encosta. Na floresta turfosa a dominância fisionômica de *Blechnum brasiliense* Desv. é evidente, perdendo apenas para as pequenas plântulas de *Geonoma schottiana*, que cobriam quase todo o solo. Nas florestas arenosas observou-se que uma herbácea espinescente, *Bromelia antiacantha* Bertol., seria a espécie dominante. Entretanto, ao observar a floresta arenosa da encosta, verificou-se esta diferia conspicuamente da floresta do terraço, sugerindo-se uma maior abundância e riqueza de pteridófitas e a presença de epífitos crescendo no solo. A hipótese central desta tese surgiu justamente da necessidade de responder às seguintes perguntas: existe uma diferenciação fisionômica, estrutural e florística dos componentes herbáceos e arbustivos dos três ambientes topográficos da floresta de restinga do Parque Nacional da Lagoa do Peixe? Que fatores poderiam estar relacionados a essa diferenciação?

*Sobre a organização desta tese de doutorado*

Este trabalho estruturou-se em três artigos, o que viabiliza de modo mais prático o encaminhamento dos mesmos para publicação no menor tempo possível logo após a defesa. Cestaro (1984), Kindel (2002) e Dorneles (2004) seguiram este tipo de estrutura, tendo sido utilizados como modelos para a organização desta tese. O primeiro artigo, aqui denominado capítulo, está escrito em português e constitui-se no inventário de todas as espécies herbáceas e arbustivas amostradas ou apenas coletadas na área de estudo. Os outros dois artigos abrangem temáticas mais universais e por isso estão redigidos em inglês. O segundo capítulo trata das diferenciações das florestas de restinga conforme variações topográficas e de substrato. O terceiro capítulo trata da invasão de bovinos no interior da floresta arenosa e de suas influências sobre a vegetação das sinúsias herbácea e arbustiva. Em todos os casos, cada capítulo segue a formatação solicitada pelas revistas para as quais os correspondentes artigos serão enviados. Em anexo há fotografias e apêndices que não podem ser incluídos nos artigos

para a publicação. Aos leitores desejo uma boa leitura, esperando que lhes sejam úteis as informações apresentadas.

*Referências bibliográficas*

- DANILEVICZ, E. 1989. Flora e vegetação de restinga na barra da Laguna do Peixe, Tavares, Rio Grande do Sul: levantamento preliminar. *Iheringia, Série Botânica* 39: 69-79.
- CESTARO, L.A. 1984. *Ecologia do estrato herbáceo da mata de araucária da Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul*. Dissertação de mestrado. Curso de Pós Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências – UFRGS, Porto Alegre.
- DELANEY, P.J.V. 1962. Considerações sobre a fisiografia e a geologia da planície costeira do Rio Grande do Sul. *In Contribuição ao 16º Congresso Brasileiro de Geologia*, 2: 1-31. Escola de Geologia da UFRGS, Porto Alegre.
- DELANEY, P.J.V. 1965. *Fisiografia e geologia da superfície da planície costeira do Rio Grande do Sul*. Publicação Especial 6. Escola de Geologia da UFRGS, Porto Alegre.
- DORNELES, L.P.P. 2004. *Diferenciação de comunidades arbóreas no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul*. Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Botânica, Instituto de Biociências - UFRGS, Porto Alegre.
- DORNELES, L.P.P., WAECHTER, J.L. 2004a. Estrutura do componente arbóreo da floresta arenosa de restinga do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul. *Hoehnea* 31(1): 61-71.
- DORNELES, L.P.P., WAECHTER, J.L. 2004b. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18(4): 815-824.

- KINDEL, A. 2002. *Diversidade e estratégias de dispersão de plantas vasculares da floresta paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul*. Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Botânica, Instituto de Biociências - UFRGS, Porto Alegre.
- KNAK, R.B. (org.). 1999. *Plano de manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe*. Fase 2. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- PFADENHAUER, J. 1978. Contribuição ao conhecimento da vegetação e de suas condições de crescimento nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 38: 827-836.
- PFADENHAUER, J., RAMOS, R.F. 1979. Um complexo de vegetação entre dunas e pântanos, próximo a Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 25: 17-26.
- PFADENHAUER, J., MARIATH, J.E.A., RAMOS, R.F., OLIVEIRA, P.L., MIOTTO, S.T.S., PORTO, M.L. 1979. Estação Ecológica do Taim - Sequência da vegetação da praia da margem oriental da Lagoa Mirim, Banhado do Taim. *NIDECO-UFRGS, Série Taim* 1: 5-21.
- SCHWARZBOLD, A., SCHÄFFER, A. 1984. Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana* 9(1): 87-104.
- SUGUIO, K., MARTIN, L. 1987. Classificação de costas e evolução geológica das planícies litorâneas quaternárias do sudeste e sul do Brasil. In *Anais do Primeiro Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: síntese dos conhecimentos*. Cananéia, SP. *Publicação da ACIESP* 54(1): 1-28.
- SUGUIO, K., TESSLER, M.G. 1984. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R., Turcq, B. (orgs.). *Restingas, origem, estrutura, processos*: 15-25. CEUFF, Niterói.

- TOMAZELLI, L.J., VILLWOCK, J.A., LOSS, E.L. 1987. Aspectos da geomorfologia costeira da região de Osório – Tramandaí, Rio Grande do Sul. *In Anais do 1º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*: 141-153. ABEQUA, Porto Alegre.
- TOMAZELLI, L.J., VILLWOCK, J.A. 2000. O cenozóico no Rio Grande do Sul: geologia da planície costeira. *In Holz, M., de Ros, L. F. (eds.). Geologia do Rio Grande do Sul*: 375-406. CIGO/UFRGS, Porto Alegre.
- VILLWOCK, J.A. 1987. Processos costeiros e a formação das praias arenosas e campos de dunas ao longo da costa sul e sudeste brasileira. *In: Anais do Primeiro Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: síntese dos conhecimentos*. Publicação da ACIESP 54(1): 382-398. Cananéia, SP.
- VILLWOCK, J.A. 1994. A costa brasileira: geologia e evolução. *In Anais do Terceiro Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: subsídios a gerenciamento ambiental. Manguezais e marismas*. Publicação da ACIESP 87(1): 1-15. Serra Negra, SP.
- VILLWOCK, J.A., TOMAZELLI, L.J., LOSS, E.L., DEHNHARDT, E.A., HORN Fº, N.O., BACHI, F.A., DEHNHARDT, B.A. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. *In Rabassa, J. (ed.). Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*: 79-87. A.A. Balkema, Rotterdam.



## CAPÍTULO 1

### **Composição de espécies arbustivas e herbáceas nas florestas de restinga do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Tavares, Rio Grande do Sul, Brasil<sup>1</sup>**

RENATO AQUINO ZÁCHIA\* & JORGE LUIZ WAECHTER\*\*

\* *Department of Biology, Federal University of Santa Maria, Av. Roraima 1000, 97105-900 Santa Maria, RS, Brazil (E-mail: zachia@terra.com.br).*

\*\* *Department of Botany, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brazil (E-mail: jorgew@brturbo.com.br)*

**ABSTRACT** – (Floristic species composition of herbs and shrubs from restinga forests of The Lagoa do Peixe National Park, Tavares, Rio Grande do Sul, Brazil). This survey aimed to characterize the floristic composition of herb and shrub understorey from five different sites found in restinga forests. Such forests grow along the western margin of the lagoon cited above. There are two major formations, dune forests (well drained) and peat forests (poorly drained). Dune forests show two topographic physiognomies, terrace and slope. Both are divided in two sites each, pastured and protected against grazing. Other type, the peat forest, grows on lagoonal depressions. For each site, 30 quadrats (2 m x 2 m) were set, disposed along three lines, reaching 120 m<sup>2</sup> of sample area for each site. Herbs and shrubs inside and outside the plots were collected, identified and classified according to life forms. The sampled species were compared with other similar samplings from southern Brazil. Cluster analysis was applied to the data matrixes, according to species presence or absence, employing Jaccard's

---

<sup>1</sup> Part of the first author's Doctoral Thesis at the Botany Post Graduation Program – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

coefficient and the sum of squares as a cluster technique. A total of 100 species were collected inside and outside the plots, but only 71 were sampled. The results showed strong differences among dune forest and peat forest floras, besides greater species richness in pastured sites, probably related to the input of wide-range distributed species. *Key words:* floristics; restinga; dune forest; peat forest

**RESUMO** – (Composição florística de espécies arbustivas e herbáceas nas florestas de restinga do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Tavares, Rio Grande do Sul, Brasil). Este levantamento de ervas e arbustos das florestas de restinga no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, teve como objetivo caracterizar a composição florística e as variações encontradas em diferentes ambientes. Estas florestas situam-se na margem oeste da Lagoa do Peixe, dividindo-se em floresta arenosa e turfosa. A floresta arenosa cobre o terraço e a encosta de uma paleoduna. A floresta turfosa fica numa depressão inundada. Há sítios pastejados e outros protegidos do gado tanto na encosta como no terraço, resultando em quatro sítios arenosos além do sítio turfoso. Para cada sítio, estabeleceram-se 30 parcelas (2 m x 2 m) em três linhas, com 120 m<sup>2</sup> de área para cada sítio. Foram coletadas e identificadas todas as espécies de ervas e arbustos dentro ou fora das parcelas, classificadas em formas de vida. Os dados florísticos foram comparados com resultados de outros levantamentos feitos no do sul do Brasil. Foi aplicada uma análise de agrupamentos, considerando presença ou ausência de espécies, empregando o coeficiente de Jaccard e a soma de quadrados. Cem espécies foram coletadas dentro e fora das parcelas, mas somente 71 foram amostradas. Os resultados mostraram que houve grande diferença florística entre a floresta arenosa e a turfosa, e uma maior riqueza específica nas áreas pastejadas provavelmente relacionadas com a

---

invasão de espécies de ampla distribuição. *Palavras-chave*: restinga; floresta arenosa; floresta de cordão arenoso; floresta inundada; floresta turfosa.

## **Introdução**

O tema composição florística traz à tona dois problemas, a abrangência do levantamento proposto e o tipo de metodologia a ser aplicada. O estudo da composição florística de uma comunidade florestal deveria abranger não só o estrato arbóreo, mas os estratos herbáceo e arbustivo, as lianas e os epífitos (Richards 1952). Entretanto, os levantamentos priorizam os componentes arbóreos em função de serem mais bem conhecidos taxonomicamente, sendo espécies em geral de distribuição mais ampla do que os não arbóreos (Gentry 1992). Os trabalhos existentes, muitas vezes têm metodologias que nem sempre são as mais adequadas, sendo diferentes entre si e dificultando as comparações. Entretanto, na ausência de dados, tornam-se úteis até meras citações de ocorrência em *check lists*. São contribuições científicas que podem auxiliar numa sugestão implícita de regiões estratégicas para novos levantamentos mais consistentes, favorecendo a melhor compreensão de conjuntos vegetacionais ou padrões fitogeográficos (Andreatta *et al.* 1997).

Excetuando-se os trabalhos florísticos e fitossociológicos voltados exclusivamente ao estrato arbóreo, por exemplo Silva *et al.* (1993), Sugiyama (1998), Waechter & Jarenkow (1998), os estudos florísticos nas restingas abrangem desde estudos mais voltados para a descrição da vegetação, incluindo dados florísticos diagnósticos, até aqueles direcionados ao inventário florístico propriamente dito. No primeiro grupo situam-se importantes contribuições para o entendimento da zonação existente nas restingas, definindo-se critérios e categorias, permitindo a identificação dos tipos

vegetacionais através de chaves e descrições detalhadas (Bresolin 1979, Araújo & Henriques 1984, Pinto *et al.* 1984, Waechter 1985, 1990, Henriques *et al.* 1986, Araújo 1992). No outro extremo estão inventários florísticos, cuja maior contribuição foi a de divulgar dados desconhecidos sobre a riqueza da flora de restinga (Baptista *et al.* 1979, De Grande & Lopes 1981, Araújo & Henriques 1984, Porto & Dillenburg 1986, Rossoni & Baptista 1995, Fernandes & Sá 2000, Pereira & Araújo 2000). Estes trabalhos incluíram as sinúsias herbáceas e arbustivas florestais dentro de uma perspectiva muito abrangente de estudo que incluía diversos outros componentes, impedindo a visualização de padrões florísticos e estruturais próprios do sub-bosque.

Lindman (1906) publicou as primeiras listas florísticas das sinúsias herbácea e arbustiva das florestas sul-rio-grandenses, destacando-se gêneros típicos desses componentes como *Asplenium*, *Blechnum*, *Pteris*, *Adiantum*, *Ichnanthus*, *Pharus*, *Olyra*, *Maranta*, *Commelina*, *Tradescantia*, *Scleria*, *Peperomia*, *Begonia*, *Petiveria*, *Pavonia*, *Psychotria*, e *Ruellia*, entre outros. Levantamentos mais detalhados foram mais tarde sendo confeccionados por outros autores, como Rambo (1956a, b), Cain *et al.* (1956), Baptista & Irgang (1972), Lindeman *et al.* (1975), Knob (1978), Klein (1979), Longhi-Wagner & Ramos (1981), Aguiar *et al.* (1982, 1986), Jacques *et al.* (1982), Backes (1981, 1999), Martau *et al.* (1981). São listas abrangentes que incluíam árvores, arbustos, ervas, lianas, epífitos e espécies de borda de floresta, informando sobre locais de ocorrência de certas espécies. Nesses estudos faltou a padronização de métodos que seria necessária para comparar aqueles dados com resultados obtidos para uma área de localização mais restrita e bem definida, especificamente tratando-se das sinúsias herbácea e arbustiva florestais. Foram utilizados diferentes métodos de amostragem, em alguns casos houve a coleta por trilha, dita como aleatória, mas na realidade subjetiva.

Além disso, as frequências de visitas eram diferentes para cada inventário, em sua maioria sem testes de suficiência amostral. Em alguns casos, há a possibilidade de, a cada retorno, em um curto período de tempo, serem encontradas espécies ainda não observadas, sendo factível produzirem-se duas ou três listas diferentes para o mesmo local. De qualquer modo, esses inventários são muito relevantes para levantamentos de biodiversidade, importantes para a conservação de espécies e de ecossistemas.

Há uma carência de estudos florísticos e fitossociológicos sobre as sinúcias herbácea e arbustiva florestais. A riqueza florística dos componentes não arbóreos, especialmente em áreas tropicais, seria um argumento mais do que suficiente para estimular pesquisas sobre diferentes sinúcias florestais (Gentry & Dodson 1987). Andreatta *et al.* (1997), na Reserva Ecológica de Macaé de Cima, encontraram uma riqueza florística comparável a de florestas tropicais equatorianas, estudadas por Gentry & Dodson (1987).

Entre os poucos estudos realizados sobre as sinúcias herbácea e arbustiva, alguns autores realizaram estudos fitossociológicos limitados ao estrato herbáceo terrícola florestal, outros incluíram os arbustos. No caso exclusivo de herbáceas há os trabalhos pioneiros de Cestaro *et al.* (1986) em florestas com araucária; Citadini-Zanette (1984) e Citadini-Zanette & Baptista (1989) em florestas atlânticas no Rio Grande do Sul. Avaliando conjuntamente as espécies herbáceas e as arbustivas florestais, Diesel & Siqueira (1991) realizou estudos fitossociológicos em três diferentes pontos de florestas ripárias da Bacia do Rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul. Diferentemente, no trabalho de Dorneles & Negrelle (1999), realizado em Itapoá, Santa Catarina, estudou-se a composição florística e a fitossociologia da sinúcia herbácea em uma floresta atlântica, incluindo-se na amostragem, de 5 cm até 1 m de altura, pteridófitas, palmeiras, árvores,

arbustos e lianas, em diferentes categorias, tendo sido possível calcular percentuais dos parâmetros relativos às espécies que não pertenciam à sinúsia, mas que compartilhavam aquele espaço. Por outro lado, Fernandes (2000), priorizando o aspecto do caráter esciófilo, num estudo fitossociológico no Morro Santana em Porto Alegre, além das espécies terrícolas, incluiu as rupícolas e epifíticas. Müller & Waechter (2001) realizaram um estudo fitossociológico em uma floresta costeira subtropical em Viamão no Rio Grande do Sul reunindo as sinúsias herbácea e arbustiva num só levantamento.

Recentemente, no Paraná e na Amazônia, surgiram trabalhos com uma abordagem bastante diferenciada dos usuais. Kozera & Rodrigues (2005) estudaram a florística e a estrutura fitossociológica do estrato inferior de uma floresta ombrófila densa submontana no estado do Paraná, tendo incluído na amostragem espécies herbáceas, arbustivas, trepadeiras e hemiepífitas secundárias. Costa (2004) estudando apenas o estrato herbáceo numa floresta de terra firme próximo a Manaus (Amazonas) verificaram que Marantaceae e Cyperaceae foram as famílias que apresentaram maior riqueza específica. Costa *et al.* (2005) realizaram estudos na Reserva Ducke (Amazonas), tendo estudado somente o estrato herbáceo e concluíram que a composição de pteridófitas é muito mais afetada pela topografia do que as demais ervas do sub-bosque.

Andreatta *et al.* (1997) chamaram a atenção para a necessidade de inventários florestais mais detalhados, associados ao estudo da fauna local e utilizando-se métodos amostrais semelhantes, que permitam uma comparação adequada entre as localidades inventariadas. Orientado por esse mesmo caminho, o presente trabalho teve como objetivo realizar um inventário florístico com enfoque restrito às sinúsias herbácea e arbustiva, subseqüentemente aos estudos dos componentes arbóreos feitos no mesmo

ambiente (Dorneles & Waechter 2004a, b), utilizando um padrão de amostragem já empregado em outros estudos (Cestaro *et al.* 1986, Müller & Waechter 2001), que possibilitasse o conhecimento da flora local e a comparação com floras de outras áreas florestais.

### **Área de estudo**

A Lagoa do Peixe é um ponto importante de pouso de aves migratórias, que vêm alimentar-se e depois retornam ao hemisfério norte para a reprodução (Knak 1999). Em função disso, foi criado o Parque Nacional da Lagoa do Peixe, abrangendo parte dos municípios de Mostardas e Tavares, Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1). A área selecionada para o estudo foi um dos sítios melhor preservados da floresta de restinga que acompanha a costa oeste da Lagoa do Peixe. O estabelecimento das linhas auxiliares de amostragem para a disposição de parcelas foi feito na área inclusa entre as seguintes coordenadas: 31°13'00" – 31°13'15"S; 50°57'40" – 50°57'55"W, justamente coincidindo com a divisa das fazendas “Boiadeiro” e “Nadir Brum”. Parte dessas fazendas está em área do Parque e ainda não foram desapropriadas, havendo criação de gado e de outros animais domésticos. No entorno do Parque há construções rurais, plantações de forrageiras e serrarias com monoculturas de *Pinus*. A floresta cobre um terraço bem drenado de uma paleoduna, que está entre 8 a 15 m acima do nível do mar. A seguir, em sentido leste, a floresta prossegue cobrindo um barranco, localmente chamado de recosta. Ao término do barranco, a floresta cobre parte de uma baixada úmida e alagadiça, uma zona de banhados e turfeiras com vegetação herbácea que termina na lagoa (Figura 2).

O clima é subtropical úmido (Cfa), conforme o sistema de Köppen (Mota 1951, Moreno 1961), mesotérmico, brando, superúmido (Nimer 1989, 1990). O diagrama

ombrotérmico (Figura 3), baseado em dados da Estação Meteorológica de Rio Grande, distante cerca de 100 km do local de estudo, mostra um leve acréscimo da temperatura nos meses de verão e uma maior quantidade de precipitação no fim do inverno, tipicamente sem uma estação seca. A temperatura média anual é de 18,8 °C, com máxima absoluta de 40,9 °C e mínima absoluta de - 2,6 °C (IPAGRO 1979). As normais mensais de precipitação estão entre 60 e 160 mm. A direção predominante dos ventos é de nordeste e as geadas podem ocorrer de maio até setembro (Machado 1950).

A Lagoa do Peixe é uma das muitas que fazem parte de um sistema de lagoas em rosário, nos cordões arenosos entre a falésia erosional de Mostardas a oeste e o campo de dunas eólicas a leste, desde Cidreira até Rio Grande (Schwarzbold & Schäfer 1984, Suguio & Tessler 1987, Suguio & Martin 1987, Danilevicz 1989). A topografia local foi moldada a partir da falésia de Mostardas que marca o limite de um terraço gerado pelo sistema deposicional do tipo laguna-barreira III, que data de 120 Ka (Pleistoceno Superior), seguido por um espaço de retrobarreira que foi preenchido no pico transgressivo holocênico há 5 Ka. Os depósitos turfosos da depressão tiveram sua origem em sítios paludosos formados pela colmatação progressiva de antigos corpos lagunares (Villwock *et al.* 1986, Villwock 1987, Tomazelli *et al.* 1987, Villwock 1994, Knak 1999, Tomazelli & Villwock 2000). Os solos do terraço e da encosta foram caracterizados como sendo do tipo Neossolo Quartzarênico Órtico; os da depressão são do tipo Organossolo Mésico Hêmico (EMBRAPA 1999, Streck *et al.* 2002). Correspondem respectivamente aos tipos Psamments e Hemists do sistema norte-americano (Soil Survey Staff 1998).

Os padrões locais da vegetação reproduzem o que tem sido observado nas demais florestas de restinga do estado, isto é, a existência de florestas de dunas ou arenosas e as



florestas turfosas ou paludosas, freqüentemente em formações contíguas (Waechter 1985, 1990, Porto & Dillenburg 1986, Rossoni & Baptista 1995, Waechter & Jarenkow 1998, Waechter *et al.* 2000). Estes padrões enquadram-se no sistema proposto por Menezes & Araújo (2005), respectivamente para as florestas arenosas e turfosas as denominações genéricas de floresta de cordão arenoso e floresta inundada. Descrições mais detalhadas dos sítios em estudo foram apresentadas por Dorneles & Waechter (2004a, b).

## **Métodos**

### *Amostragem da vegetação e inventário florístico*

As ervas terrícolas e arbustos que completam seu ciclo vital até 3 m de altura foram todos amostrados pelo método de parcelas (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), desde fevereiro de 2003 até outubro de 2004. A amostragem principal foi realizada na primavera, mas as parcelas foram reexaminadas no verão e no inverno, com o intuito de acompanhar comparativamente a estacionalidade da vegetação e a sazonalidade reprodutiva. Trinta parcelas de 2 x 2m (4 m<sup>2</sup>), foram estabelecidas a 10 m de distância uma da outra, cada dez parcelas em uma das três linhas auxiliares de amostragem. Cada conjunto de três linhas de amostragem foi montado para cada um dos seguintes ambientes: terraço pastejado, terraço protegido, encosta pastejada, encosta protegida e depressão, num total de 150 parcelas, somando-se os cinco ambientes (Figura 4).

As áreas protegidas, isoladas do gado por cercas de arame farpado, encontravam-se livres de pastejo desde 1990. As áreas pastejadas estavam em sítios adjacentes às áreas protegidas e ficaram sujeitas ao pastejo e ao pisoteio feito pelo gado. Os ambientes pastejados e protegidos, na floresta arenosa, eram similares quanto à fisionomia e

composição do dossel e quanto ao tipo de topografia e substrato. A área de depressão ou baixada turfosa não era invadida pelo gado.

Cada uma das cinco áreas apresentou 120 m<sup>2</sup>, totalizando 600 m<sup>2</sup> de área amostrada total. Parcelas de mesmo tamanho (unidades amostrais) foram usadas tanto para arbustos como para ervas. A área mínima para cada ambiente foi determinada através da aplicação da curva espécies-área, tendo sido previamente feita uma aleatorização dos pontos. A equação de regressão logarítmica,  $S=a+b*\log A$ ; onde S=número de espécies e A=área amostrada, foi utilizada para estabelecer a área mínima necessária para amostrar a riqueza de espécies (Cain 1938, Rice & Kelting 1955, Mueller-Dombois & Ellenberg 1974, Waechter *et al.* 2000).

Foram amostradas as ervas enraizadas no solo, encontradas no interior dos cinco ambientes (Poulsen & Balslev 1991, Poulsen 1996a, b), incluindo-se também arbustos e os subarbustos. Estes últimos são plantas perenes com base lenhosa e ramos superiores herbáceos, podendo ser considerados como sendo arbustos (Gentry & Dodson 1987, Müller & Waechter 2001). Foram coletados complementarmente, exemplares de espécies encontradas próximas às unidades amostrais. Os trabalhos de taxonomia, floras e monografias foram consultados para confirmar hábitos e formas de vida. A identificação foi feita utilizando-se a literatura taxonômica, o acervo de herbários (PACA, ICN, HAS) e a consulta a especialistas. As formas de vida foram definidas conforme o sistema de Raunkiaer modificado por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). Para a organização em um sistema de classificação, foram usados os sistemas de Tryon & Tryon (1982) para pteridófitas e APGII (2003) para angiospermas. Espécimens-testemunho coletados foram depositados no herbário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN), Porto Alegre, Brasil.

### *Análise dos dados*

Os resultados foram organizados em uma lista de espécies do levantamento florístico e outra para o levantamento fitossociológico. No primeiro caso, foram incluídas as espécies observadas e coletadas nos cinco ambientes e suas respectivas formas de vida. No segundo caso foram incluídas apenas as espécies amostradas. Foram selecionadas obras preferenciais com os dados florísticos exclusivamente de amostragem, possibilitando comparações baseadas na presença ou ausência. Os dados foram organizados em uma matriz, submetida a uma análise de agrupamentos por dissimilaridade, considerando-se a presença e a ausência de espécies arbustivas e herbáceas. Para isso foram utilizados o coeficiente de Jaccard (complemento) e a soma de quadrados (agrupamento), adotando-se o programa SYN-TAX 5.0 (Podani 2001), aplicados sobre uma matriz de dados de 172 espécies em 11 localidades. As obras selecionadas para comparação foram as de Citadini-Zanette (1984), Cestaro *et al.* (1986), Citadini-Zanette & Baptista (1989), Diesel & Siqueira (1991), Fernandes (2000), Müller & Waechter (2001). Os nomes científicos foram previamente padronizados do ponto de vista nomenclatural.

## **Resultados**

### *Análise florística*

Foram encontradas 100 espécies, existindo uma maior riqueza específica nas áreas visitadas pelo gado, 51 espécies no terraço pastejado, 49 na encosta pastejada, contra 38 no terraço protegido, 41 na encosta protegida e 41 na depressão (Tabelas 1, 2). Estas 100 espécies distribuíram-se em 42 famílias, sendo 35 de angiospermas e sete de pteridófitas. A família mais rica foi Orchidaceae com 11 espécies, seguida de Poaceae,

com oito espécies e Rubiaceae, Malvaceae e Asteraceae, cada uma com cinco espécies. Blechnaceae, Piperaceae, Pteridaceae e Solanaceae apresentaram quatro espécies cada. Estas nove famílias concentraram 50% das espécies.

O ambiente do terraço abrigou 56 espécies, somando-se as espécies da área pastejada e da protegida (Tabela 2). *Panicum ovuliferum* foi a única espécie que só ocorreu no terraço. Os ambientes de encosta pastejada e não pastejada juntos tiveram 55 espécies, sendo algumas exclusivas, como *Aechmea recurvata*, *Hypoxis decumbens*, *Plantago australis* e *Adiantum raddianum*. A soma das espécies das áreas de terraço e encosta protegidas foi de 50 espécies, bem inferior ao total das áreas pastejadas de encosta e terraço juntas, 64 espécies. Nas áreas pastejadas, somando-se terraço e encosta, ocorreram com exclusividade as espécies *Bidens bipinnata*, *Opuntia monacantha*, *Hapalorchis micranthus*, *Peperomia blanda* e *Parietaria debilis*.

Foi verificado que algumas espécies apresentaram comportamento sazonal. As espécies anuais, como *Parietaria debilis*, *Urtica circularis* e *Drymaria cordata*, iniciaram o período vegetativo durante o inverno, com senescência e morte no verão. *Oxalis linarantha* é perene, apresentando rizomas com bulbilhos associados, mas as folhas estão presentes sobretudo no inverno, a floração ocorre na primavera e a parte aérea desaparece no verão. Na floresta turfosa, a única mudança que ocorreu foi com as saprófitas. No inverno foi possível ver apenas o pequeno escapo e a flor amarela e solitária de *Voyria aphylla*, que prosseguiu vegetando e florescendo durante a primavera, quando começaram a aparecer indivíduos de *Apteria aphylla*, com suas flores num tom púrpura-azulado. No verão esta última persistiu, mas não foram mais encontrados os escapos e flores de *V. aphylla*.

As coletas complementares valorizaram a diferenciação de habitats no interior da floresta turfosa detectada através de dois grupos de espécies ausentes das parcelas (Tabela 1). Um grupo com 13 espécies, somente foi encontrado na zona da floresta turfosa que delimitava com a floresta arenosa de encosta, nas proximidades de um córrego. Em outro ponto extremamente alagado da floresta turfosa, também próximo a um córrego, foram encontradas cinco outras espécies isoladas. Devido a sua baixa frequência, à seletividade de habitats e distribuição em agregados, deixaram de ser amostradas estas espécies. Em função disso contribuíram fortemente à riqueza específica.

Foram identificadas 12 formas de vida, 61 % das espécies eram hemicriptófitas (Figura 5). Em segundo lugar ficaram as caméfitas, com 28 % das espécies. A análise das subcategorias permite concluir que o grande percentual de hemicriptófitas deve-se ao elevado índice de espécies reptantes (33 %) e rosetadas (17 %), e o grande percentual de caméfitas deve-se ao elevado índice de caméfitas arbustivas. Geófitas, terófitas e saprófitas apresentaram percentuais similares entre si.

#### *Análise fitossociológica, riqueza e suficiência amostral*

A análise das espécies amostradas para os cinco ambientes permitiu a comparação com outros levantamentos de herbáceas e arbustos dos sub-bosques de restinga e de outras formações. Foram amostradas 71 espécies, existindo uma maior riqueza específica nas áreas visitadas pelo gado, 44 espécies no terraço pastejado, 47 para na encosta pastejada, 35 no terraço protegido, 41 na encosta protegida e 18 na depressão (Tabela 2). Estas 71 espécies distribuíram-se em 34 famílias, sendo 29 de angiospermas e cinco de pteridófitas. A família mais rica foi Orchidaceae com oito espécies, seguida por

Poaceae com sete espécies, Malvaceae com cinco, Rubiaceae e Asteraceae, cada uma com quatro, Blechnaceae, Cyperaceae e Piperaceae com três espécies cada. Estas oito famílias concentraram 52% das espécies. A soma das espécies dos quatro ambientes de floresta arenosa foi de 59 espécies.

A suficiência amostral, obtida através das curvas do número cumulativo de espécies por área, possibilitou verificar que as curvas correspondentes aos ambientes de encosta arenosa, com e sem gado, atingiram a estabilização após as curvas do terraço protegido e da depressão (Figura 6). A curva do terraço pastejado estabilizou, mas logo voltou a apresentar uma franca ascensão; entretanto, isto poderá ter sido consequência da seqüência aleatória utilizada, pois foram feitos testes com outras seqüências aleatórias e esta ascensão não foi verificada. A curva correspondente à depressão estabilizou-se primeiro em relação às demais. Estes resultados são coerentes com os maiores valores de riqueza encontrados na encosta, os valores intermediários no terraço e os valores menores na depressão.

#### *Relações florísticas regionais*

O agrupamento das espécies herbáceas e arbustivas de sub-bosque, com base em dados binários de frequência, presença x ausência, demonstrou que independentemente da proximidade geográfica da floresta arenosa com a floresta turfosa de Tavares (Parque Nacional da Lagoa do Peixe), estas são floristicamente muito distintas (Figura 7). O primeiro grande grupo formado destacou uma maior similaridade da floresta arenosa de Tavares com a floresta também de restinga arenosa de Morro Grande. A floresta com araucária de Aracuri está agrupada juntamente às florestas arenosas de Tavares e Morro

Grande, formando um segundo subgrupo que se associa ao grupo das florestas do Rio dos Sinos (Parobé, Rolante, Canela).

Um total de 22 espécies em comum, da floresta arenosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe com a floresta arenosa de Morro Grande, caracterizou uma grande similaridade que devido à semelhança de habitats sugere que pelo menos 14 delas (excetuando-se as oito comuns com Aracuri) sejam espécies comuns em sub-bosques da restinga. Estas seriam *Aechmea recurvata*, *Asplenium sellowianum*, *Cestrum strigilatum*, *Doryopteris multipartita*, *Drymaria cordata*, *Homolepis glutinosa*, *Justicia brasiliana*, *Mesadenella cuspidata*, *Peperomia blanda*, *Peperomia caulibarbis*, *Peperomia pereskiiifolia*, *Psychotria carthagenensis*, *Rollinia maritima* e *Rumohra adiantiformis*. As oito espécies que unem Aracuri aos grupos das florestas arenosas de Tavares e de Morro Grande são *Carex sellowiana*, *Chaptalia nutans*, *Elephantopus mollis*, *Hapalorchis micranthus*, *Oplismenus hirtellus*, *Oxalis linarantha*, *Pseudechinolaena polystachya* e *Tradescantia fluminensis*. As florestas de Parobé, Rolante e Canela são florestas do tipo estacional semideciduais próximas às formações de floresta ombrófila mista, embora tenham sido caracterizadas como florestas ripárias por distribuírem-se às margens do Rio dos Sinos, em altitudes diferenciadas para cada estande. O subgrupo formado por estas três uniu-se ao grupo das florestas arenosas de Tavares, Morro Grande, e Aracuri, devido às espécies *Oplismenus hirtellus*, *Oxalis linarantha* e *Tradescantia fluminensis*.

O segundo grande grupo formado, apresentou de um lado a floresta turfosa de Tavares ligada ao pequeno subgrupo da floresta pluvial de Limoeiro e à floresta estacional do Morro Santana; de outro lado o subgrupo formado pelas duas florestas estudadas no Lajeadozinho, a arenosa e a turfosa (Figura 7). A floresta de Limoeiro tem

em comum com a floresta estacional do Morro Santana as espécies *Doryopteris multipartita*, *Maranta arundinacea*, *Mesadenella cuspidata* e *Olyra humilis*. A única espécie em comum deste grupo com a floresta turfosa de Tavares foi *Mesadenella cuspidata*. Não houve espécies comuns aos cinco componentes do segundo grande grupo, mas *Mesadenella cuspidata* esteve presente na floresta arenosa de Lajeado, na turfosa de Tavares, em Limoeiro e Morro Santana, e *Psilochilus modestus* esteve presente na arenosa e na turfosa de Lajeado e na turfosa de Tavares, o que aproximou as florestas do Lajeado do grupo onde estava Ttav.

## **Discussão**

### *Levantamento florístico geral*

A despeito da falta de parâmetros de abundância ou da carência de bases de comparação, as famílias mais ricas em espécies foram Orchidaceae, Poaceae, Asteraceae, Malvaceae e Rubiaceae. Orchidaceae, Poaceae, Rubiaceae e Piperaceae são famílias com grande riqueza específica no presente trabalho, estando algumas delas entre as de maior riqueza também em inventários de sinúsias herbáceas e arbustivas do sul do Brasil (Citadini-Zanette 1984, Cestaro *et al.* 1986, Citadini-Zanette & Baptista 1989, Diesel & Siqueira 1991, Andreatta *et al.* 1997, Dorneles & Negrelle 1999, Fernandes 2000, Müller & Waechter 2001, Kozera & Rodrigues 2005). Diferiram bastante dos estudos realizados nas sinúsias herbáceas na floresta amazônica em que as famílias de maior riqueza florística foram Marantaceae e Cyperaceae (Costa 2004). A importância do levantamento florístico realizado através da inclusão de coletas complementares consistiu em localizar espécies de baixa frequência, o que permitiu relacioná-las à citações para diferentes regiões.



As citações de algumas espécies para outras regiões permitiram lançar hipóteses sobre a relação da amplitude de ocorrência das mesmas com a sua ocorrência na restinga em Tavares. *Blechnum brasiliense*, *Bromelia antiacantha*, *Chiococca alba*, *Cordia curassavica*, *Daphnopsis racemosa*, *Drymaria cordata*, *Elephantopus mollis*, *Peperomia pereskiiifolia*, *Psychotria carthagenensis*, *Rollinia maritima* (também citada como *R. emarginata*) e *Solanum americanum* estão presentes como componentes de sub-bosques de florestas de restinga desde o sul do estado em Rio Grande até o norte em Torres e Arroio do Sal (Lindeman *et al.* 1975, Porto & Dillenburg 1986, Rossoni & Baptista 1995, Costa *et al.* 2003). Algumas dessas espécies são citadas para outros estados, também para as restingas, como por exemplo: *Rollinia maritima* e *Solanum americanum* para Santa Catarina; *Psychotria carthagenensis* para o norte, até o Rio de Janeiro; *Bromelia antiacantha* e *Peperomia pereskiiifolia* até o Espírito Santo; *Centella asiatica*, *Chiococca alba* e *Cordia curassavica* (também citada como *C. verbenacea*) até a Bahia (Klein 1979, De Grande & Lopes 1981, Araújo & Henriques 1984, Pinto *et al.* 1984, Danilevicz *et al.* 1990, Sugiyama 1998, Dorneles & Negrelle 1999, Fernandes & Sá 2000, Pereira & Araújo 2000, Pereira *et al.* 2000, Assis *et al.* 2004, Pereira *et al.* 2004). A relevância do conhecimento da distribuição dessas espécies não se limita apenas ao conhecimento dos locais de ocorrência, mas é importante porque grandes amplitudes de distribuição, diferentemente dos endemismos, sugerem hipóteses a respeito do grau de especialização das espécies para cada ambiente. Espécies de grande amplitude de ocorrência tendem a ser mais generalistas tendo pouca especificidade em termos de sítios diferenciados, sendo comuns em ambientes com elevado grau de distúrbios ambientais causados por atividades agropastoris ou inundações periódicas (Belsky *et al.* 1999).

Diferentes informações sobre espécies inventariadas nos estudos sobre as restingas permitiram identificar grupos de espécies mais ou menos característicos das duas formações estudadas no presente trabalho. Rossoni & Baptista (1995) encontraram, entre outras, 15 espécies, algumas comuns na floresta arenosa de Tavares como *Bromelia antiacantha*, *Cestrum strigilatum*, *Daphnopsis racemosa*, *Peperomia pereskiifolia* e outras na floresta turfosa de Tavares como *Blechnum brasiliense* e *B. serrulatum*, além das indiferentes como *Mesadenella cuspidata*. Dorneles & Negrelle (1999) encontraram cinco espécies em comum com as encontradas na floresta turfosa de Tavares, entre elas *Neomarica candida*, *Pecluma paradiseae* e *Liparis nervosa*.

Nas áreas pastejadas de terraço e encosta a presença de *Bidens bipinnata*, *Parietaria debilis* e *Opuntia monacantha* como espécies exclusivas é um dado importante, pois são espécies comuns em ambientes abertos e perturbados, acrescentando-se que as duas primeiras são terófitas. A presença de terófitos no sub-bosque é apontada por alguns autores como relacionada a distúrbios causados pelo gado (Mc Intyre *et al.* 1995, Belsky *et al.* 1999). Em uma das excursões feitas aos locais de coleta, *O. monacantha* estava sendo removida pelo capataz da Fazenda Boiadeiro a pretexto de eliminá-la da borda da floresta arenosa (terraço), pois a planta seria pisoteada e seus cladódios seriam dispersos pelo gado, regenerando vegetativamente e invadindo as pastagens. Provavelmente seria esta a forma de entrada desta espécie nas áreas florestais pastejadas do terraço e da encosta. O grande predomínio de certas subcategorias de hemicriptófitas, as espécies reptantes e rosetadas, também poderia ser uma evidência de distúrbios causados pelo gado.

*Relações entre diferentes ambientes e espécies*

A comparação das relações florísticas entre os onze estudos fitossociológicos realizados no Rio Grande do Sul é difícil, embora não seja impossível, em razão de que, em especial nos casos de Citadini-Zanette (1984), Citadini-Zanette & Baptista (1989) e Diesel & Siqueira (1991), as áreas amostrais eram diferentes em relação aos padrões utilizados nos demais estudos. Em segundo lugar, os dois primeiros e Cestaro *et al.* (1986) estudaram apenas a sinúsia herbácea. Feitas estas ressalvas, é justo admitir que estes fatores possam ter influenciado os agrupamentos. Entretanto, ficou bastante evidenciado que as florestas arenosas de Tavares e de Morro Grande estão em um contexto florístico das florestas de interiores, do planalto e de galerias, enquanto as turfosas estão em um contexto de florestas costeiras, com maior influência tropical.

Independentemente dos contextos florísticos mais abrangentes, à primeira vista o que mais chama a atenção nos resultados apresentados (Figura 7) é que Aracuri agrupou-se com a floresta arenosa de Tavares e Morro Grande, o que não era esperado em função das grandes diferenças existentes entre um ambiente de restinga e uma floresta ombrófila mista do planalto sul-rio-grandense. Em outro grupo estão as florestas do Lajeado, a arenosa e a turfosa, embora o esperado fosse a separação entre as duas. Entretanto, ao verificar-se o grande grupo onde está floresta arenosa de Tavares, constatou-se que todos seus subgrupos unem-se por uma maior quantidade de espécies em comum do que os subgrupos menores do grupo onde está a floresta turfosa de Tavares. Os números totais de espécies de cada componente do primeiro subgrupo estiveram entre 22 e 59, enquanto no segundo subgrupo o número de espécies foi de 14 a 22. Estas constatações indicam que o grande grupo que contém a floresta arenosa de Tavares apresenta mais coesão entre seus membros devido à maior quantidade de componentes em comum, sendo formado por espécies de distribuição geográfica mais

ampla, o que resultou em maiores riquezas específicas. O grande grupo onde está a floresta turfosa de Tavares está formado por ambientes mais restritos, espécies provavelmente mais especializadas, com uma menor quantidade de componentes em comum e menores riquezas individualmente.

O conjunto de espécies que constroem as relações entre os pequenos subgrupos, reforça a idéia da existência de dois grandes subgrupos principais, um de espécies de ampla distribuição favorecidas pelo pastejo, em ambientes com alta riqueza específica no sub-bosque, e outro de espécies de distribuição restrita, em ambientes com baixa riqueza específica, não visitados pelo gado. No grande subgrupo onde está Aracuri, Morro Grande e a floresta arenosa de Tavares, destacam-se hemicriptófitas rosetadas como *Elephantopus mollis* e *Chaptalia nutans*, e hemicriptófitas reptantes como *Oplismenus hirtellus*, *Pseudechinolaena polystachya* e *Tradescantia fluminensis*, já referidas anteriormente como sendo hemicriptófitas reptantes, formas de vida altamente favorecidas pelo pastejo do gado. As espécies *O. hirtellus*, *T. fluminensis* e *Oxalis linarantha*, fazem o vínculo entre as florestas do Rio dos Sinos (Parobé, Canela, Rolante) com o subgrupo das florestas arenosas de Tavares e Morro Grande com Aracuri. Foi mencionada pelos autores, a presença atual ou pretérita do gado nas áreas estudadas, ou nas redondezas dos seis ambientes inclusos no grupo em questão. No outro grande subgrupo, onde está a floresta turfosa de Tavares, das espécies que ligam Limoeiro a Morro Santana, *Mesadenella cuspidata*, *Doryopteris multipartita*, *Olyra humilis* e *Maranta arundinacea*, as três primeiras são hemicriptófitas cespitosas e a última é geófito rizomatosa, sendo formas de vida menos freqüentes em ambientes pastejados.

Há evidências de respostas funcionais da comunidade às exigências ambientais diferenciadas dos ambientes que permitem concluir que a segregação observada nos dois grandes grupos foi orientada por semelhanças de formas de vida ou tipos funcionais. Recentes pesquisas têm demonstrado que similaridades de tipos funcionais de plantas ou equivalentes ecológicos explicariam muito melhor estes resultados do que similaridades florísticas taxonômicas (Costa 2004, Sosinski & Pillar 2004). Fatores ligados à forma de vida ou tipos funcionais podem estar relacionados frequentemente a respostas da vegetação aos distúrbios ambientais (McIntyre *et al.*, 1995). A reunião da floresta de araucária de Aracuri com matas de restinga arenosa sugere que as respostas funcionais da comunidade a distúrbios gerados pela presença do gado são os elementos-chave que influenciaram os agrupamentos.

No primeiro grupo, Atav, Amgr, Mara, Rpar, Rrol e Rcan, há caracteristicamente um conjunto de espécies de ampla distribuição, bastante generalistas em termos de ocorrência em diferentes formações vegetais (Figura 7). Estas espécies promoveram o agrupamento de ambientes que apresentaram em comum a presença atual ou pretérita de gado. Relatos dos próprios autores sobre distúrbios ambientais nas áreas referidas, somados ao caráter generalista e à maior riqueza de espécies nesses ambientes em comparação com os ambientes de Alaj, Tlaj, Plim e Smsa, são argumentos que contribuem para esta afirmação.

O segundo grupo, Alaj, Tlaj, Plim e Smsa, com espécies mais especializadas nos diferentes ambientes, é menos influenciado pelo pastejo e pisoteio, reúne pequenos subgrupos, mais fracamente relacionados entre si, com valores mais baixos de riqueza específica, caracterizados por restrições ambientais como a baixa drenagem nas florestas turfosas ou menor entrada de luz em florestas ombrófilas como a de Limoeiro.

Em resumo, o grande grupo Atav, Amgr, Mara, Rpar, Rrol, Rcan formou-se a partir de uma seletividade florística e de respostas funcionais associadas a um ambiente perturbado pela presença atual ou histórica de gado. O grande grupo Alaj, Tlaj, Plim, Smsa responde a outros padrões de fatores determinantes ambientais que não relacionam-se à perturbação por pastejo ou pisoteio de bovinos. Pesquisas posteriores visando testar essa hipótese não deverão prescindir da definição prévia de tipos funcionais para essa comunidade. Para isso, há algoritmos apropriados utilizando análise numérica (Pillar & Sosinski, 2003).

### **Agradecimentos**

O primeiro autor agradece ao CNPq/CAPES e à UFSM pela bolsa PICDT fornecida. Somos muito gratos aos taxonomistas que atenciosamente identificaram algumas espécies: Paulo Günther Windisch (PACA), *Thelypteris*, *Anogramma* e *Diplazium*; Rosana Senna (HAS), *Blechnum* e *Osmunda*; Fernando Rocha (PPGBOT UFRGS-ICN), *Malaxis* e *Cyclopogon*; Daniel Ruschel (PPGBOT UFRGS-ICN), *Piper*; Rafael Trevisan (PPGBOT UFRGS-ICN), *Oplismenus*, *Panicum*, *Pseudechinolaena*, *Homolepis*, *Olyra*, *Carex*, *Cyperus* e *Scleria*; Cláudio Mondin (PACA), *Adenostemma*, *Bidens* e *Verbesina*. Agradecemos também ao Prof. Luiz José Tomazelli (Instituto de Geociências) pelo fornecimento de literatura na área geológica; ao Prof. Alberto Inda Jr. (Departamento de solos - UFRGS), que auxiliou na classificação de solos; ao ex-aluno e colega Jean Carlos Budke (PPGBOT UFRGS-ICN), que ajudou nas saídas a campo e nos problemas com o computador e ao amigo João Carlos Pradella Dotto (FEPAM-RS), que obteve as coordenadas com o GPS. Um agradecimento muito especial à Dona Edair, Luísa, André Coutinho, Tereza Melo, Leonardo Mohr, Fabiano de Souza e a toda a equipe do IBAMA de Mostardas. Em especial à Lúcia Patrícia

Pereira Dorneles (FURG) que desbravou conosco as florestas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe.

### Referências

- APG II. 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: Angiosperm Phylogeny Group II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- AGUIAR, L.W., MARTAU, L., SOARES, Z.F. 1982. Composição florística de matas nos Municípios de Montenegro e Triunfo, RS, Brasil. *Iheringia*, Série Botânica (29): 3-30.
- AGUIAR, L.W., MARTAU, L., BUENO, O.L., SOARES, Z.F., MARIATH, J.E., KLEIN, R.M. 1986. Estudo preliminar da flora e vegetação de morros graníticos da Região da Grande Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*, Série Botânica (34): 3-38.
- ANDREATA, R.H.P., GOMES, M., BAUMGRATZ, J.F.A. 1997. Plantas herbáceo-arbustivas terrestres da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In Lima, H.C., Guedes-Bruni, R.R. (eds.). *Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em mata atlântica*: 65-73. Jardim Botânico, Rio de Janeiro.
- ARAÚJO, D.S.D. 1992. Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: a first approximation. In Seeliger, U. (ed.). *Coastal plant communities of Latin America*: 337-347. Academic Press, New York.
- ARAÚJO, D.S.D., HENRIQUES, R.P.B. 1984. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R., Turcq, B.(orgs.). *Restingas, origem, estrutura, processos*: 159-193. CEUFF, Niterói.

- ASSIS, A.M., THOMAZ, L.D., PEREIRA, O.J. 2004. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18(1): 191-201.
- BACKES, A. 1981. Flora do Morro do Coco, Viamão. *Iheringia*, Série Botânica 27: 27-40.
- BACKES, A. 1999. Ecologia da floresta do Morro do Coco, Viamão, RS. *Pesquisas, Botânica* 49: 5-30.
- BAPTISTA, L.R.M., IRGANG, B.E. 1972. Nota sobre a composição florística de uma comunidade florestal dos arredores de Porto Alegre. *Iheringia*, Série Botânica 16: 3-8.
- BAPTISTA, L.R.M., CERONI, Z.S.V., IRGANG, B.E., LONGHI, H.M., WAECHTER, J.L., MIOTTO, S.T.S., MARIATH, J.E., ROSITO, J.M., PRADO, J.F., ZANIM, D. 1979. Levantamento florístico preliminar da Reserva Biológica do Lami, Porto Alegre, RS. *NIDECO-UFRGS, Série Urbana* 1: 5-30.
- BELSKY, A.J., MATZKE, A., USELMAN, S. 1999. Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation* 54: 419-431.
- BRESOLIN, A. 1979. Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina. *Insula* (10): 1-54.
- CAIN, S.A. 1938. The species-area curve. *American Midland Naturalist* 19: 573-581.
- CAIN, S.A., CASTRO, G.O., PIRES, J.M., SILVA, N.T. 1956. Application of some phytosociological techniques to Brazilian rain forest. *American Journal of Botany* 43: 911-941.



- 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. *Hoehnea* 13: 59-72.
- CITADINI-ZANETTE, V. 1984. Composição florística e fitossociologia da vegetação herbácea terrícola de uma mata de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 32: 23-62.
- 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. *Boletim do Instituto de Biociências* 45: 1-87.
- COSTA, C.S., IRGANG, B.E., PEIXOTO, A.R., MARANGONI, J.C. 2003. Composição florística das formações vegetais sobre uma turfeira topotrófica da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17(2): 203-212.
- COSTA, F.R.C. 2004. Structure and composition of the ground-herb community in a terra-firme Central Amazonian forest. *Acta Amazonica* 34(1): 53-59.
- COSTA, F.R.C., MAGNUSSON, W.E., LUIZÃO, R.C. 2005. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understorey herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology* 93: 863-878.
- DANILEVICZ, E. 1989. Flora e vegetação de restinga na barra da Laguna do Peixe, Tavares, Rio Grande do Sul: levantamento preliminar. *Iheringia, Série Botânica* 39: 69-79.

- DANILEVICZ, E., JANKE, H., PANKOWSKI, L.H.S. 1990. Florística e estrutura da comunidade herbácea e arbustiva da Praia do Ferrugem, Garopaba, SC. *Acta Botanica Brasilica* 4(2): 21- 34.
- DE GRANDE, D.A., LOPES, E.A. 1981. Plantas da restinga da Ilha do Cardoso (São Paulo, Brasil). *Hoehnea* 9: 1-22.
- DIESEL, S., SIQUEIRA, J.C. 1991. Estudo fitossociológico herbáceo/arbustivo da mata ripária da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, RS. *Pesquisas, Botânica* 42: 205-257.
- 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. *Biotemas* 12(2): 7-30.
- DORNELES, L.P.P., WAECHTER, J.L. 2004a. Estrutura do componente arbóreo da floresta arenosa de restinga do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul. *Hoehnea* 31(1): 61-71.
- DORNELES, L.P.P., WAECHTER, J.L. 2004b. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18(4): 815-824.
- EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Solos. 1999. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Embrapa Produção de Informação, Brasília; Embrapa Solos, Rio de Janeiro.
- FERNANDES, A.V. 2000. Comunidades vegetais esciófilas em diferentes substratos de uma floresta estacional do sul do Brasil. Dissertação de mestrado. UFRGS, Porto Alegre.

- FERNANDES, D.S., SÁ, C.F.C. 2000. Estudo florístico preliminar das restingas remanescentes do Município de Armação de Búzios. *In Anais do Quinto Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: conservação*. Vitória, ES. Publicação da ACIESP 109(3) : 57-65.
- GENTRY, A.H., DODSON, C. 1987. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica* 19(2): 149-156.
- GENTRY, A.H. 1992. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos* 63: 19-28.
- HENRIQUES, R.P.B., ARAÚJO, D.S.D., HAY, J.D. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Botânica* 9: 173-189.
- IPAGRO 1979. Observações meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul. *Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas* 3: 1-272.
- JACQUES, S.M.C., IRGANG, B.E., MARTAU, L., AGUIAR, L.W., SOARES, Z.F., BUENO, O.L., ROSA, Z.M. 1982. Levantamento preliminar da vegetação da Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. II. Morros Areníticos. *Iheringia, Série Botânica* (29): 31-48.
- KLEIN, R.M. 1979. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. *Sellowia* 31: 10-164.
- KNAK, R.B. (org.). 1999. *Plano de manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe*. Fase 2. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- KNOB, A. 1978. Levantamento fitossociológico da formação-mata do Morro do Coco, Viamão, RS, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* (23): 65-108.

- KOZERA, C., RODRIGUES, R.R. 2005. Floresta ombrófila densa submontana: florística e estrutura do estrato inferior. In Marques, M.C.M., Britez, R.M. (orgs.). *História natural e conservação da Ilha do Mel*: 125 – 144. Ed.UFPR, Curitiba.
- LINDEMAN, J.C., BAPTISTA, L.R.M., IRGANG, B.E., PORTO, M.L., GIRARDI-DEIRO, A.M., LORSCHUITTER-BAPTISTA, M.L. 1975. Estudos botânicos no Parque Estadual de Torres, Rio Grande do Sul – Brasil. II Levantamento florístico da Planície do Curtume, área de Itapeva e da área colonizada. *Iheringia*, Série Botânica 21: 15-52.
- LINDMAN, C.A.M. 1906. *A vegetação no Rio Grande do Sul*. Livraria Universal, Porto Alegre.
- LONGHI-WAGNER, H.M., RAMOS, R.F. 1981. Composição florística do Delta do Jacuí, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. I. Levantamento florístico. *Iheringia*, Série Botânica 26: 145-163.
- MACHADO, F.P. 1950. *Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul*. Serviço Gráfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- MARTAU, L., AGUIAR, L. W., SOARES, Z.F., BUENO, O.L. 1981. Estudo florístico do Parque dos Pinheiros e Centro de Lazer e Recreação Santa Rita, Município de Farroupilha, RS, Brasil. *Iheringia*, Série Botânica 28: 17-42.
- McINTYRE, S., LAVOREL, S., TREMONT, R.M. 1995. Plant life-history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology* 83: 31-44.

- MENEZES, L.F.T., ARAÚJO, D.S.D. 2005. Formações vegetais da restinga da Marambaia. In Menezes, L.F.T., Peixoto, A.L., Araújo, D.S.D. (eds.). *História Natural da Marambaia*: 67-120. EDUR, Seropédica.
- MORENO, J.A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.
- MOTA, F.S. 1951. Estudos do clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo o sistema de Koeppen. *Revista Brasileira de Geografia* 13(2): p. 275-284.
- MUELLER-DOMBOIS, D., ELLLENBERG, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons New York.
- MÜLLER, S.C., WAECHTER, J.L. 2001. Estrutura sinusial dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. *Revista Brasileira de Botânica* 24(4): 395-406.
- NIMER, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. 2 ed. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- NIMER, E. 1990. Clima. In IBGE. *Geografia do Brasil – Região Sul*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- PEREIRA, O.J., ARAÚJO, D.S.D. 2000. Análise florística das restingas dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. In Esteves, F.A., Lacerda, L.D. (eds.). *Ecologia de restingas e lagoas costeiras*: 25-30. NUPEM/UFRJ, Macaé, Rio de Janeiro.
- PEREIRA, O.J., BORGO, J.H., RODRIGUES, I.D., ASSIS, A.M. 2000. Composição florística de uma floresta de restinga no Município da Serra, ES. In *Anais do Quinto*

- Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: conservação*. Vitória, ES. Publicação da ACIESP 109(3): 74-83.
- PEREIRA, M.C.A., CORDEIRO, S.Z., ARAÚJO, D.S.D. 2004. Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18(3): 677-687.
- PILLAR, V.P., SOSINSKI, E.E. 2003. An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. *Journal of Vegetation Science* 14: 323-332.
- PINTO, G.C.P., BAUTISTA, H.P., FERREIRA, J.D.C.A. 1984. A restinga do litoral nordeste do Estado da Bahia. In Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R., Turcq, B. (orgs.). *Restingas, origem, estrutura, processos*: 195-216. CEUFF, Niterói.
- PODANI, J. 2001. SYN-TAX 2000: *Computer programs for data analysis in ecology and systematics*. Scientia Publishing, Budapest.
- PORTO, M.L., DILLENBURG, L.R. 1986. Fisionomia e composição florística de uma mata de restinga da Estação Ecológica do Taim, Brasil. *Ciência e Cultura* 38(7): 1228-1236.
- POULSEN, A.D. 1996a. The herbaceous ground flora of the Batu Apoi Forest Reserve, Brunei Darussalam. In Edwards, D.S., Booth, W.E., Choy, S.C. (eds.). *Tropical Rainforest Research – Current Issues*: 43-57. Monographiae Botanicae 74. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- POULSEN, A.D. 1996b. Species richness and density of ground herbs within a plot of lowland rainforest in northwest Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 12: 177-190.

- POULSEN, A.D. & BALSLEV, H. 1991. Abundance and cover of ground herbs in an Amazonian rainforest. *Journal of Vegetation Science* 2: 315-322.
- RAMBO, B. 1956a. Der Regenwald am oberen Uruguay. *Sellowia* 7: 183-233.
- RAMBO, B. 1956b. A flora fanerogâmica dos Aparados riograndenses. *Sellowia* 7: 235-298.
- RICE, E.L. & KELTING, R.W. 1955. The species-area curve. *Ecology* 36(1): 7-11.
- RICHARDS, P.W. 1952. *The tropical rain forest: an ecological study*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ROSSONI, M.G., BAPTISTA, L.R.M. 1995. Composição florística da mata de restinga, Balneário de Rondinha Velha, Arroio do Sal, RS, Brasil. *Pesquisas, Botânica* 45: 115-131.
- SCHWARZBOLD, A., SCHÄFFER, A. 1984. Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana* 9(1): 87-104.
- SILVA, S.M., BRITTEZ, R.M., SOUZA, W.S., JOLY, C.A. 1993. Fitossociologia do componente arbóreo da floresta de restinga da Ilhas do Mel, Paranaguá, PR, *In Anais do III Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: subsídios a gerenciamento ambiental - Manguezais e marismas*. Serra Negra, SP. Publicação da ACIESP 87(3): 33-57.
- SOIL SURVEY STAFF. 1998. *Keys to soil taxonomy*. 8 ed. USDA Natural Resource Conservation Service, U.S. Government Printing Office, Washington DC.

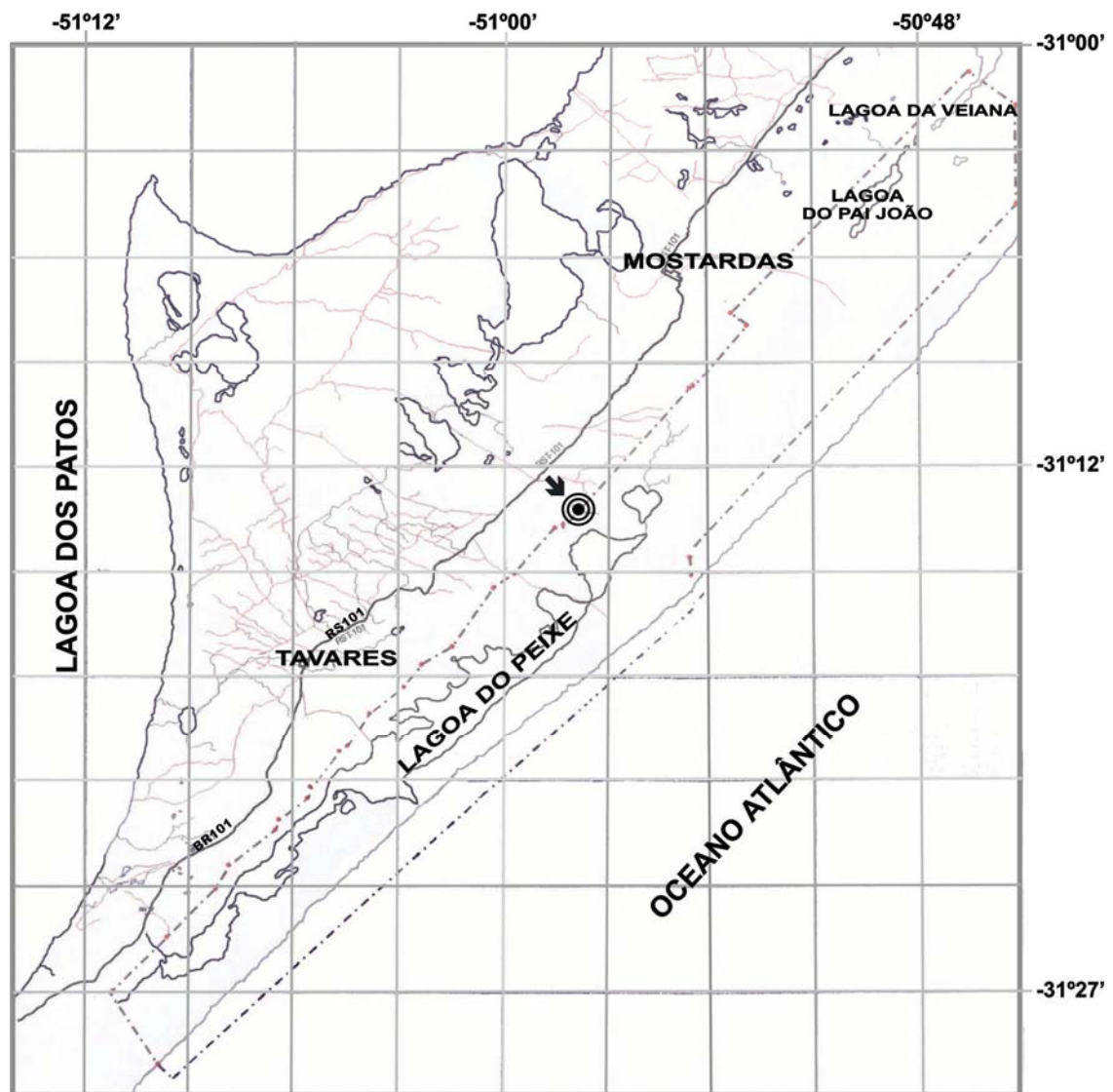
- SOSINSKI, E.E., PILLAR, V.P. 2004. Respostas de tipos funcionais de plantas à intensidade de pastejo em vegetação campestre. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(1): 1-9.
- STRECK, E.V., KÄMPF, N., DALMOLIN, R.S.D., KLAMT, E., NASCIMENTO, P.C., SCHNEIDER, P. 2002. *Solos do Rio Grande do Sul*. Editora da UFRGS/EMATER-RS, Porto Alegre.
- SUGIYAMA, M. 1998. Estudo de florestas da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 11:119-159.
- SUGUIO, K., MARTIN, L. 1987. Classificação de costas e evolução geológica das planícies litorâneas quaternárias do sudeste e sul do Brasil. *In Anais do Primeiro Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: síntese dos conhecimentos*. Cananéia, SP. Publicação da ACIESP 54(1): 1-28.
- SUGUIO, K., TESSLER, M.G. 1984. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. *In Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R., Turcq, B. (orgs.). Restingas, origem, estrutura, processos: 15-25*. CEUFF, Niterói.
- TOMAZELLI, L.J., VILLWOCK, J.A., LOSS, E.L. 1987. Aspectos da geomorfologia costeira da região de Osório – Tramandaí, Rio Grande do Sul. *In Anais do 1º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário: 141-153*. ABEQUA, Porto Alegre.
- TOMAZELLI, L.J., VILLWOCK, J.A. 2000. O cenozóico no Rio Grande do Sul: geologia da planície costeira. *In Holz, M., De Ros, L. F. (eds.). Geologia do Rio Grande do Sul: 375-406*. CIGO/UFRGS, Porto Alegre.



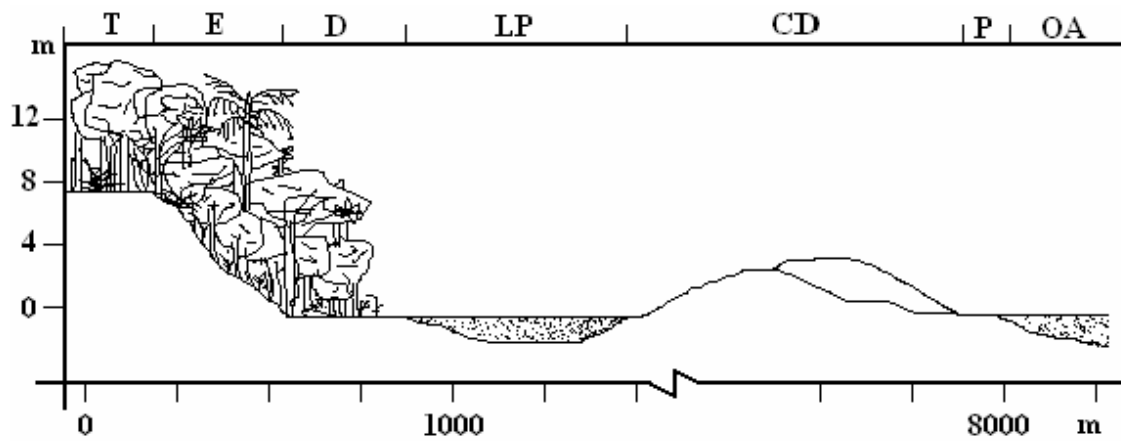
- TRYON, R. & TRYON, A.F. 1982. *Ferns and allied plants with special reference to Tropical America*. Springer-Verlag, New York.
- VILLWOCK, J.A., TOMAZELLI, L.J., LOSS, E.L., DEHNHARDT, E.A., HORN Fº, N.O., BACHI, F.A., DEHNHARDT, B.A. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. In Rabassa, J. (ed.). *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*: 79-87. A.A. Balkema, Rotterdam.
- VILLWOCK, J.A. 1987. Processos costeiros e a formação das praias arenosas e campos de dunas ao longo da costa sul e sudeste brasileira. In *Anais do Primeiro Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: síntese dos conhecimentos*. Cananéia, SP. Publicação da ACIESP 54(1): 382-398.
- VILLWOCK, J.A. 1994. A costa brasileira: geologia e evolução. In *Anais do Terceiro Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: subsídios a gerenciamento ambiental. Manguezais e marismas*. Serra Negra, SP. Publicação da ACIESP 87(1): 1-15.
- WAECHTER, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Série Botânica* 33: 49-68.
- WAECHTER, J.L. 1990. Comunidades vegetais das restingas no Rio Grande do Sul. in *Anais do Segundo Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo*. Águas de Lindóia, SP. Publicação da ACIESP 71(3): 228-248.

WAECHTER, J.L., JARENKOW, J.A. 1998. Composição e estrutura do componente arbóreo nas matas turfosas do Taim, Rio Grande do Sul. *Biotemas* 11(1): 45-69.

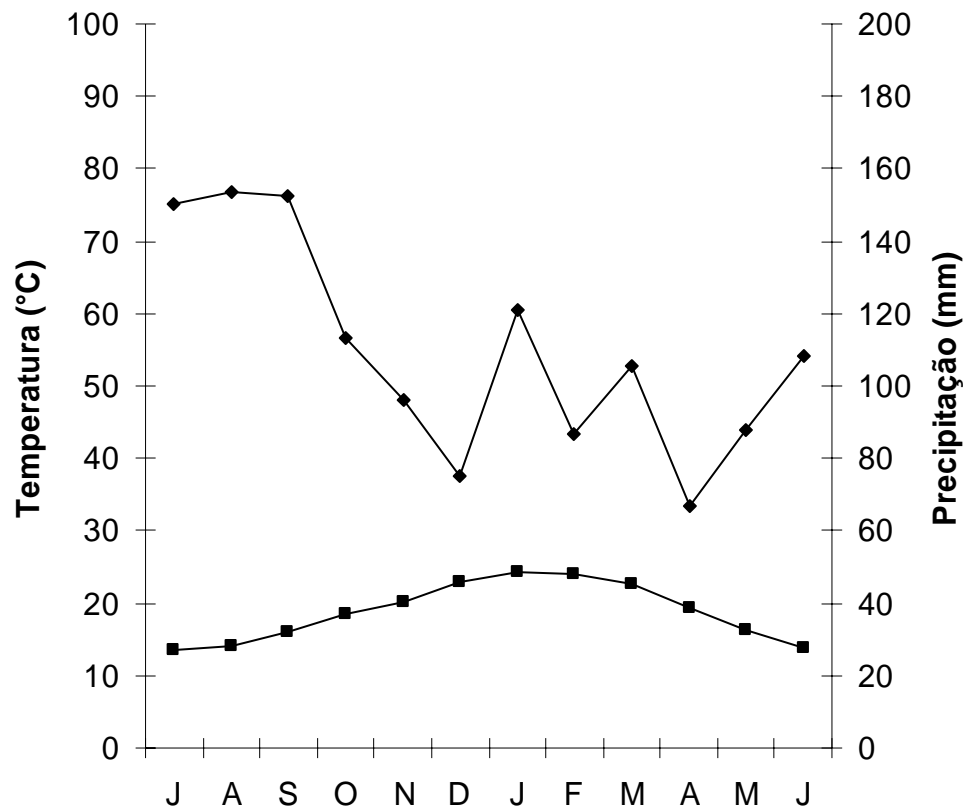
WAECHTER, J.L., MÜLLER, S.C., BREIER, T.B. & VENTURI, D. 2000. Estrutura do componente arbóreo em uma floresta subtropical da planície costeira interna. *In Anais do V Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: conservação*. Vitória, ES. Publicação da ACIESP 109(3): 92-112.



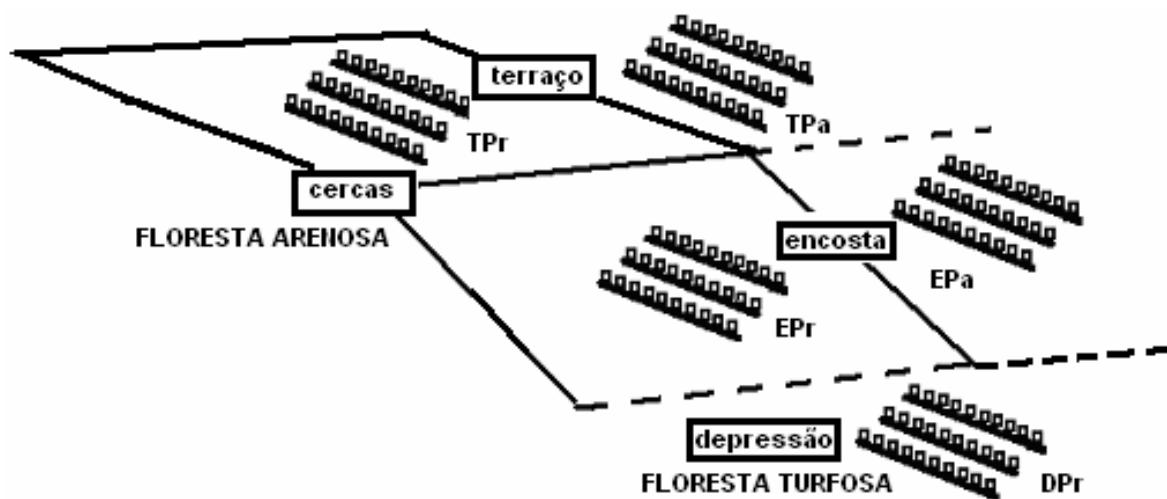
**Figura 1.** Área de estudo (círculo indicado pela seta). A área marcada por linha tracejada delimita o Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Tavares. Adaptado de Knak (1999).



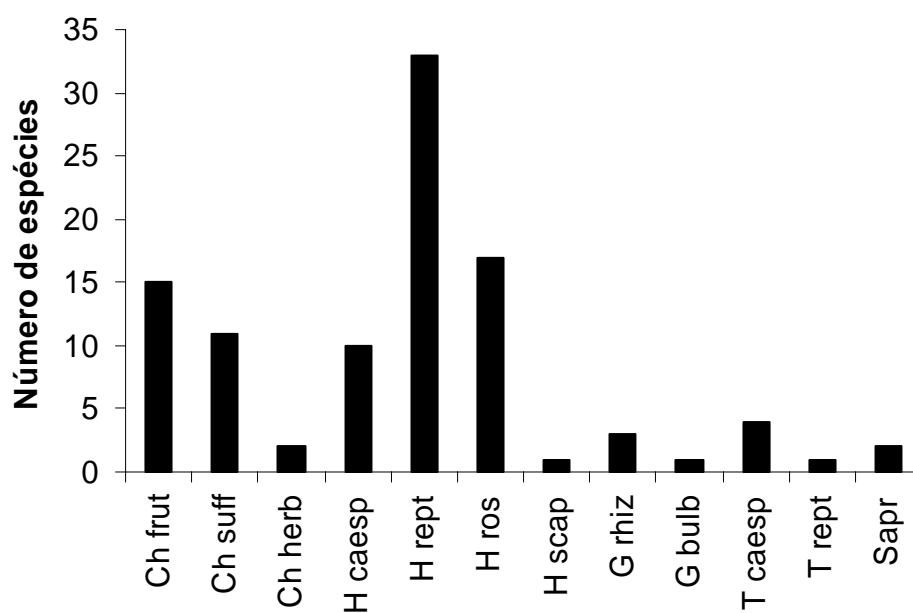
**Figura 2.** Perfil topográfico da área de estudo e dos arredores no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Tavares. Da esquerda para a direita: terraço (T), encosta (E), depressão (D), Lagoa do Peixe (LP), campos de dunas (CD), praia (P), Oceano Atlântico (OA).



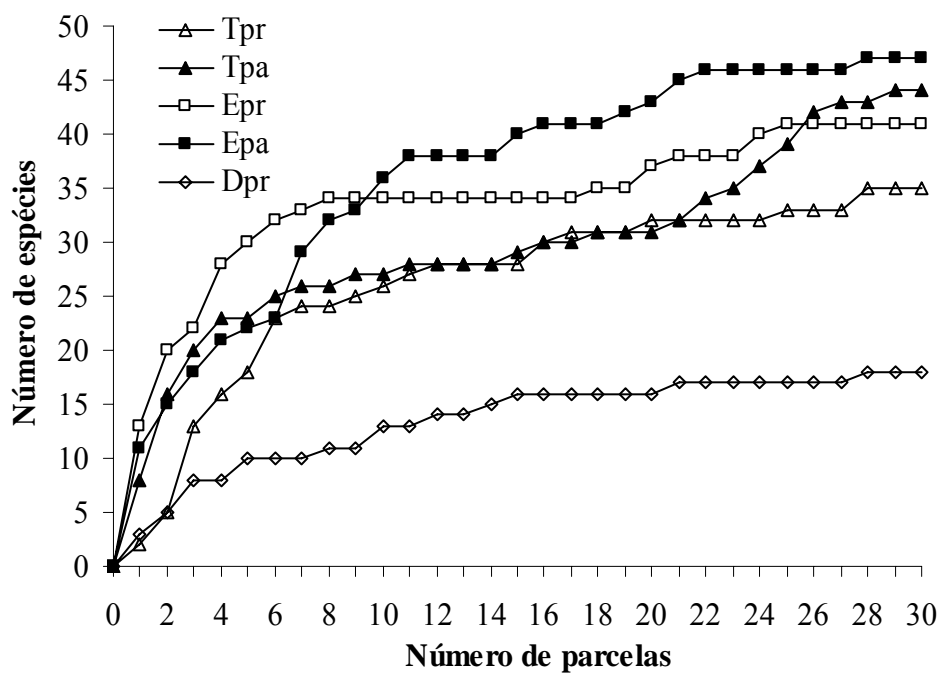
**Figura 3.** Diagrama ombrotérmico da estação meteorológica de Rio Grande (32°01'02"S, 52°09'32"W, 15.8 m), com dados médios anuais para o período de 1957 a 1977, conforme IPAGRO (1979).



**Figura 4.** Esquema demonstrativo dos cinco ambientes estudados no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Tavares. Posicionamento das 150 parcelas delimitadas nos cinco ambientes. Tpr = terraço protegido, Tpa = terraço pastejado, Epr = encosta protegida, Epa = encosta pastejada, Dpr = depressão.

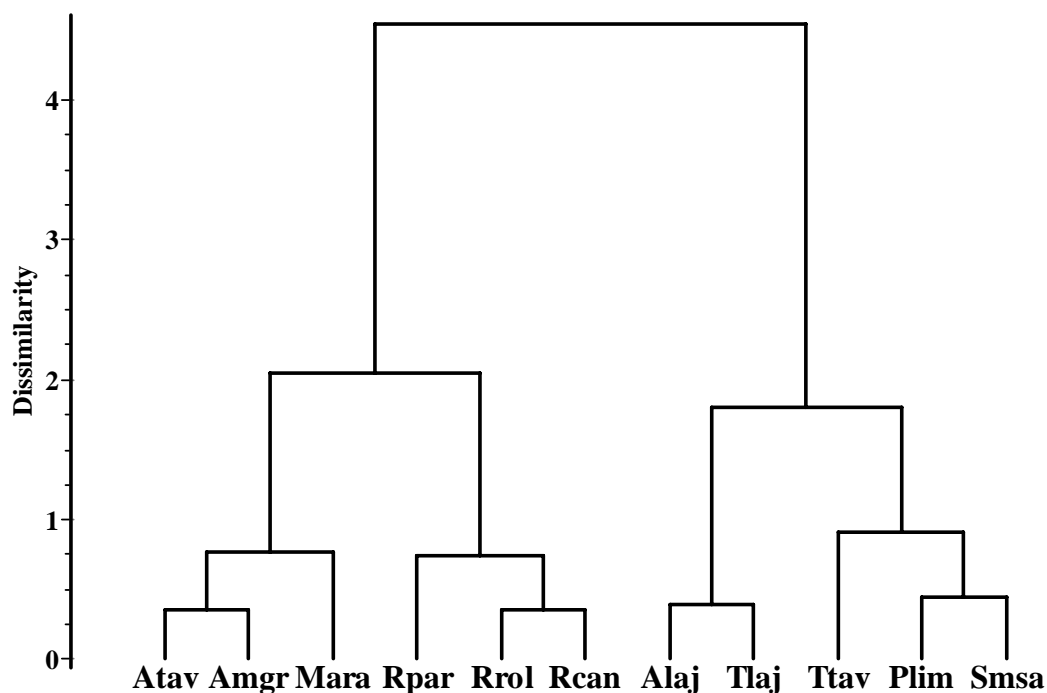


**Figura 5.** Formas de vida distribuídas entre as 100 espécies coletadas e identificadas nos sítios visitados no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Tavares. Ch = caméfitas, H = hemicriptófitas, G = geófitas, T = terófitas, Sapr = saprófitas, frut = arbustiva, suff = subarbustiva, caesp = cespitosa, ros = rosetada, rept = reptante, scap = escaposa, rhiz = rizomatosa, bulb = bulbosa.



**Figura 6.** Número cumulativo de espécies por área para os cinco ambientes estudados no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Tavares.





**Figura 7.** Relações florísticas entre onze estudos fitossociológicos realizados no Rio Grande do Sul, considerando presença e ausência de espécies arbustivas e herbáceas. Coeficiente de Jaccard (complemento) e soma de quadrados (agrupamento). Códigos: A = floresta de restinga arenosa; M = floresta ombrófila mista; P = floresta pluvial (ombrófila densa); R = floresta ripária; T = floresta turfosa; S = floresta estacional; laj = Lajeado, 29°20'S, 49°18'W (Citadini-Zanette 1984); ara = Aracuri, 28°13'S, 51°11'W (Cestaro *et al.* 1986); lim = Limoeiro, 29°20'S, 49°18'W (Citadini-Zanette & Baptista 1989); par = Parobé, 29°41'S, 50°51'W; rol = Rolante, 29°35'S, 50°26'W; can = Canela, 29°23'S, 50°41'W (Diesel & Siqueira 1991); msa = Morro Santana, 30°02'S, 51°06'W (Fernandes 2000); mgr = Morro Grande 30°05'S, 50°50'W (Müller & Waechter 2001); tav = Tavares, Parque Nacional da Lagoa do Peixe 31°13'S, 50°57'W.

**Tabela 1.** Famílias e espécies coletadas e identificadas no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Tavares, nos cinco ambientes: Tpr – terraço protegido, Tpa – terraço pastejado, Epr – encosta protegida, Epa – encosta pastejada, Dpr – depressão protegida; FV = formas de vida: Ch – caméfito, frut – arbustiva, suff – subarbustiva; H – hemicriptófito, cesp – cespitosa, rept – reptante, scap – escaposa, ros – rosetada; G – geófito, bulb – bulbosa, rhiz – rizomatosa; T – terófito; Sapr – saprófito. Espécies encontradas em núcleos isolados na floresta turfosa: próximo aos limites com a encosta (+); em área mais alagada próxima ao córrego (++) . Espécies encontradas fora das parcelas (\*).

Famílias	Espécies	Tpr	Tpa	Epr	Epa	Dpr	FV
Acanthaceae	<i>Dicliptera tweediana</i> Nees	0	1	0	0	0	Ch suff
	<i>Justicia brasiliana</i> Roth	0	1	1	1	0	Ch frut
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. (*)	1	0	0	0	0	Ch herb
Annonaceae	<i>Rollinia maritima</i> R.A.Záchia	1	1	0	1	0	Ch frut
Apiaceae	<i>Bowlesia incana</i> Ruiz & Pav. (*) (+)	0	0	0	0	1	H rept
	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb. (*) (+)	0	0	0	0	1	H rept
	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam. (*) (+)	0	0	0	0	1	H rept
Aspleniaceae	<i>Asplenium sellowianum</i> (Hieron.) C.Presl ex Hieron.	1	1	1	1	0	H ros
	<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	0	0	0	0	1	H rept
Asteraceae	<i>Adenostemma brasilianum</i> (Pers.) Cass. (*) (+)	0	0	0	0	1	T caesp
	<i>Bidens bipinnata</i> L.	0	1	0	1	0	T caesp
	<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Polak.	1	1	1	1	0	H ros
	<i>Elephantopus mollis</i> H.B.&K.	1	1	0	1	0	H ros
	<i>Verbesina sordescens</i> DC.	0	0	0	1	0	Ch suff
Begoniaceae	<i>Begonia hirtella</i> Link (*) (+)	0	0	0	0	1	Ch herb
Blechnaceae	<i>Blechnum australe</i> (Cav.) de la Sota	1	1	1	1	0	H ros
	<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	0	0	0	0	1	H ros
	<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron. (*) (++)	0	0	0	0	1	H rept
	<i>Blechnum serrulatum</i> Rich. (*)	0	0	0	0	1	H rept
Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	0	1	0	0	0	Ch frut
	<i>Cordia polycephala</i> (Lam.) I.M.Johnst.	0	1	0	0	0	Ch suff
Bromeliaceae	<i>Aechmea recurvata</i> (Klotzsch) L.B.Smith	0	0	1	1	0	H ros
	<i>Bromelia antiacantha</i> Bertol.	1	1	1	1	0	H ros
Burmanniaceae	<i>Apteria aphylla</i> (Nutt.) Barnhart ex Small	0	0	0	0	1	Sapr
Cactaceae	<i>Opuntia monacantha</i> (Willd.) Haw.	0	1	0	1	0	Ch frut
Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	0	1	0	0	0	T rept
Commelinaceae	<i>Gibasis geniculata</i> (Jacq.) Rohweder	1	1	1	1	0	H rept
	<i>Tradescantia fluminensis</i> Vell.	1	1	1	1	0	H rept
	<i>Tripogandra diuretica</i> (Mart.) Handlos (*) (+)	0	0	0	0	1	H rept
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	1	1	0	1	0	H rept
Cyperaceae	<i>Carex sellowiana</i> Schltr.	1	1	1	1	0	H caesp
	<i>Cyperus tenuis</i> Sw.	1	1	1	1	0	H caesp
	<i>Scleria arundinacea</i> Kunth	0	0	0	0	1	H caesp
Dryopteridaceae	<i>Diplazium petersenii</i> (Kunze) H.Christ. (*) (+)	0	0	0	0	1	H rept
	<i>Lastreopsis amplissima</i> (C. Presl) Tindale (*) (++)	0	0	0	0	1	H rept
	<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching	0	1	1	0	1	H rept
Fabaceae	<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	1	0	0	1	0	Ch frut
	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC. (*) (+)	0	0	0	0	1	H rept

Gentianaceae	<i>Voyria aphylla</i> (Jacq.) Pers.	0	0	0	0	1	Sapr
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	0	0	1	1	0	G rhiz
Iridaceae	<i>Neomarica candida</i> (Hassl.) Sprague	0	0	1	0	1	G rhiz
Loasaceae	<i>Blumenbachia urens</i> (Vell.) Urb. (*)	0	1	0	0	0	H rept
Malvaceae	<i>Pavonia fruticosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	0	0	0	0	1	Ch suff
	<i>Pavonia horrida</i> Krapov.	1	1	1	1	1	Ch suff
	<i>Pavonia sepium</i> A.St.-Hil.	1	1	1	1	0	Ch suff
	<i>Triumfetta abutiloides</i> A.St.-Hil.	0	0	1	1	0	Ch frut
	<i>Triumfetta rhomboidea</i> L.	1	1	1	1	1	Ch frut
Melastomataceae	<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.	0	0	0	0	1	Ch frut
Orchidaceae	<i>Cranichis candida</i> (Barb.Rodr.) Cogn. (*) (+)	0	0	0	0	1	H ros
	<i>Cyclopogon chloroleucus</i> (Barb.Rodr.) Schltr.	1	1	1	1	1	H ros
	<i>Cyclopogon dusenii</i> Schltr.	1	0	0	0	0	H ros
	<i>Cyclopogon elatus</i> (Sw.) Schltr.	1	1	1	1	0	H ros
	<i>Galeandra beyrichii</i> Rehb.f. (*)	0	1	0	0	0	G bulb
	<i>Hapalorchis micranthus</i> (Barb.Rodr.) Hoehne	0	1	0	1	0	H ros
	<i>Liparis nervosa</i> (Thunb. ex Murray) Lindl. (*) (++)	0	0	0	0	1	H ros
	<i>Malaxis histioantha</i> (Link, Klotzsch & Otto) Garay & Dunst.	0	1	0	0	1	H scap
	<i>Mesadenella cuspidata</i> (Lindl.) Garay	1	1	1	1	1	H ros
	<i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl. (*) (++)	0	0	0	0	1	H ros
	<i>Psilochilus modestus</i> Barb.Rodr.	0	0	0	0	1	H rept
Osmundaceae	<i>Osmunda regalis</i> L. (*)	0	0	0	0	1	H rept
Oxalidaceae	<i>Oxalis linarantha</i> Lourteig	1	1	1	1	0	G rhiz
Phytolaccaceae	<i>Rivina humilis</i> L.	1	1	1	1	1	Ch suff
Piperaceae	<i>Peperomia blanda</i> (Jacq.) Kunth	0	1	0	1	0	H rept
	<i>Peperomia caulibarbis</i> Miq.	1	1	1	1	0	H rept
	<i>Peperomia pereskiiifolia</i> (Jacq.) Kunth	1	1	1	1	0	H rept
	<i>Piper aduncum</i> L. (*) (+)	0	0	0	0	1	Ch frut
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.	0	0	1	1	0	H ros
Poaceae	<i>Bromus brachyanthera</i> Doell	0	0	0	1	0	H caesp
	<i>Homolepis glutinosa</i> (Sw.) Zuloaga & Soderstr.	1	1	1	1	0	H caesp
	<i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro ex Benth.	1	1	1	0	0	H rept
	<i>Olyra fasciculata</i> Trin.	1	0	1	0	1	H caesp
	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.	1	1	1	1	0	H rept
	<i>Panicum ovuliferum</i> Trin.	1	1	0	0	0	H rept
	<i>Panicum schwackeanum</i> Mez (*)	1	0	0	0	0	H rept
	<i>Pseudechinolaena polystachya</i> (Kunth) Stapf	1	1	1	1	0	H rept
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C.Presl	0	0	1	1	1	H rept
	<i>Pecluma paradiseae</i> (Langsd. & Fisch.) M.G.Price	0	0	0	0	1	H rept
Pontederiaceae	<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pav. (*) (+)	0	0	0	0	1	H rept
Portulacaceae	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	0	1	1	1	0	H caesp
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i> C.Presl	0	0	1	1	0	H caesp

	<i>Anogramma chaerophylla</i> (Desv.) Link (*)	1	0	0	0	0	H caesp
	<i>Doryopteris multipartita</i> (Fée) Sehnem	1	1	1	1	0	H caesp
	<i>Pteris denticulata</i> Sw. (*)	0	0	0	1	0	H ros
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	1	1	1	1	0	Ch frut
	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0	0	1	1	0	H rept
	<i>Diodia alata</i> Nees & Mart. (*) (+)	0	0	0	0	1	H rept
	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	0	0	0	1	0	H rept
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	1	1	1	1	1	Ch frut
Solanaceae	<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	1	1	1	1	0	Ch frut
	<i>Solanum americanum</i> Mill. (*)	0	1	0	0	0	Ch suff
	<i>Solanum capsicoides</i> Allemão (*)	0	1	0	0	0	Ch suff
	<i>Solanum diflorum</i> Vell. (*)	0	1	0	0	0	Ch suff
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris conspersa</i> (Schrad.) A.R.Sm. (*) (++)	0	0	0	0	1	H rept
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	1	1	1	1	0	Ch frut
Urticaceae	<i>Boehmeria cylindrica</i> (L.) Sw. (*) (+)	0	0	0	0	1	Ch suff
	<i>Parietaria debilis</i> G.Forst.	0	1	0	1	0	T caesp
	<i>Urtica circularis</i> (Hicken) Sorarú (*)	0	0	0	1	0	T caesp
Verbenaceae	<i>Lantana montevidensis</i> (Spreng.) Briq.	1	1	1	0	0	Ch frut
	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	0	1	1	0	0	Ch frut
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i> J.König (*)	0	0	0	0	1	H rept
<hr/>							
Riqueza específica		38	51	41	49	41	

**Tabela 2.** Número de espécies nos diferentes ambientes estudados, no levantamento florístico e no levantamento fitossociológico. Tpr – terraço protegido, Tpa – terraço pastejado, Epr – encosta protegida, Epa – encosta pastejada, Dpr – depressão protegida; Tpr + Tpa, Tpr + Epr, Epr + Epa, Tpa + Epa = somas do total de espécies nos ambientes.

Número de espécies coletadas no levantamento florístico	Hábito	Total	Tpr	Tpa	Epr	Epa	Dpr
		100	38	51	41	49	41
	Ervas	74	27	32	29	35	34
	Arbustos	26	11	19	12	14	7
Soma de espécies de dois ambientes considerando a presença ou não de gado			Tpr + Epr = 50		Tpa + Epa = 64		
Soma de espécies de dois ambientes considerando a topografia			Tpr + Tpa = 56		Epr + Epa = 55		
Número de espécies amostradas no levantamento fitossociológico	Hábito	Total	Tpr	Tpa	Epr	Epa	Dpr
		71	35	44	41	47	18
	Ervas	42	25	29	29	33	14
	Arbustos	16	10	15	12	14	4





<i>Mesadenella cuspidata</i> (Lindl.) Garay	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>Neomarica candida</i> (Hassl.) Sprague	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neomarica gracilis</i> (Herb.) Sprague	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Nephelea sternbergii</i> (Sternb.) R.M.Tryon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Nidularium innocentii</i> Lem.	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ocimum selloi</i> Benth.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Olyra ciliatifolia</i> Raddi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Olyra fasciculata</i> Trin.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Olyra humilis</i> Nees	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Opuntia monacantha</i> (Willd.) Haw.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis articulata</i> Savign.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis linarantha</i> Lourteig	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Panicum ovuliferum</i> Trin.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Panicum sellowii</i> Nees	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Parietaria debilis</i> G.Forst.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pavonia fruticosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pavonia horrida</i> Krapov.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pavonia sepium</i> A.St.-Hil.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Pechuma paradiseae</i> (Langsd. & Fisch.) M.G.Price	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pelexia adnata</i> (Sw.) Spreng.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia blanda</i> (Jacq.) Kunth	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia caulibarbis</i> Miq.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia corcovadensis</i> Gardner	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia glabella</i> (Sw.) A. Dietr.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia lyman-smithii</i> Yunck.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Peperomia pereskiiifolia</i> (Jacq.) Kunth	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Peperomia urocarpa</i> Fisch. & C.A.Mey	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Petiveria alliacea</i> L.	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pharus angustifolius</i> (Nees) Döll	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pharus lappulaceus</i> Aubl.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Piper aduncum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Piper dilatatum</i> Rich.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piper mikanianum</i> Kunth	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Plantago australis</i> Lam.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleurostachys stricta</i> Kunth	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Polypodium chnoophorum</i> Kunze	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium loriceum</i> L.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl.	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Pseudechinolaena polystachya</i> (Kunth) Stapf	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Psilochilus modestus</i> Barb.Rodr.	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schldtl.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Psychotria myriantha</i> Müll.Arg.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Pteris deflexa</i> Link	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Pteris denticulata</i> Sw.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Rivina humilis</i> L.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rollinia maritima</i> R.A.Záchia	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll.Arg.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ruellia angustiflora</i> (Nees) Lindau ex Rambo	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0



<i>Sarcoglottis juergensii</i> Schldl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sarcorrhachis obtusa</i> (Miq.) Trel.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Sauroglossum nitidum</i> (Vell.) Schltr.	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Schenckia blumenaviensis</i> K.Schum.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Scleria arundinacea</i> Kunth	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scleria panicoides</i> Kunth	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum reflexum</i> Schrank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Solanum trachytrichium</i> Bitter	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Spathicarpa hastifolia</i> Hook.	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stenandrium mandioccanum</i> Nees	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Streptochaeta spicata</i> Schrad. ex Nees	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk.) E.P.St.John	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Thelypteris scabra</i> (Presl) Lellinger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Tradescantia anagallidea</i> Seub.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tradescantia crassula</i> Link & Otto	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tradescantia fluminensis</i> Vell.	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Triumfetta abutiloides</i> A.St.-Hil.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triumfetta semitriloba</i> L.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verbesina sordescens</i> DC.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Voyria aphylla</i> (Jacq.) Pers.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Wulfschlaegelia aphylla</i> (Sw.) Rchb.f.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>Riqueza específica</b>	<b>59</b>	<b>16</b>	<b>35</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>33</b>	<b>38</b>	<b>27</b>

## CAPÍTULO 2

### **Spatial differentiation of herb and shrub layers in coastal forests of the Lagoa do Peixe National Park, Tavares, Southern Brazil<sup>2</sup>**

RENATO AQUINO ZÁCHIA\* & JORGE LUIZ WAECHTER\*\*

\* *Department of Biology, Federal University of Santa Maria, Av. Roraima 1000, 97105-900 Santa Maria, RS, Brazil (E-mail: zachia@terra.com.br).*

\*\* *Department of Botany, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brazil (E-mail: jorgew@brturbo.com.br)*

**ABSTRACT** – (Spatial differentiation of herb and shrub layers in coastal forests of the Lagoa do Peixe National Park, Tavares). This study aimed to understand understory floristic and structural differences in relation to edaphic and topographic variables. The forest studied can be separated in two main types. The dune forests grow in well-drained soils placed on a sandy terrace finished by a slope. The peat forests grow in flooded terrains after the slope covering a depression. For each of the three environments, 30 quadrats (2 x 2 m) were set, divided in three transections, each environment comprising 120 m<sup>2</sup> of sample area. Cover and frequency were estimated for each species. Heights were also recorded. The three situations were compared by indexes of diversity and multivariate methods. A total of 42 herb and 16 shrub species were sampled. The slope forest presented the highest richness, followed by terrace and depression. The Shannon index was 3.223 in slope, 2.960 in terrace and 1.594 in depression, all statistically different. Vegetational parameters and multivariate analysis demonstrated strong differences between well-drained and poorly drained

---

<sup>2</sup> Part of the first author's Doctoral Thesis at the Botany Post Graduation Program – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

environments. The results suggest that peat forests are environments more restrictive allowing to a lower diversity than dune forests, having different floristic composition related to soil features, especially water saturation. *Key words*: diversity, life-forms, phytosociology, restinga, understory

**RESUMO** – (Diferenciação espacial dos componentes arbóreos em florestas costeiras do Parque Nacional da Lagoa do Peixe). Este estudo teve o objetivo de compreender as diferenças florísticas e estruturais do sub-bosque associadas a variáveis edáficas e topográficas. A floresta diferencia-se em dois tipos. A floresta arenosa está sobre solos bem drenados que cobrem um terraço, indo até uma encosta. A floresta turfosa está sobre terrenos inundados, após a encosta sobre uma depressão. Para cada um dos três ambientes, 30 parcelas (2 m x 2 m) foram marcadas, dispostas em três linhas de amostragem, cada ambiente com 120 m<sup>2</sup> de área amostral. Foram estimadas as coberturas e as frequências para cada espécie. As alturas também foram registradas. As três situações foram comparadas por índices de diversidade e métodos multivariados. Foram amostradas 42 espécies herbáceas e 16 arbustivas. A encosta apresentou a maior riqueza, seguida pelo terraço e depressão. O índice de Shannon foi de 3,223 na encosta, 2,960 no terraço e 1,594 na depressão, todos diferentes estatisticamente. Os parâmetros vegetacionais e a análise multivariada demonstraram haver grandes diferenças entre os dois ambientes. Os resultados apontam para um caráter ambiental mais restritivo à diversidade na floresta de turfeira, aliado a diferenças na composição florística, relacionados a características do solo, em especial a saturação hídrica. *Palavras-chave*: diversidade, sinúsias, formas biológicas, restinga, fitossociologia

---

## Introduction

Along Brazilian coast, restingas are characterized by many different vegetation types associated to distinct geomorphological formations (Araújo 1992). The distribution of plants results from the growing of different species according to similar ecological requirements, mainly the seashore distance and stability of the soil (Araújo & Henriques 1984). The restinga flora from southeastern Brazil is characterized by their diversity and structural complexity (Pereira & Araújo 2000, Sugiyama & Soares 2000). This complexity and also the diversity decrease from southeast to southern Brazil (Waechter 1985, 1990, Dillenburg *et al.* 1992).

The South Riograndean Coastal Plain is a large area, with ca.700 km length and 120 km width, confining a large system of lagoons. Different environments were established, since depositional systems as alluvial fans and barrier-lagoon complex drew up the coastal plain during the quaternary (Schwarzbold & Schäfer 1984, Tomazelli & Villwock 2000). On the beach ridge plains, different vegetational types molded distinct landscapes. Differences on drainage, salinity, fertility and water content characterized diverse soil conditions that influenced the pioneer vegetation as halophilous (dunes, marshes), limnophilous (river, lakes, marsh dwellings), psammophilous (sea and lake dunes), lithophilous, and some advanced types as coastal meadows, *Butia* savannas, scrubs, flooded scrubs, riparian and restinga forests. The soil drainage of restinga forests, influenced by the depth of water table, generated strong differences among well-drained dune forests and poorly drained peat forests, as much in structure as in floristic aspects (Waechter, 1985, 1990). Different features of the South Riograndean restinga forests were studied by Dillenburg *et al.* (1992), Waechter & Jarenkow (1998), Müller & Waechter (2001), Dorneles & Waechter (2004a, b).

Climbers, epiphytes, shrubs and ground herbs are important components of species richness and excellent ecological indicators of forest structure and dynamics (Gentry & Dodson 1987). Ground herbs are better environmental indicators than the trees because they have roots which do not penetrate deeply into the soil, thus being more sensitive to desiccation (Poulsen 1996b). The structure and zonation of forest understorey exhibit important features that are related to flooding, topography, shading effects, soil fertility, different stages of forest succession and short periods with no rain. So, they sometimes function as environmental predictors. However, instead indicating strong fidelities between understorey and tree layers, the vegetation groups match weakly themselves (Turner *et al.* 1996, Laska 1997, Lyon & Sagers 1998, Siebel & Bowma 1998, Zoete 2001, Duque *et al.* 2002). The goals of this research were to determine (i) if the topography and/or soil moisture influence the differentiation of the structure of herb and shrub assemblages in South Brazilian restinga forests, (ii) which phytosociological parameters are more influenced by such features, (iii) which are the influences of these parameters in species richness and diversity.

### **Study area**

The Lagoa do Peixe National Park was created in 1986 aiming to preserve the aquatic birds that use the lagoon as an important stage of their migratory routes. It is located in Mostardas and Tavares, Rio Grande do Sul, Brazil. Dune fields, restinga forests, salt marshes, halophilous and psammophilous dune vegetation are found surrounding Lagoa do Peixe lagoon. The lagoon is seasonally linked to the Atlantic Ocean, being part of a rosary-like system of lagoons of the beach ridge plains from Cidreira to Rio Grande, placed between the western Mostardas erosional slope and the eastern aeolic dune fields (Schwarzbold & Schäfer 1984, Danilevicz 1989).

The arboreal formations (restinga forests) only occur in the western side of the lagoon. The area chosen for sampling is placed in “Nadir Brum” and “Boiadeiro” farms (31°13'00"- 31°13'15"S, 50°57'40"- 50°57'55"W). Although located in the National Park, the farms are not yet expropriated (Fig. 1). There were livestock in neighboring farms, but cattle were removed from the study area since 1990. The forest covers a sandy well-drained terrace, 8 to 15 m over the sea level, extending over a contiguous slope towards a peaty depression. Between the forest and the lagoon, there are peaty meadows, formerly a peat forest logged and burned to create pasture areas. Going to the east, ahead the lagoon, there are barchan and transversal dunes, the seashore and the Atlantic Ocean (Fig. 2). *Pinus* wood plantations are found in Lagoa do Peixe neighbouring places, disturbing the natural landscape and invading dunes as much as the wet meadows. Other exotic and invasive plant is *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae) which was formerly cultivated to make strings of onions, but nowadays is covering large areas of peat forest understorey.

The climate is subtropical, humid (Cfa), according to Köppen System (Moreno 1961). The data obtained to build an ombrothermic climatic diagram were taken from Rio Grande meteorological station, ca. 100 km far from the study area (Fig. 3). The annual average of temperature is 18.8 °C, and the absolute maximum is 40.9 °C (IPAGRO 1979). Monthly precipitation normals are between 60 and 160 mm, with a winter rainfall pattern. The northeastern winds are the most widespread. Frosts can occur from May to September (Machado 1950, Mota 1951).

The local topography was characterized by the Mostardas erosional slope, which marks the limits of a terrace generated by the third lagoon/barrier depositional system, dated around 120 Ka (Upper Pleistocene), followed by a retrobarrier space that was

filled in the holocenic transgressive peak (5 Ka). The peat deposits of the depression have its origins from paludal places formed by progressive filling of former lagoonal bodies (Villwock *et al.* 1986, Tomazelli & Villwock 2000). The soils are Psamments in dune forests and Hemist in peat forests (Soil Survey Staff 1998).

The dune and the peat forests are contiguous, a common feature along the South Riograndean Coastal Plain. The first, characteristic of the well-drained ridges, occupies the terrace and the slope, while the second covers the depression, which is poorly drained, typical of wet sunken places (Waechter 1985, 1990, Waechter & Jarenkow 1998, Waechter *et al.* 2000). Phytosociological studies of the tree layer were carried out formerly in the same area by Dorneles & Waechter (2004a, b).

## **Methods**

### *Vegetation sampling*

The fieldwork was undertaken from February 2003 to October 2004. Forest herbs and shrubs were sampled by the plot or quadrat method (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Thirty quadrats 2 m x 2 m were set 10 m far from each other, but they were divided in three parallel transections for each environment: terrace - T1, T2, T3; slope - S1, S2, S3, and depression - D1, D2, D3, each line bearing 10 plots (Fig.4). The lines (transections) were orientated from NE to SW, parallel to the lagoon length. The sample area was 120 m<sup>2</sup> for each environment. Same size quadrats (sample units) were used both for shrubs and for herbs. The minimal sample area for each set was estimated through the species-area curve. The minimal area enough to sample the richness of species was described by the logarithmic regression represented by  $S = a + b * \log A$ ,

where  $S$  = number of species, and  $A$  = sampled area (Cain 1938, Rice & Kelting 1955, Mueller-Dombois & Ellenberg 1974, Waechter *et al.* 2000).

All the ground herbs and shrubs were sampled. The corroboration of the species habit was conferred in the taxonomic literature, as monographs and floras. Life form classification is according to Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). Species that are woody only at the base of the stem were considered as shrubs (Gentry & Dodson 1987). Shrubs included frutescent and suffrutescent chamaephytes. The classification system of Tryon & Tryon (1982) was applied to the ferns and APG II (2003) for flowering plants. Voucher specimens were deposited at the herbarium of UFRGS (ICN), Porto Alegre, Brazil. Scientific names were previously standardized according to nomenclatural rules.

Cover was estimated for all herb and shrub species found in each quadrat, as being the projection of shoot area onto a horizontal plane, according to the logarithmic scale proposed by Causton (1988). Cover of the litter, water, bare ground, erect trunks, fallen trunks and palm saplings were also recorded for each quadrat. The cited palm saplings were young individuals of the phanerophyte *Geonoma schottiana* Mart., sampled up to 30 cm of height. This species was conspicuously abundant on the peat forest understorey, and it was the only overstorey species that, in juvenile stage would be able to compete with the herbs for light and horizontal spaces. The quantitative parameters estimated were frequency, cover and importance value (Curtis & McIntosh 1951, Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

Maximum heights were recorded for all species in each quadrat. The observed values were transformed according to the following scale: H1: 0 – 10 cm; H2: 11 – 20 cm; H3: 21 – 40 cm; H4: 41 – 80 cm; H5: 81 – 160 cm; H6: 161 – 320 cm. The



stratification was evaluated according to the frequency of each class. The ordination to further stratification analysis was done based on the maximum height presented by each species.

### *Soils*

Soil samples were collected from 0-20 cm and 20-40 cm depth, through 45 pits made by auger, 15 on the terrace, 15 on the slope and 15 on the depression. Each 15 subsamples were mixed generating one compound sample for each site. The three compound samples were submitted to chemical analyses at the Soil Department of UFRGS.

### *Vegetation analysis*

The species were ordered according to decreasing importance value (Holdridge *et al.* 1971). The specific diversity was estimated by Shannon diversity index (Magurran 1988), using the relative cover as an abundance parameter. Evenness ( $J'$ ) was calculated according to Pielou (1975). Student test ( $t$ ) was applied to compare statistically the diversity indexes.

Two multivariate methods were used, cluster analysis and principal coordinate analysis, using transections as sample units and cover as a quantitative variable of species. Euclidean distance was used on standardized data and sum of squares as a clustering technique. The software employed was SYN-TAX 5.0 (Podani 2001).

## **Results**

### *Species composition, richness and diversity*

A total of 58 species were sampled in 360 m<sup>2</sup>, 42 herbs and 16 shrubs, belonging to 30 families (Tab.1, 2). The most species-rich families were Orchidaceae, Poaceae and

Malvaceae. In terrace 35 species were sampled (25 herbs, 10 shrubs); in slope 41 (30 herbs, 11 shrubs), and in depression 18 (14 herbs, 4 shrubs). The species-area curves of the three sites showed that less than 30 quadrats (120 m<sup>2</sup>) were enough to sample adequately each of them (Fig. 5). The points at which the curve flattens strongly showed that the minimum sample area required is lower than the standard area used.

The most diversified environment was the slope, whereas the most restrictive was the depression. Slope had the highest richness, the highest number of families and the highest number of species in common with the other environments (Tab. 2). Depression had the highest number of exclusive species. The Shannon diversity index and the evenness were also higher in slope than in the terrace and the depression had the lowest values, all statistically different ( $p < 0.01$ ).

#### *Species parameters*

*Bromelia antiacantha* achieved the highest cover value as much in the terrace as in the slope (Tab. 3). The rosette habit of this species and the larger diameter generated by its long lanceolate leaves with prickled margins, provided it higher cover than the remainder species. *Oplismenus hirtellus*, *Pseudechinolaena polystachya* and *Carex sellowiana* attained the highest frequencies in sandy environments.

*Blechnum brasiliense*, a rosette fern with large leaves, attained the highest cover in the depression. Contrasting to this species, the remaining species of peat forest had low frequencies, so depression was the environment with the lowest number of species found in only one quadrat (Tab.2). The opposite happened with slope, which had the highest number of species found in only one quadrat. One of the most impressive results

obtained in respect to the parameters was that the depression and terrace fern covers outcome was lower than the total fern cover sum found only in slope.

#### *Life forms and stratification*

Four categories and eight subcategories of life forms were identified (Tab. 1). Terrace and slope forests presented quite similar patterns of life forms (Fig. 6). On the contrary, the peat forest life forms pattern was very distinct because there were less frutescent chamaephytes and caespitose hemicryptophytes, but having in change, an impressive high percent of reptant hemicryptophytes. Besides that saprophytes only occurred in the peat forest. Anyway the hemicryptophytes were the most important life form for all the environments.

Two patterns of stratification were detected (Fig. 7). In terrace and slope the class H2 (11 to 20 cm) was the most important, but in depression, class H4 (41 to 80 cm) was the main height category. According to the values of importance for class H2, its dominance was markedly influenced by *Peperomia caulibarbis* and *Pseudechinolaena polystachya*. *Neomarica candida* and *Pecluma paradiseae* influenced the dominance of class H4. The tallest sampled species were *Triumfetta rhomboidea* in the terrace, *Daphnopsis racemosa* in the slope and *Blechnum brasiliense* in the depression (Tab. 1).

#### *Multivariate comparison and environmental parameters*

Multivariate analysis pointed out the differences between well-drained and poorly drained environments. Cluster analysis showed strong affinities between T1 - T3 transections in terrace, S1 - S2 in slope and D2 - D3 in depression (Fig. 8). Although no clear reasons have arisen to justify it, such affinities seem to be related to spatial disposition of the transections. Principal coordinate analysis showed strong explication

power to the axis 1, with 67%, separating well-drained from damp environments, but axis 2, with 17%, reflected differences in topography (Fig. 9). The wet substrate of the peat forest prevented the development of large covering areas of herbs and shrubs. Nevertheless, the palm saplings (*Geonoma schottiana*) attained 100% of frequency in the peat forest, also hampering the development of some species. The depression forest cover of herbs and shrubs summed was lower than the outcome of covers from some environmental variables present in the same environment, e.g. cover of palm saplings summed to cover of litter (Tab. 3, 4). On the contrary, in well-drained sites, herb and shrub covers or even its outcome, were always higher than the covers of environmental variables. Soil parameters, also kept depression apart from sandy environments, especially due to its higher amounts of clay (%), organic matter, P (mg.L<sup>-1</sup>), CEC (%), Al saturation, CECmolc.L<sup>-1</sup>, Mg.K<sup>-1</sup> relations, Kmg.L<sup>-1</sup>, exchangeable Al, Ca and Mg (Tab. 5).

## **Discussion**

### *Richness and diversity*

The values of species richness found in Lagoa do Peixe National Park were lower than some obtained in surveys performed in tropical rainforests (Gentry & Dodson 1987, Poulsen & Balslev 1991, Poulsen & Pendry 1995, Poulsen 1996a, Turner & al. 1996). Such comparison is difficult because the areas sampled and the methods used were different, but the richness data pointed out important diagnostic patterns that should not be neglected (Tab. 6). The prompt stabilization of the species-area curves below 0.012 ha, showed that any of the three environments studied at Tavares, hardly will achieve the species richness obtained in above cited cases (Fig. 5).

In some surveys performed in Rio Grande do Sul, the results were comparable to the data obtained for Tavares in different forest vegetation types as restinga dune forests (Müller & Waechter 2001), Atlantic rainforests (Citadini-Zanette 1984, Citadini-Zanette & Baptista 1989), riparian forests (Diesel & Siqueira 1991) and araucaria forest (Cestaro *et al.* 1986) (Tab.6). The five forest surveys, cited in the preceding paragraph were placed between 0° to 4° N, whereas the remaining southern six studies were located at sites between 28° to 31°S. In a global sense, apparently the latitudinal effect over the richness was stronger than the sharp differences in overstory, substrate and topography from the South Riograndean sites already studied (see also Waechter *et al.* 1984, Dorneles & Waechter 2004a, b).

Kozera & Rodrigues (2005), in South Brazilian Atlantic rainforest at Ilha do Mel found a value of species richness too high compared with the other southern researchs indeed the present study, considering the three areas of Tavares separated as terrace, slope and depression (Tab. 6). Nevertheless, if the three areas of the present study are considered together, regardless the existing topographic and substrate differences between them, the richness may attain similar values to those obtained by Kozera & Rodrigues (2005). Notice that the total sampled area of 0.036 ha at Tavares is smaller than the sampled area of 0.048 ha at Ilha do Mel, but no detailed topographic and substrate variation within this area was given by Kozera & Rodrigues (2005), which may allow to a fruitful comparison between the richness found there.

Costa (2004) found a richness of 35 species, in 0.09 ha in Amazonia. The author pointed out the richness found is only seemingly low compared with other sites, because the variation of topography and soil fertility present in some of these sites was rarely provided by the authors. Since variation in topography and substrate play a fundamental

role on the variation of herbs composition (Poulsen & Balslev 1991, Poulsen 1996 b), any comparisons about richness disregarding these features cannot be considered.

The longer age of sandy environments, terrace and slope, dating around 120 Ka (Upper Pleistocene), seems to be related to their indexes of diversity, which that are higher than the peat forest from the depression dating from 5 Ka (Holocene). Regarding this, Ross (1972) stated the high species diversity is associated with the stability and longevity of the ecological conditions from the study area. Geological differences may also help on the understanding of why peat forest has lower diversity than dune forest.

According to the results obtained, Shannon and evenness indexes, species richness and species-area curves, the slope forest understorey is higher diverse than the other two communities. Crawley & Harral (2001) have drawn attention to the need of a more mechanistic understanding of coexistence at small scale ( $\alpha$  diversity) and landscape scale distance, dependent turnover in species composition ( $\gamma$  diversity). So, the dune and peat forests studied are  $\alpha$  diversity components which can represent in a small scale, two landscape patterns found along the whole restinga forest of Lagoa do Peixe.

The two comprehensive landscapes, which represent the dune and the peat forests, can be understood as two  $\gamma$  diversity environments that are the two extreme and characteristic forest environments found in Tavares. The slope plays a special role in this scenario, because its diversity is a consequence of particular surface and topographic conditions which afforded to this place the aptitude to receive species from both terrace and depression, besides giving refuge to other species that can neither grow in terrace, nor in depression. Slope is a  $\beta$  diversity environment (*sensu* Whittaker 1972),

which receives contributions from two  $\alpha$  diversity environments, the terrace and the slope.

Comparison of diversities from different communities using single index are sometimes impossible, and there is no basis to do it if you can't assume that the underlying species-individuals relationships are similar (Peet 1974). Shannon indexes found, 3.223 in slope, 2.960 in terrace and 1.594 in depression, were statistically different among them. So, they are feasible to be compared themselves, but impossible to be compared to other data, *e.g.* with Müller & Waechter (2001),  $H' = 2.976$ , and Diesel & Siqueira (1991),  $H' = 3.322, 3.165, 2.785$ . The Shannon index,  $H' = 1.594$ , found in depression, allied to its richness data, suggest the peat forest of Lagoa do Peixe National Park as having one of the lowest diversified herb and shrub synusiae from southern Brazil.

#### *Species parameters*

The understanding of the low diversity of peat forest is easily explained by the high value of importance presented by *Blechnum brasiliense* (see the uppermost triangle in Fig. 10). The leaves of this species are larger than any other species, and it has also a short caudex which together with the large leaves, provides it with the highest height found among the herbs sampled in the peat forest. So, the reason why its cover is the highest in the depression is very understandable. The outcome of these characteristics gives to this species also the highest frequency in that environment.

Poulsen & Tuomisto (1996) verified an edaphic determinism in the distribution of fern species. Probably such edaphic determinism allowed to slope and depression to have some exclusive fern species (Tab.3). Whitmore *et al.* (1985) and Müller &

Waechter (2001) found respectively nine and eight ground fern species, both in 0.01 ha. Poulsen & Nielsen (1995) documented 16 terrestrial fern species rooted on the ground in 1 ha plot in a tropical lowland forest. Slope and depression forests presented each six fern species.

Slope showed higher fern cover than depression. *Adiantum raddianum* was exclusive from slope forest, and had 30 times higher cover than *Asplenium serra* or *Blechnum serrulatum* and 15 times higher cover than *P. paradiseae*. These last three species were exclusive from the peat forest. The fern species present as much in terrace as in slope had always higher covers in slope.

The dominance of ferns in slope would be probably related to scaping from extreme shady or dampness conditions found at the ground level (Richards, 1936). Costa *et al* (2005) verified in a research in Amazonia, that only the understory ferns were strongly affected by variations in soil and slope conditions, differently from the other herbs that were affected only by variations in the soil. So slope seems to be a special environment to the ferns. Its inclined topography makes a counterfeit of a tree, giving better light conditions, besides avoiding extreme as much drained as extreme flooded substrates.

Poulsen & Pendry (1995) and Poulsen (1996b) suggested that the increasing abundance and diversity of the herbs away from a ridge top would be probably due to their susceptibility to drought in exposed positions because they tend to be shallow-rooted. Extreme drought in terrace can explain why this environment was so inexpressive in fern cover. By the other side, monocots and ferns presented a sum of relative covers that was higher in depression (72%) than in slope (51%) or terrace (51%).



Granville (1984) pointed out higher percentages of monocots and ferns, compared to the total of vascular plants, increase proportionally with the hostile character of the environment. The high cover of monocots and ferns in peat forest may be related to the higher protection against drought in depression and also the hostile character of the peaty terrain which excluded some shrubby species from the competition. By the other side, some fern species prefer an environment with less moisture and shade like the slope, so it's understandable that slope fern species are in great part quite different from the depression ferns.

#### *Life forms and stratification*

The high number of reptant and rosette hemicryptophytes in terrace and slope would be considered as a rule as an effect of previous disturbances occurred (Fig. 6). Also Citadini-Zanette (1984), Cestaro *et al.* (1986), Citadini-Zanette & Baptista (1989) and Müller & Waechter (2001), found the hemicryptophytes, mainly the reptants, as the most important species-rich life forms. Cestaro *et al.* (1986) and Müller & Waechter (2001) attributed the higher frequencies of *Oplismenus hirtellus* and *Pseudechinolaena polystachya*, reptant hemicryptophytes, to an eventual presence of cattle. It is very hard to use the grazing to explain such abundance of hemicryptophytes, because cattle have been withdrawn from these sites since 1990. There are no other larger mammals browsing or trampling there. Likewise, in peat forests, the high number of reptant hemicryptophytes can't be associated to grazing, because cattle easily would get bogged down there. In its turn, the reptant species from depression were not grasses, they were mainly ferns and orchids. On the contrary of dune forests, such species have low covers in peat forest and they are not rather associated with cattle presence.

The lower percent of frutescent chamaephytes in peat forest is easily understandable because woody species are rather developed in drier environments, so its secondarily thickened and lignified structure can give more resistance against drought. By the other side, it's not so easy to understand why the number of caespitose hemicryptophytes in peat forest is lower than in dune forests. In those flooded terrains there are lower chances of recruitment for caespitose species. The superficial rhizomes presented by the reptant hemicryptophytes in peat forest afford them to occupy horizontal spaces using different strategies than the dominant species, at the same time avoiding flooded areas. Reptant hemicryptophytes can also grow avoiding places occupied by the large fronded *Blechnum brasiliense* or the dense-covering of the numerous saplings of *Geonoma schottiana*. This is probably the better explication to the abundance of reptant hemicryptophytes instead the cattle influences.

The presence of saprophytes only in the peat forest seems to be related to the high levels of organic matter and other restrictive features of such soil. Poulsen (1996a), in Brunei Darussalam, found the saprophytic species generally in dark and moist habitats. Such life forms seem to be good environmental indicators, as the ferns do, so it's advisable to include it in understorey studies.

A multiple character on the morphological and functional types of some studied species has been detected. As one species may have two or more habits, the choice fell upon the prevalent type found in sampled individuals, no matter, for example if one ordinarily erect shrubby species appears eventually as a liana. *Chiococca alba*, *Lantana montevidensis* and *Rollinia maritima* were seen rarely, out of the sample plots, as slender stemmed shrubs, leaning on nearby trees, but they are rather found in the sampled plots as erect shrubs. Other example, *Calliandra tweediei*, commonly sampled

as a shrub, can eventually attain height and diameter enough to be included in a tree layer sampling survey (Dorneles & Waechter 2004). Cestaro *et al.* (1986) considered *Oxalis linarantha* as a bulbous-geophyte and Müller & Waechter (2001) treated it as a rhizome-geophyte, but such species has bulbils attached to the rhizomes, the rhizomes are the main structure, the bulbils are derived from them.

*Peperomia caulibarbis*, *P. pereskiiifolia*, *Aechmea recurvata* and *Rumohra adiantiformis* were sampled as ground herbs, although they can be found sometimes as epiphytes (Müller & Waechter 2001). Citadini-Zanette (1984) observed dune forest ground herbs, eventually growing as epiphytes in peat forest or vice-versa. Such versatility seems to be a strategy to escape from high damp and shade conditions existing on the ground, or in the contrary, to be favored by these features, depending on the species environmental requirements. Experiments made with *Aechmea nudicaulis*, suggested that the low frequencies of this species in restinga tree crowns may be probably due to seed infeasibility or lack of dispersal agents (Araújo *et al.* 2003). This species grows as an epiphyte in Atlantic rainforests, but is found largely as a ground herb in restinga.

Forest low stature may enhance light intensities on the floor, generating better light conditions and affording to some epiphytes to grow on the ground, as strategy of facultative terrestrial herbs (Poulsen & Balslev 1991, Poulsen & Nielsen, 1995). As a matter of fact, restinga forests from Tavares are low-statured; there is an unistratified tree layer, which attains a maximum of 15 m in terrace and 18 m in depression (Dorneles & Waechter 2004 a, b). Otherwise, such favorable light conditions seem to be not enough to allow plant growing facing to lack of dispersal agents, seed infeasibility and low recruitment levels.

The prevalence of heights from 41 to 80 cm (H4) in depression seems to be related to the higher importance value attained by *Blechnum brasiliense* in peat forest. Although *B. brasiliense* is placed from 81 to 160 cm, its importance value is disproportionately higher than the remaining species (Fig. 7, 10). In terrace and slope, where prevail the heights from 11 to 20 cm (H2), there is a gradual decline since the higher to the lower importance values. The large dominance of *B. brasiliense* suggests this species hampers the development of many H2 species by its shading effect, so only H4 species were capable to attain heights enough to face the competition for light.

#### *Multivariate analysis and environmental parameters*

Vegetational parameters as species richness, similarity indexes, stratification, cover, frequency, condensed in multivariate analysis, pointed out the existence of deep differences between dune and peat forests. The results indicated also the slope forest, as an intermediate environment, gathered special conditions to increase the abundance and diversity of the species. However, the peat forest was a restrictive environment in terms of specific diversity. *Blechnum brasiliense* was the species which found better conditions to spread out in this environment through the combination of both high cover and frequency. The nature of the flooded substrate of the peat forest explains why the sum of the covers of *Geonoma* saplings and litter jointed was higher than the sum of covers of herbs and shrubs (Tab.3, 4). *Geonoma* saplings take advantage under the low competition offered by herbs and shrubs in that stage, but the adults, with an average of 4.36 m, attained only the 14<sup>th</sup> place in value of importance (Dorneles & Waechter 2004 b). Multivariate analysis reinforces flooding and soil characteristics as the main features related to its lower cover of herbs and shrubs.

Four soil patterns were suggestive of trends found among the three environments. The first pattern is related to general differences between dune and peat forests, *i.e.* parameters that were higher in sandy forests, but lower in peat forest: percentage of clay, phosphorus, exchangeable Al, capacity of exchanging cations and Mg/K relations. Inversely, SMP index was lower in dune forests and higher in peat forest. The second pattern is related to gradual differences from terrace to depression, *i.e.* the gradual increasing of exchangeable Mg, K and organic matter (%). Ca/Mg relations and pH in water decrease gradually from terrace to depression. The third pattern is related to similarities between slope and depression forests, *i.e.* Ca/K relations higher in slope and depression but lower in terrace. The fourth pattern is related to differences presented by slope in relation to terrace and depression, *i.e.* the exchangeable Ca is lower in slope than in the other environments.

Some floristic elements seem to follow the four soil patterns presented in the formerly. The first pattern probably can be related to species there are exclusive from dune or peat forests. The second pattern probably can be related to species present in all the environments, but having a gradual increasing or decreasing in abundance from terrace to depression. The third soil pattern can be related to species which occur only occur in slope and depression forests *e.g.* *Rumohra adiantiformis*, *Neomarica candida* and *Campyloneurum nitidum*. The fourth soil pattern can be related to the higher cover of ferns in the slope. Although such trends suggest some relations between soil and vegetation patterns, no statistical correlation tests were applied, because the soil analysis was founded on the three environments samples, but not on each transections, so it could be a second step of this research.

### **Acknowledgements**

The first author gratefully recognizes CAPES/CNPq and UFSM for providing the PICDT scholarship, as a decisive financial support for this project. Thanks to taxonomists who helped us on the identification of some Pteridophyta: Paulo Günther Windisch and Maria Angélica Kieling-Rubio (PACA), Rosana Moreno Senna (HAS), Orchidaceae: Fernando Rocha (PPGBOT UFRGS), Piperaceae: Daniel Ruschel (PPGBOT UFRGS), Cyperaceae and Poaceae: Rafael Trevisan (PPGBOT UFRGS) and Asteraceae: Cláudio Mondin (PACA). Also we are indebted to Jose Luiz Tomazelli (Instituto de Geociências – UFRGS), Axel Dalberg Poulsen (Aarhus, Denmark), Eli Fremstad (Trondheim, Norway) and Jörg Edwald (München, Germany) who gently sent their reprints. Thanks also to Alberto Inda Jr. (Soil Department - UFRGS), who help us on soil classification. We are grateful to Luísa Juliana Silveira Lopes, Edair Corteletti, Fabiano de Souza, André Coutinho, Leonardo Mohr, Maria Tereza Queiroz Melo for all IBAMA team from Mostardas. Especially thanks to Jean Carlos Budke (PPGBOT UFRGS), who helped on computer problems, and João Carlos Dotto (FEPAM-RS), who found the coordinates with GPS. Finally thanks to Lúcia Patrícia Pereira Dorneles (FURG) who shared with us some of the difficult and the pleasant moments we had working at Lagoa do Peixe National Park.

## **References**

- APG II. 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: Angiosperm Phylogeny Group II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.

- ARAÚJO, D.S.D. 1992. Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: a first approximation. In Seeliger, U., (ed.). *Coastal Plant Communities of Latin America*: 337-347. Academic Press, New York.
- ARAÚJO, D.S.D., HENRIQUES, R.P.B. 1984. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R., Turcq, B. (orgs.). *Restingas, origem, estrutura, processos*: 159-193. CEUFF, Niterói.
- ARAÚJO, T.F., SAMPAIO, M.C., SCARANO, F.R. 2003. Por que uma planta tipicamente epífita na mata atlântica é preferencialmente terrestre na restinga? In *Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil*: 473-474. SEB/UFC, Fortaleza.
- CAIN, S.A. 1938. The species-area curve. *American Midland Naturalist* 19: 573-581.
- CAUSTON, D.R. 1988. *Introduction to vegetation analysis*. Unwin Hyman, London.
- 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. *Hoehnea* 13: 59-72.
- CITADINI-ZANETTE, V. 1984. Composição florística e fitossociologia da vegetação herbácea terrícola de uma mata de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 32: 23-62.
- 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. *Boletim do Instituto de Biociências* 45: 1-87.
- COSTA, F.R.C. 2004. Structure and composition of the ground-herb community in a terra-firme Central Amazonian forest. *Acta Amazonica* 34(1): 53-59.

- COSTA, F.R.C., MAGNUSSON, W.E., LUIZÃO, R.C. 2005. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understorey herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology* 93: 863-878.
- CRAWLEY, M.J. & HARRAL, J.E. 2001. Scale dependence in plant biodiversity. *Science* 291: 864-868.
- CURTIS, J.T.& MCINTOSH, R.P. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32(3): 476-496.
- DANILEVICZ, E. 1989. Flora e vegetação de restinga na barra da Laguna do Peixe, Tavares, Rio Grande do Sul: levantamento preliminar. *Iheringia, Série Botânica* 39: 69-79.
- DIESEL, S., SIQUEIRA, J.C. 1991. Estudo fitossociológico herbáceo/arbustivo da mata ripária da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, RS. *Pesquisas, Botânica* 42: 205-257.
- DILLENBURG, L.R., WAECHTER, J.L., PORTO, M.L. 1992. Species composition and structure of a sandy coastal plains forest in northern Rio Grande do Sul, Brazil. In Seeliger, U. (ed.). *Coastal Plant Communities of Latin America*: 349-366. Academic Press, New York
- DORNELES, L.P.P., WAECHTER, J.L. 2004a. Estrutura do componente arbóreo da floresta arenosa de restinga do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul. *Hoehnea* 31(1): 61-71.



- DORNELES, L.P.P., WAECHTER, J.L. 2004b. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18(4): 815-824.
- DUQUE, A., SÁNCHEZ, M., CAVELIER, J., DUIVENVOORDEN, J.F. 2002. Different floristic patterns of woody understorey and canopy plants in Colombian Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 18: 499-525.
- GENTRY, A.H., DODSON, C. 1987. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica* 19(2): 149-156.
- GRANVILLE, J.J. 1984. Monocotyledons and pteridophytes indicators of environmental constraints in the tropical vegetation. *Candollea* 39(1): 265-269.
- HOLDRIDGE, L.R., GRENKE, W.C., HATHEWAY, W.H., LIANG, T. & TOSI JR., J.A. 1971. *Forest environment in tropical life zones: a pilot study*. Pergamon, Oxford.
- IPAGRO 1979. Observações meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul. *Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas* 3: 1-272.
- KOZERA, C., RODRIGUES, R.R. 2005. Floresta ombrófila densa submontana: florística e estrutura do estrato inferior. In Marques, M.C.M., Britez, R.M. (orgs.). *História natural e conservação da Ilha do Mel*: 125 – 144. Ed.UFPR, Curitiba.
- LASKA, M.S. 1997. Structure of understory shrub assemblages in adjacent secondary and old growth tropical wet forests, Costa Rica. *Biotropica* 29(1): 29-37.
- LYON, J., SAGERS, C.L. 1998. Structure of herbaceous plant assemblages in a forested riparian landscape. *Plant Ecology* 138: 1-16.

- MACHADO, F.P. 1950. *Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul*. Serviço Gráfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Croom Helm Limited, London.
- MORENO, J.A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.
- MOTA, F.S. 1951. Estudos do clima do estado do Rio Grande do Sul segundo o sistema de Koeppen. *Revista Brasileira de Geografia* 13 (2): 275-284.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- MÜLLER, S.C.& WAECHTER, J.L. 2001. Estrutura sinusal dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. *Revista Brasileira de Botânica* 24(4): 395-406.
- PEET, R.K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 285-307.
- PEREIRA, O.J., ARAÚJO, D.S.D. 2000. Análise florística das restingas dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. *In*: Esteves, F.A., Lacerda, L.D. (eds.). *Ecologia de restingas e lagoas costeiras*: 25-30. NUPEM/UFRJ, Macaé, Rio de Janeiro.
- PIELOU, E.C. 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, New York.

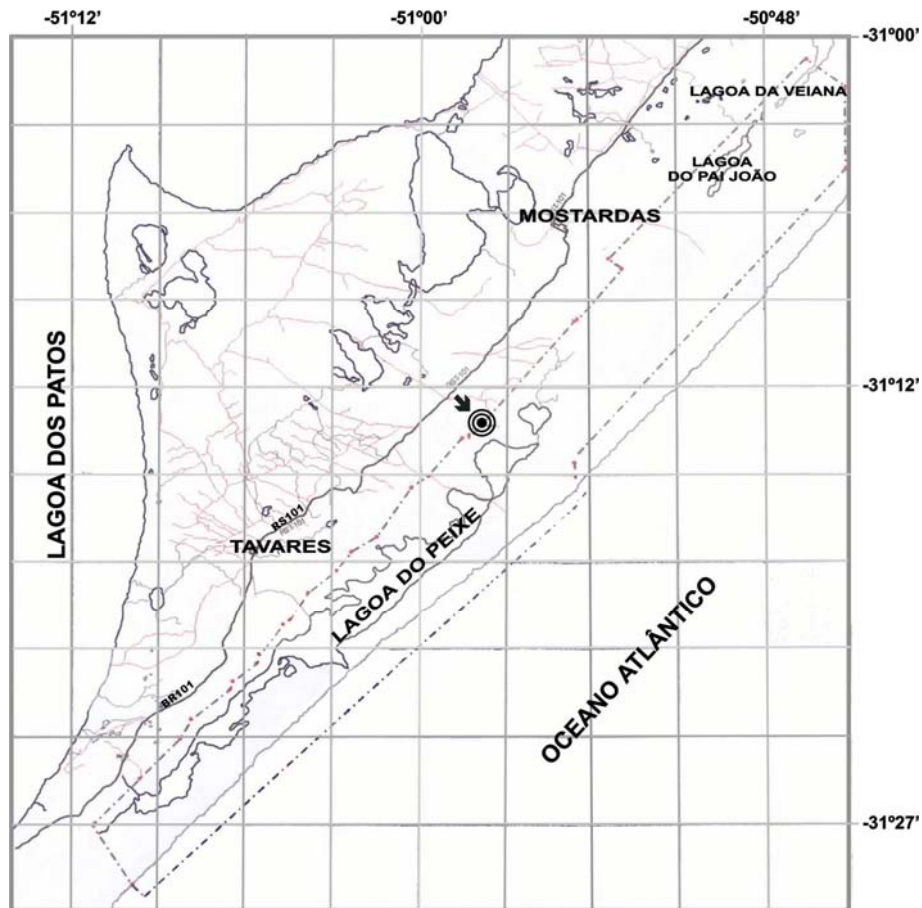
- PODANI, J. 2001. SYN-TAX 2000: *Computer programs for data analysis in ecology and systematics*. Scientia Publishing, Budapest.
- POULSEN, A.D. 1996a. The herbaceous ground flora of the Batu Apoi Forest Reserve, Brunei Darussalam. In Edwards, D.S., Booth, W.E., Choy, S.C. (eds.). *Tropical Rainforest Research – Current Issues*: 43-57. Monographiae Botanicae 74. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- POULSEN, A.D. 1996b. Species richness and density of ground herbs within a plot of lowland rainforest in northwest Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 12: 177-190.
- POULSEN, A.D. & BALSLEV, H. 1991. Abundance and cover of ground herbs in an Amazonian rainforest. *Journal of Vegetation Science* 2: 315-322.
- POULSEN, A.D., NIELSEN, I.H. 1995. How many ferns are there in one hectare of tropical rain forest? *American Fern Journal* 85(1): 29-35.
- POULSEN, A.D., PENDRY, C.A. 1995. Inventories of ground herbs at three altitudes on Bukit Belalong, Brunei, Borneo. *Biodiversity and Conservation* 4: 745-757.
- POULSEN, A.D., TUOMISTO, H. 1996. Small-scale to continental distribution patterns of neotropical pteridophytes: the role of edaphic preferences. In Camus, J.M., Gibby, M., Johns, R.J. (eds.). *Pteridology in Perspective*: 551-561. Royal Botanic Gardens, Kew.
- RICE, E.L. & KELTING, R.W. 1955. The species-area curve. *Ecology* 36(1): 7-11.
- RICHARDS, P.W. 1936. Ecological observations on the rain forest of Mount Dulit, Sarawak. Part I. *Journal of Ecology* 24: 1-37.

- ROSS, H.H. 1972. The origin of species diversity in ecological communities. *Taxon* 21(2/3): 253-259.
- SCHWARZBOLD, A., SCHÄFFER, A. 1984. Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana* 9(1): 87–104.
- 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. *Journal of Vegetation Science* 9:623-630.
- SOIL SURVEY STAFF. 1998. *Keys to Soil Taxonomy*, 8th edition. USDA Natural Resource Conservation Service, U.S. Government Printing Office, Washington DC.
- SUGYAMA, M., SOARES, J.J. 2000. Estrutura de floresta baixa de restinga na Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. In *Anais do V Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: conservação*. Vitória, ES. Publicação da ACIESP 109(3): 113-117.
- TOMAZELLI, L.J., VILLWOCK, J.A. 2000. O cenozóico no Rio Grande do Sul: geologia da planície costeira. In Holz, M., De Ros, L. F. (eds.). *Geologia do Rio Grande do Sul*. CIGO/UFRGS, Porto Alegre.
- TRYON, R. & TRYON, A.F. 1982. *Ferns and allied plants with special reference to Tropical America*. Springer-Verlag, New York.
- TURNER, I.M., TAN, H.T.W., CHUA, K.S. 1996. Relationships between herb layer and canopy composition in a tropical rain forest successional mosaic in Singapore. *Journal of Tropical Ecology* 12: 843-851.

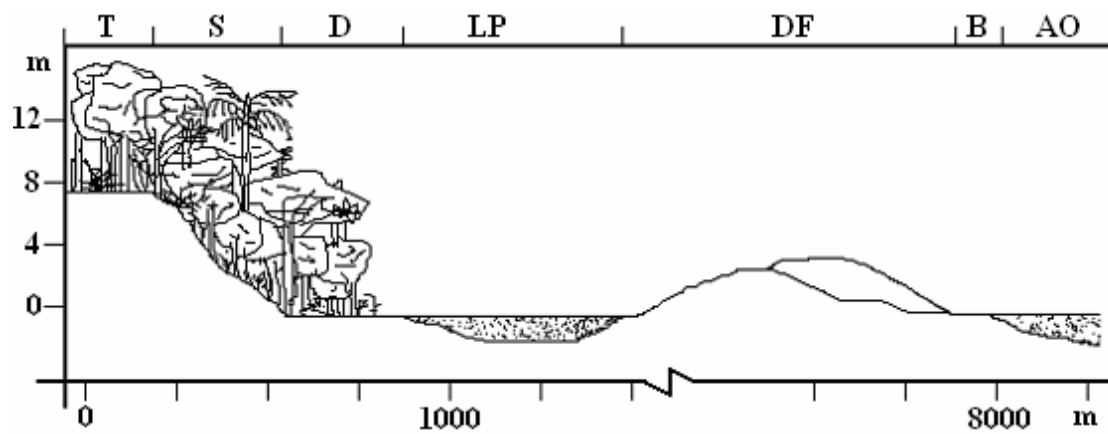
- VILLWOCK, J.A., TOMAZELLI, L.J., LOSS, E.L., DEHNHARDT, E.A., HORN Fº, N.O., BACHI, F.A., DEHNHARDT, B.A. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. In Rabassa, J. (ed.). *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*: 79-87. A.A. Balkema, Rotterdam.
- WAECHTER, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Série Botânica* 33: 49-68.
- WAECHTER, J.L. 1990. Comunidades vegetais das restingas no Rio Grande do Sul. In *Anais do Segundo Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo*. Publicação da ACIESP 71(3): 228-248. Águas de Lindóia, SP.
- WAECHTER, J.L., CESTARO, L.A., MIOTTO, S.T. 1984. Vegetation types in the Ecological Station of Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul, Brazil. *Phytocoenologia* 12(2/3): 261-269.
- WAECHTER, J.L., JARENKOW, J.A. 1998. Composição e estrutura do componente arbóreo nas matas turfosas do Taim, Rio Grande do Sul. *Biotemas* 11(1): 45-69.
- WAECHTER, J.L., MÜLLER, S.C., BREIER, T.B. & VENTURI, D. 2000. Estrutura do componente arbóreo em uma floresta subtropical da planície costeira interna. In *Anais do V Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: conservação*. Publicação da ACIESP 109(3): 92-112. Vitória, ES.
- WHITMORE, T.C., R. PERALTA, K. BROWN. 1985. Total species count in a Costa Rican rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 1:375-378.

WHITTAKER, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21(1/2): 213-251.

ZOETE, T. 2001. Variation in the vegetation of *Melaleuca quinquenervia* dominated forested wetlands of the Moreton region. *Plant Ecology* 152: 29-57.

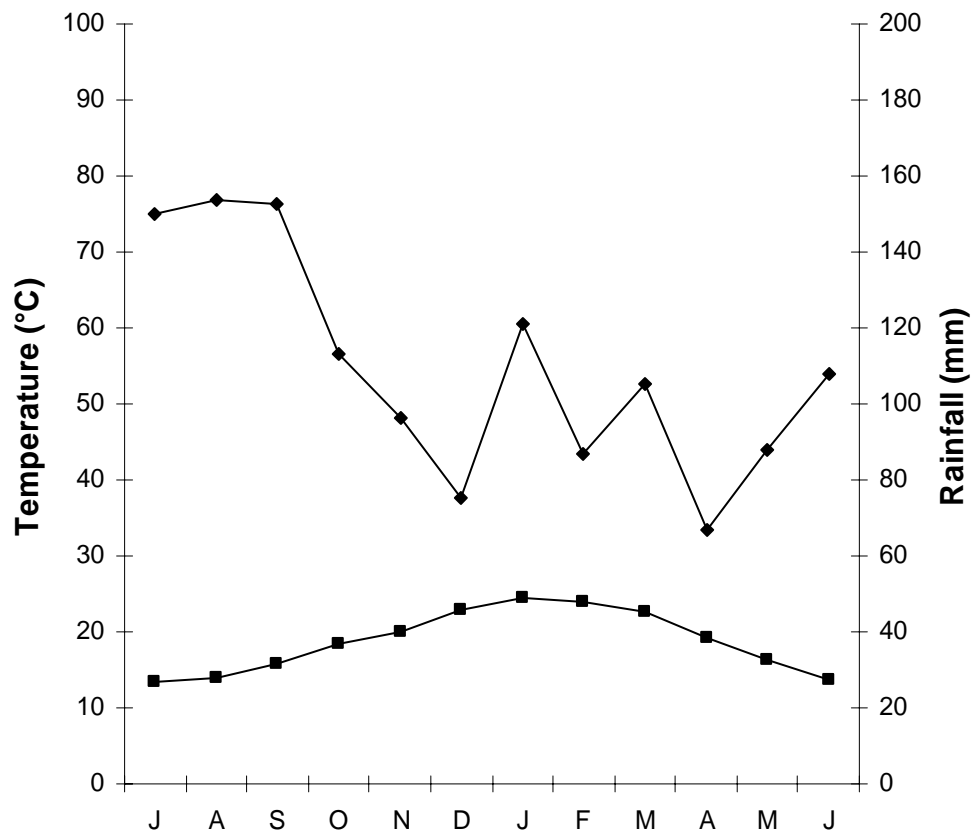


**Figure 1.** Study area: Boiadeiro and Nadir Brum Farms 31°13'00" – 31°14'15" S, 50°57'40" – 50°57'55" W (the circle indicated by an arrow). The area marked by a dotted line delimits the Lagoa do Peixe National Park, Tavares (adapted from Knak 1999).

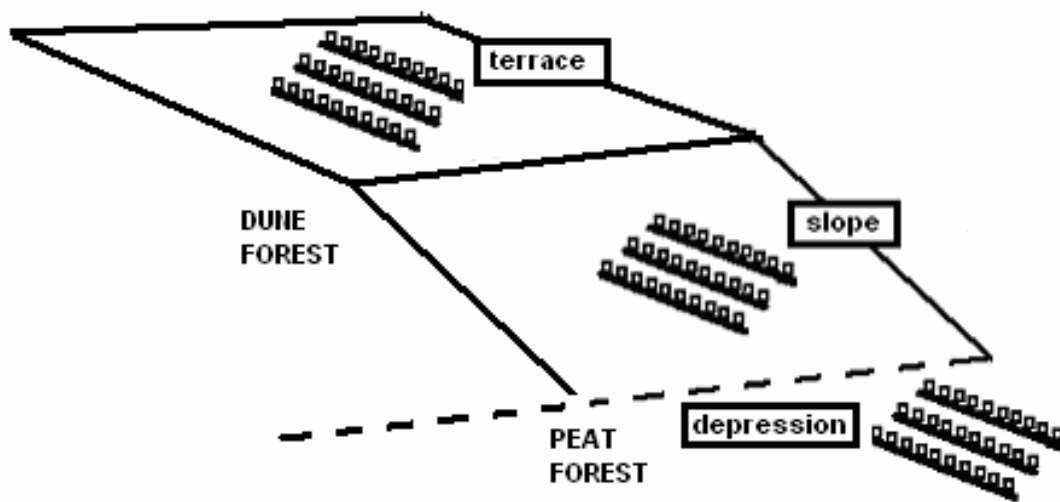


**Figure 2.** Topographic profile of the study site and surroundings in the Lagoa do Peixe National Park, Tavares. From left to right: the study site, terrace (T), slope (S), depression(D); Lagoa do Peixe (LP); dune fields (DF); the beach (B), and the Atlantic Ocean (AO).

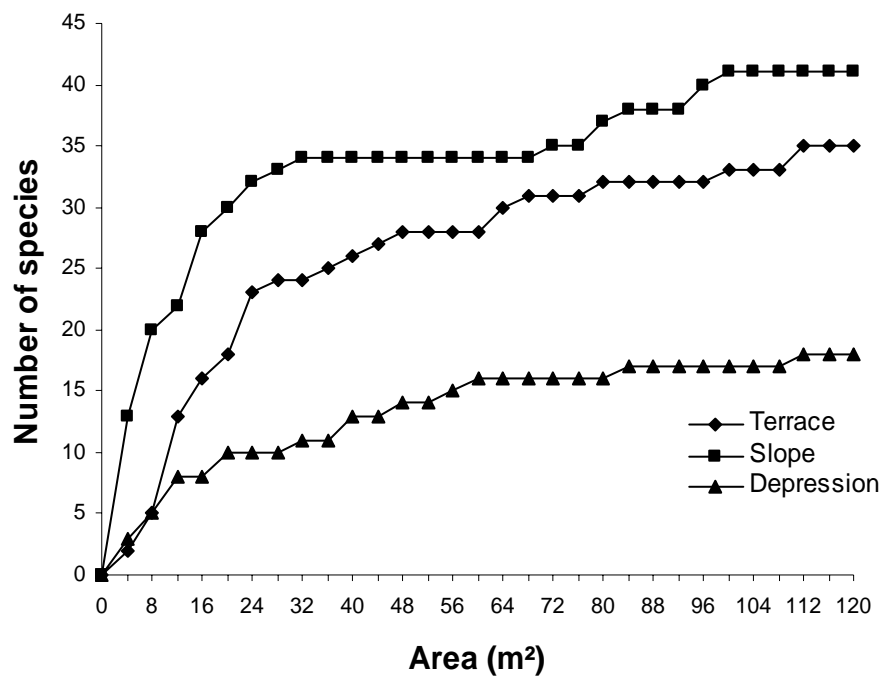




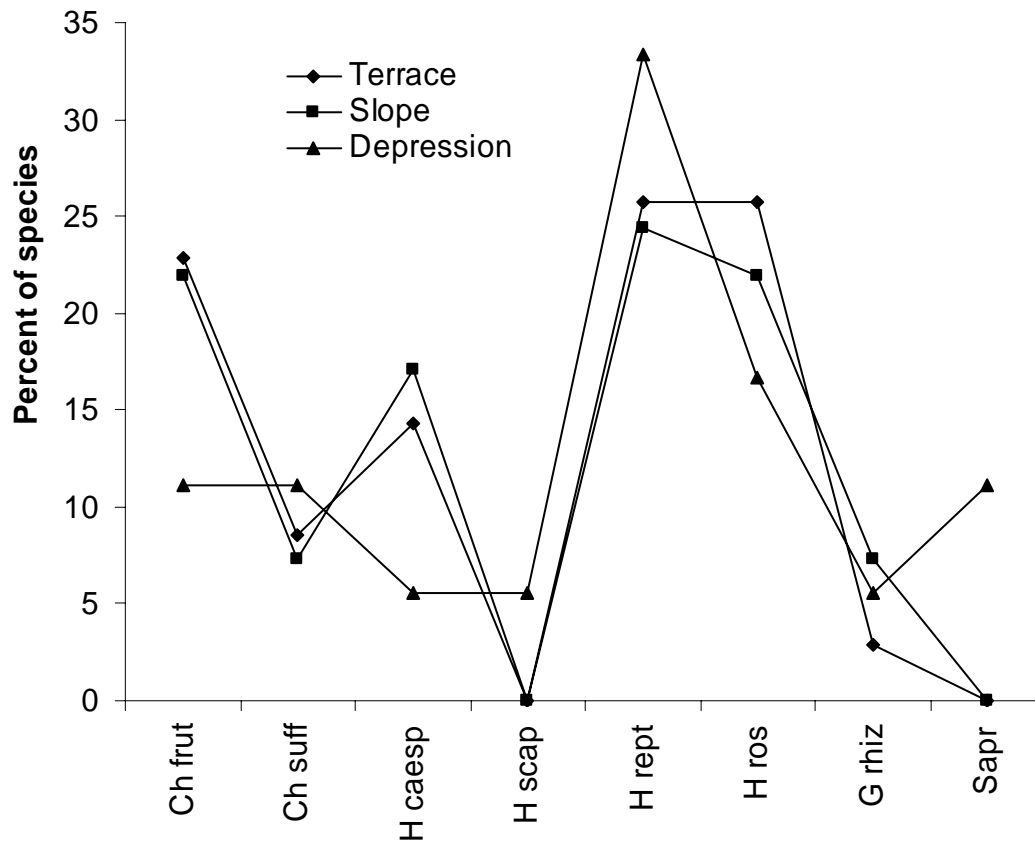
**Figure 3.** Ombrothermic diagram from the meteorological station of Rio Grande ( $32^{\circ}01'02''S$ ,  $52^{\circ}09'32''W$ , 15.8 m), with data based on an average from the years 1957 to 1977. Data from IPAGRO (1979).



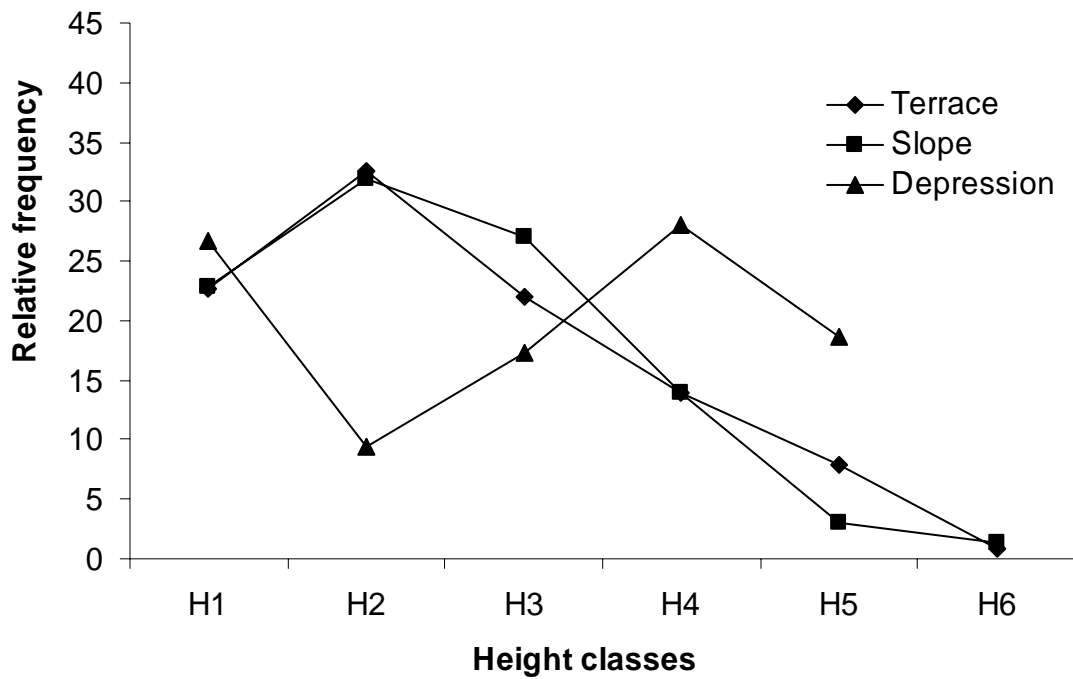
**Figure 4.** The three environments studied in the Lagoa do Peixe National Park, Tavares, and the positioning of the quadrats in each area.



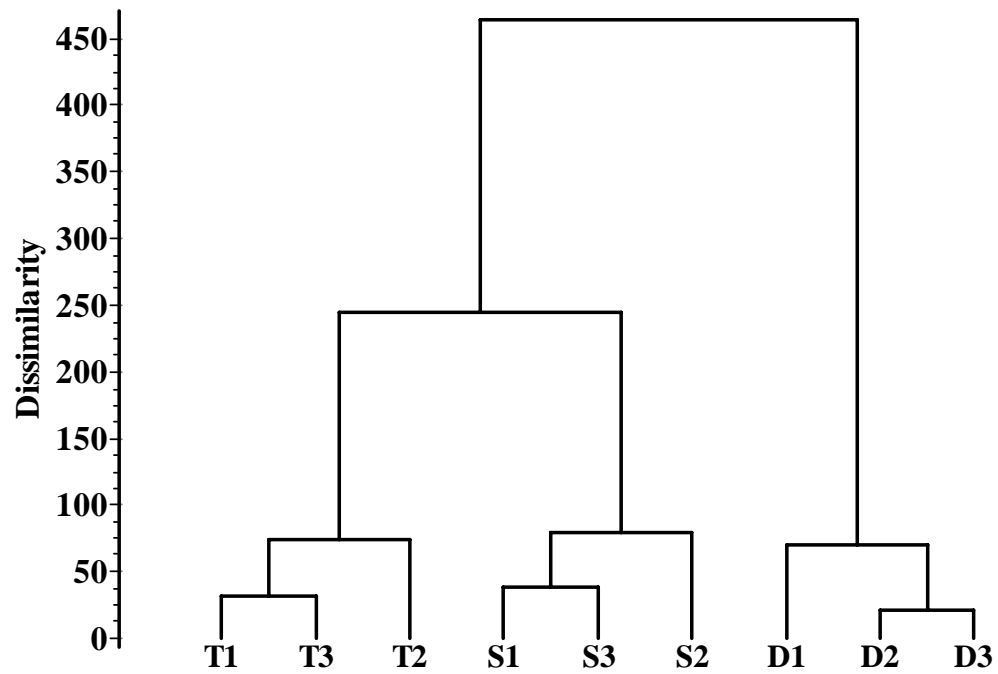
**Figure 5.** Species-area curves for shrubby and herbaceous species in the three environments studied in the Lagoa do Peixe National Park, Tavares.



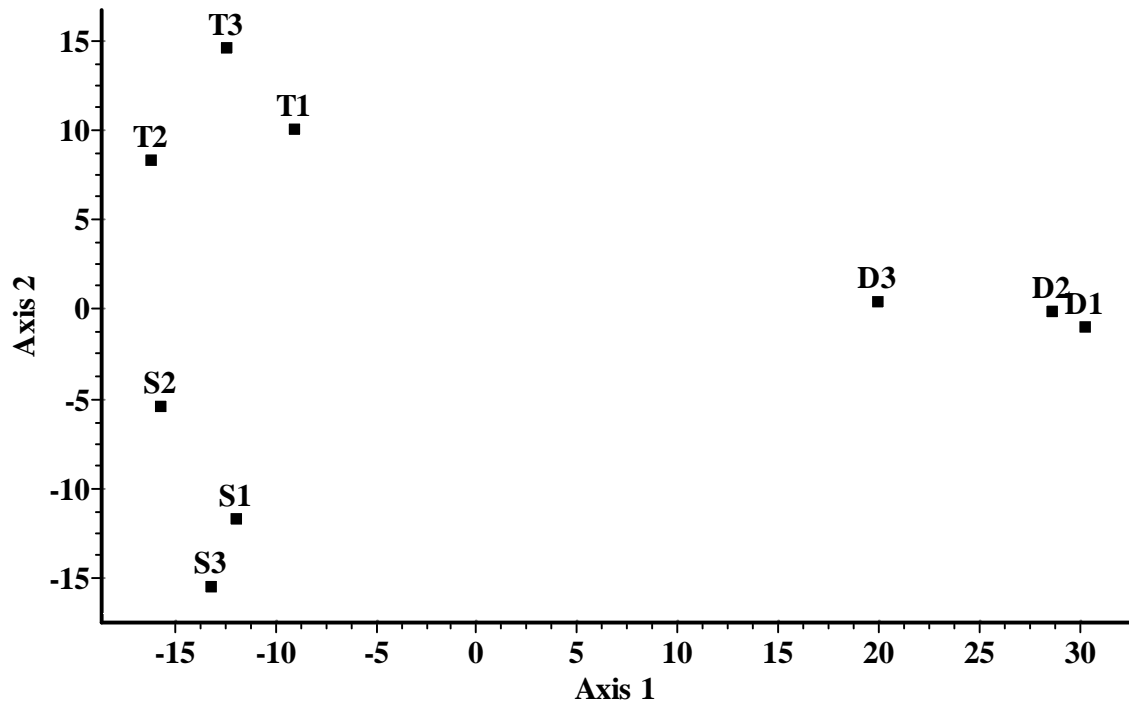
**Figure 6.** Percent of shrubby and herbaceous species for each life form in the three environments studied in the Lagoa do Peixe National Park, Tavares: Ch – chamaephytes; fruit – frutescent, suff – suffrutescent; H – hemicryptophytes, caesp – caespitose, rept – reptant, scap – scapose, ros - rosette; G - geophytes, rhiz – rhizome; Sapr – saprophytes.



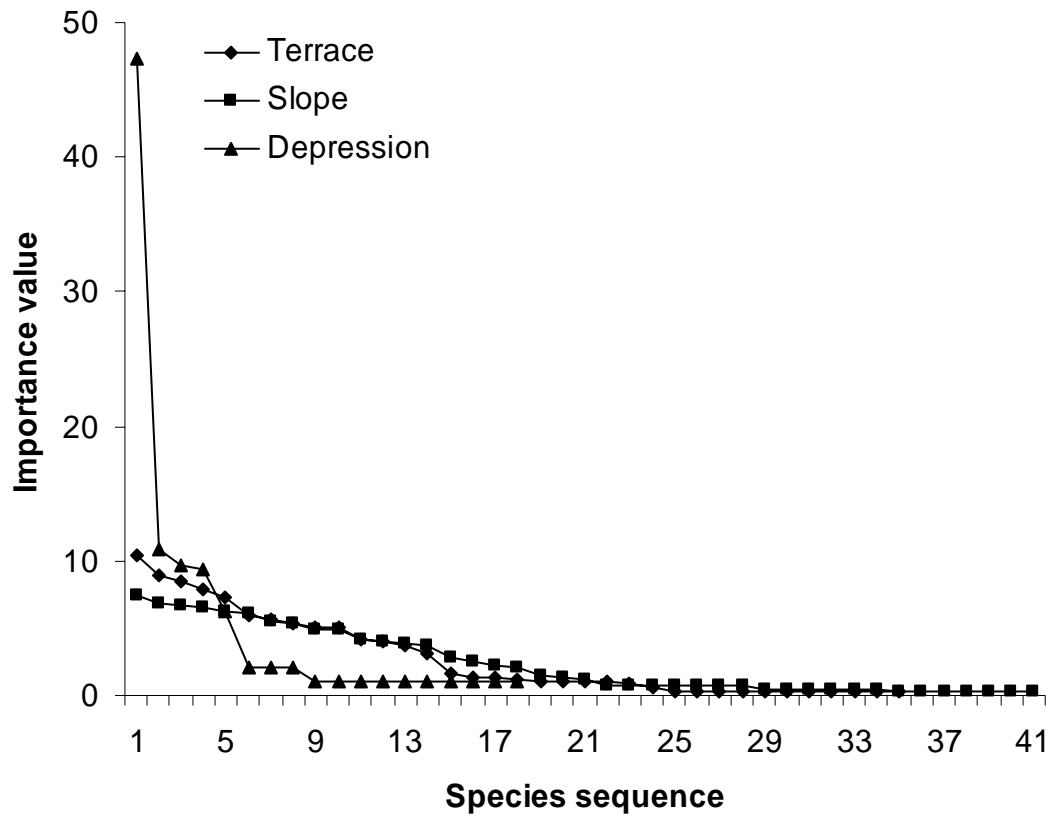
**Figure 7.** Relative frequency of the height classes of shrubby and herbaceous species in the three environments studied in the Lagoa do Peixe National Park, Tavares. Height classes: H1 = 0 -10 cm, H2 = 11 – 20 cm, H3 = 21 – 40 cm, H4 = 41 – 80 cm, H5 = 81 – 160 cm, H6 = 161 – 320 cm.



**Figure 8.** Comparison of nine transections sampled in the coastal forests of the Lagoa do Peixe National Park, Tavares, applying euclidean distance on standardized data and sum of squares as a clustering technique. Environments: terrace (T), slope (S) and depression (D).



**Figure 9.** Comparison of nine transections sampled in coastal forests studied in the Lagoa do Peixe National Park, Tavares, applying euclidean distance and principal coordinate analysis as a multivariate technique. Axis 1 = 67% and axis 2 = 17%. Environments: terrace (T), slope (S) and depression (D)



**Figure 10.** Importance value of the species sampled in three environments of the Lagoa do Peixe National Park, Tavares.



**Table 1. Families and species sampled in the three restinga environments of the Lagoa do Peixe National Park, Tavares, with life forms, maximum height (MH), and plant vouchers (RAZ = Renato Aquino Záchia). Ch – chamaephytes; frut – frutescent, suff – suffrutescent; H – hemicryptophytes, caesp – caespitose, rept – reptant, scap – scapose, ros - rosette; G - geophytes, bulb - bulbous, rhiz – rhizome; T – therophytes; Sapr – saprophytes; nc - not collected.**

Family	Species	Life form	MH (cm)	RAZ No.
Acanthaceae	<i>Justicia brasiliiana</i> Roth	Ch frut	170	5491
Annonaceae	<i>Rollinia maritima</i> R.A.Záchia	Ch frut	25	nc
Aspleniaceae	<i>Asplenium sellowianum</i> (Hieron.) C. Presl ex Hieron.	H ros	32	5503
	<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	H rept	20	5604
Asteraceae	<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Polak.	H ros	26	5676
	<i>Elephantopus mollis</i> H.B.&K.	H ros	49	5517
Blechnaceae	<i>Blechnum australe</i> (Cav.) de la Sota	H ros	62	5612
	<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	H ros	147	5518
	<i>Blechnum serrulatum</i> Rich.	H rept	9	5763
Bromeliaceae	<i>Aechmea recurvata</i> (Klotzsch) L.B.Smith	H ros	27	5694
	<i>Bromelia antiacantha</i> Bertol.	H ros	180	5613
Burmanniaceae	<i>Apteria aphylla</i> (Nutt.) Barnhart ex Small	Sapr	10	5515
Commelinaceae	<i>Gibasis geniculata</i> (Jacq.) Rohweder	H rept	65	5667
	<i>Tradescantia fluminensis</i> Vell.	H rept	24	5501
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	H rept	6	nc
Cyperaceae	<i>Carex sellowiana</i> Schltr.	H caesp	36	5697
	<i>Cyperus tenuis</i> Sw.	H caesp	50	5532
	<i>Scleria arundinacea</i> Kunth	H caesp	64	5660
Dryopteridaceae	<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching	H rept	67	5722
Fabaceae	<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	Ch frut	154	5724
Gentianaceae	<i>Voyria aphylla</i> (Jacq.) Pers.	Sapr	10	5522
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	G rhiz	15	5762
Iridaceae	<i>Neomarica candida</i> (Hassl.) Sprague	G rhiz	54	5668
Malvaceae	<i>Pavonia fruticosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	Ch suff	118	5524
	<i>Pavonia horrida</i> Krapov.	Ch suff	62	5533
	<i>Pavonia sepium</i> A.St.-Hil.	Ch suff	150	5534
	<i>Triumfetta abutiloides</i> A.St.-Hil.	Ch frut	150	5615
	<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.	Ch frut	190	5526
Melastomataceae	<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.	Ch frut	42	nc
Orchidaceae	<i>Cyclopogon chloroleucus</i> (Barb.Rodr.) Schltr.	H ros	38	5689
	<i>Cyclopogon dusenii</i> Schltr.	H ros	8	nc
	<i>Cyclopogon elatus</i> (Sw.) Schltr.	H ros	25	5688
	<i>Malaxis histionantha</i> (Link, Klotzsch & Otto) Garay & Dunst.	H scap	14	5627
	<i>Mesadenella cuspidata</i> (Lindl.) Garay	H ros	7	5498
	<i>Psilochilus modestus</i> Barb.Rodr.	H rept	9	nc
Oxalidaceae	<i>Oxalis linarantha</i> Lourteig	G rhiz	28	5666
Phytolaccaceae	<i>Rivina humilis</i> L.	Ch suff	30	5702
Piperaceae	<i>Peperomia caulibarbis</i> Miq.	H rept	19	nc
	<i>Peperomia pereskiaifolia</i> (Jacq.) Kunth	H rept	38	5490
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.	H ros	17	5684
Poaceae	<i>Homolepis glutinosa</i> (Sw.) Zuloaga & Soderstr.	H caesp	58	5648
	<i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro ex Benth.	H rept	21	5650
	<i>Olyra fasciculata</i> Trin.	H caesp	83	5663
	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.	H rept	49	5535
	<i>Panicum ovuliferum</i> Trin.	H rept	12	5654
	<i>Pseudechinolaena polystachya</i> (Kunth) Stapf	H rept	23	5741
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C.Presl	H rept	60	5687
	<i>Pechuma paradiseae</i> (Langsd. & Fisch.) M.G.Price	H rept	42	5640
Portulacaceae	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	H caesp	25	5719
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i> C.Presl	G rhiz	59	5644
	<i>Doryopteris multipartita</i> (Fée) Sehnem	H caesp	39	5530
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Ch frut	50	nc
	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	H rept	21	5744
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Ch frut	168	5631
Solanaceae	<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	Ch frut	65	5633
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	Ch frut	195	5700
Verbenaceae	<i>Lantana montevidensis</i> (Spreng.) Briq.	Ch frut	23	5708
	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	Ch frut	43	5706

**Table 2.** Number of species sampled in the three environments studied in Lagoa do Peixe National Park, Tavares: T – terrace, S – slope, D – depression.

Number of sampled species	Habit	Total	T	S	D
		58	35	41	18
	Herbs	42	25	30	14
	Shrubs	16	10	11	4
Shannon index	H' =	2,960	3,223	1,594	
Evenness	J' =	0,833	0,868	0,552	
Number of species shared between terrace and slope = 29					
Number of species shared between slope and depression = 3					
Number of species shared between terrace and depression = 0					
Number of species only found in terrace = 6					
Number of species only found in slope = 9					
Number of species only found in depression = 11					
Number species found in only one quadrat:					
General range: 0 - 17					
Environment	Specific range	Average	Mode		
Terrace	2 - 16	8.8	10		
Slope	4 - 17	17.7	15		
Depression	1 - 6	2.5	2		

**Table 3. Species parameters in three environments of the Lagoa do Peixe National Park, Tavares (T – terrace, S – slope, D – depression, fr – frequency, cr – cover, IV – importance value). Total estimates:  $\Sigma$  Tfr = 264;  $\Sigma$  Tcr = 344;  $\Sigma$  Sfr = 367;  $\Sigma$  Scr = 425;  $\Sigma$  Dfr = 7;  $\Sigma$  Dcr = 135.**

<b>Environment</b>								
<b>Terrace</b>	<b>Species</b>	Tfr	Tcr	Sfr	Scr	Dfr	Dcr	IV
	<i>Bromelia antiacantha</i>	14	53	0	0	0	0	10,36
	<i>Oxalis linarantha</i>	22	33	0	0	0	0	8,96
	<i>Oplismenus hirtellus</i>	25	26	0	0	0	0	8,51
	<i>Carex sellowiana</i>	23	24	0	0	0	0	7,84
	<i>Homolepis glutinosa</i>	15	31	0	0	0	0	7,35
	<i>Pavonia horrida</i>	18	18	0	0	0	0	6,03
	<i>Psychotria carthagenensis</i>	17	17	0	0	0	0	5,69
	<i>Pseudechinolaena polystachya</i>	16	16	0	0	0	0	5,36
	<i>Pavonia sepium</i>	15	15	0	0	0	0	5,02
	<i>Peperomia caulibarbis</i>	15	15	0	0	0	0	5,02
	<i>Calliandra tweediei</i>	10	16	0	0	0	0	4,22
	<i>Chaptalia nutans</i>	12	12	0	0	0	0	4,02
	<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	11	11	0	0	0	0	3,68
	<i>Olyra fasciculata</i>	8	11	0	0	0	0	3,11
	<i>Cyclopogon chloroleucus</i>	5	5	0	0	0	0	1,67
	<i>Chiococca alba</i>	4	4	0	0	0	0	1,34
	<i>Cyclopogon elatus</i>	4	4	0	0	0	0	1,34
	<i>Cyperus tenuis</i>	3	4	0	0	0	0	1,15
	<i>Cestrum strigilatum</i>	3	3	0	0	0	0	1,00
	<i>Doryopteris multipartita</i>	3	3	0	0	0	0	1,00
	<i>Ichnanthus pallens</i>	3	3	0	0	0	0	1,00
	<i>Mesadenella cuspidata</i>	3	3	0	0	0	0	1,00
	<i>Triumfetta rhomboidea</i>	2	4	0	0	0	0	0,96
	<i>Elephantopus mollis</i>	2	2	0	0	0	0	0,67
	<i>Asplenium sellowianum</i>	1	1	0	0	0	0	0,33
	<i>Blechnum australe</i>	1	1	0	0	0	0	0,33
	<i>Cyclopogon dusenii</i>	1	1	0	0	0	0	0,33
	<i>Daphnopsis racemosa</i>	1	1	0	0	0	0	0,33
	<i>Dichondra sericea</i>	1	1	0	0	0	0	0,33
	<i>Gibasis geniculata</i>	1	1	0	0	0	0	0,33
	<i>Lantana montevidensis</i>	1	1	0	0	0	0	0,33
	<i>Panicum ovuliferum</i>	1	1	0	0	0	0	0,33
	<i>Rivina humilis</i>	1	1	0	0	0	0	0,33
	<i>Rollinia maritima</i>	1	1	0	0	0	0	0,33
	<i>Tradescantia fluminensis</i>	1	1	0	0	0	0	0,33
<b>Slope</b>	<b>Species</b>	Tfr	Tcr	Sfr	Scr	Dfr	Dcr	IV
	<i>Pseudechinolaena polystachya</i>	0	0	28	31	0	0	7,46
	<i>Carex sellowiana</i>	0	0	27	27	0	0	6,85
	<i>Blechnum australe</i>	0	0	26	27	0	0	6,72
	<i>Adiantum raddianum</i>	0	0	21	31	0	0	6,51
	<i>Bromelia antiacantha</i>	0	0	14	37	0	0	6,26
	<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	0	0	24	24	0	0	6,09
	<i>Oplismenus hirtellus</i>	0	0	21	23	0	0	5,57
	<i>Chaptalia nutans</i>	0	0	21	21	0	0	5,33
	<i>Psychotria carthagenensis</i>	0	0	19	20	0	0	4,94
	<i>Oxalis linarantha</i>	0	0	15	24	0	0	4,87
	<i>Campyloneurum nitidum</i>	0	0	13	20	0	0	4,12
	<i>Tradescantia fluminensis</i>	0	0	16	16	0	0	4,06

	<i>Gibasis geniculata</i>	0	0	15	15	0	0	3,81
	<i>Homolepis glutinosa</i>	0	0	14	15	0	0	3,67
	<i>Peperomia caulibarbis</i>	0	0	11	11	0	0	2,79
	<i>Asplenium sellowianum</i>	0	0	10	10	0	0	2,54
	<i>Doryopteris multipartita</i>	0	0	9	9	0	0	2,28
	<i>Pavonia sepium</i>	0	0	8	8	0	0	2,03
	<i>Chiococca alba</i>	0	0	6	6	0	0	1,52
	<i>Ichnanthus pallens</i>	0	0	5	5	0	0	1,27
	<i>Rumohra adiantiformis</i>	0	0	4	5	0	0	1,13
	<i>Cyperus tenuis</i>	0	0	3	3	0	0	0,76
	<i>Daphnopsis racemosa</i>	0	0	3	3	0	0	0,76
	<i>Justicia brasiliana</i>	0	0	3	3	0	0	0,76
	<i>Mesadenella cuspidata</i>	0	0	3	3	0	0	0,76
	<i>Pavonia horrida</i>	0	0	3	3	0	0	0,76
	<i>Rivina humilis</i>	0	0	3	3	0	0	0,76
	<i>Triumfetta rhomboidea</i>	0	0	3	3	0	0	0,76
	<i>Cestrum strigilatum</i>	0	0	2	2	0	0	0,51
	<i>Cyclopogon chloroleucus</i>	0	0	2	2	0	0	0,51
	<i>Olyra fasciculata</i>	0	0	2	2	0	0	0,51
	<i>Plantago australis</i>	0	0	2	2	0	0	0,51
	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	0	0	2	2	0	0	0,51
	<i>Triumfetta abutiloides</i>	0	0	2	2	0	0	0,51
	<i>Aechmea recurvata</i>	0	0	1	1	0	0	0,25
	<i>Coccocypselum lanceolatum</i>	0	0	1	1	0	0	0,25
	<i>Cyclopogon elatus</i>	0	0	1	1	0	0	0,25
	<i>Hypoxis decumbens</i>	0	0	1	1	0	0	0,25
	<i>Lantana montevidensis</i>	0	0	1	1	0	0	0,25
	<i>Neomarica candida</i>	0	0	1	1	0	0	0,25
	<i>Talinum paniculatum</i>	0	0	1	1	0	0	0,25
<b>Depression</b>	<b>Species</b>	<b>Tfr</b>	<b>Ter</b>	<b>Sfr</b>	<b>Scr</b>	<b>Dfr</b>	<b>Dcr</b>	<b>IV</b>
	<i>Blechnum brasiliense</i>	0	0	0	0	26	81	47,33
	<i>Apteria aphylla</i>	0	0	0	0	9	13	10,81
	<i>Psychotria carthagenensis</i>	0	0	0	0	9	10	9,70
	<i>Cyclopogon chloroleucus</i>	0	0	0	0	9	9	9,33
	<i>Neomarica candida</i>	0	0	0	0	6	6	6,22
	<i>Pavonia fruticosa</i>	0	0	0	0	2	2	2,07
	<i>Pecluma paradiseae</i>	0	0	0	0	2	2	2,07
	<i>Rumohra adiantiformis</i>	0	0	0	0	2	2	2,07
	<i>Asplenium serra</i>	0	0	0	0	1	1	1,04
	<i>Blechnum serrulatum</i>	0	0	0	0	1	1	1,04
	<i>Campyloneurum nitidum</i>	0	0	0	0	1	1	1,04
	<i>Leandra australis</i>	0	0	0	0	1	1	1,04
	<i>Malaxis histionantha</i>	0	0	0	0	1	1	1,04
	<i>Mesadenella cuspidata</i>	0	0	0	0	1	1	1,04
	<i>Pavonia horrida</i>	0	0	0	0	1	1	1,04
	<i>Psilochilus modestus</i>	0	0	0	0	1	1	1,04
	<i>Scleria arundinacea</i>	0	0	0	0	1	1	1,04
	<i>Voyria aphylla</i>	0	0	0	0	1	1	1,04

**Table 4. Cover of environmental variables of the Lagoa do Peixe National Park, Tavares.**

Environmental variables	Terrace	Slope	Depression
litter	58	117	125
erect trunks	15	22	34
fallen trunks, roots	22	0	34
palm saplings (up to 30 cm)	0	0	56
bare ground	9	40	0
water	0	0	5
$\Sigma$	104	179	254

**Table 5. Soil parameters of the Lagoa do Peixe National Park, Tavares.**

Soil parameters	Terrace		Slope		Depression	
	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm
Depth						
clay (%)	8	7	8	8	29	26
pH (H <sub>2</sub> O)	6.1	6.1	5.9	5.5	4.8	4.8
SMP index	6.9	7	6.7	6.5	4.9	5.1
P mgL <sup>-1</sup>	16	21	13	6.9	35	19
K mgL <sup>-1</sup>	73	76	118	86	172	118
organic matter (%)	2.5	1.3	3.7	1.9	11	77
exchangeable Al cmolcL <sup>-1</sup>	0	0	0	0	1	0.7
exchangeable Ca cmolcL <sup>-1</sup>	4.5	2.3	3.4	2	4.7	3.9
exchangeable Mg cmolcL <sup>-1</sup>	1	0.7	1.6	1.2	3.9	3.1
Al + H cmolcL <sup>-1</sup>	1.6	1.4	1.9	2.3	9.6	8
CTC cmolcL <sup>-1</sup>	7.3	4.6	7.2	5.7	18.7	15.3
% CTC SAT of bases	78	69	74	60	48	48
% CTC SAT of Al	0	0	0	0	5.4	4.6
Ca/Mg balance	4.5	3.3	2.1	1.7	1.2	1.3
Ca/K balance	24	12	11	9	11	13
Mg/K balance	5	3.6	5	5	9	10

**Table 6. Richness data sampled in other surveys, compared with the present paper. LF = Life forms, H = herbs, S = shrubs, NS = number of species found, RS = Rio Grande do Sul.**

Reference	LF	Study site	Area (ha)	NS
Gentry & Dodson (1987)	HS	Río Palenque, Ecuador	0.1	89
Gentry & Dodson (1987)	HS	Jauneche, Ecuador	0.1	34
Gentry & Dodson (1987)	HS	Capeira, Ecuador	0.1	63
Poulsen & Balslev (1991)	H	Reserva Cuyabeno, Ecuador	1	96
Poulsen & Pendry (1995)	H	Bukit Belalong, Borneo (200 m)	0.25	54
Poulsen & Pendry (1995)	H	Bukit Belalong, Borneo (500 m)	0.25	23
Poulsen & Pendry (1995)	H	Bukit Belalong, Borneo (850 m)	0.25	98
Poulsen (1996a)	H	Batu Apoi, Borneo - plot A	1	92
Poulsen (1996a)	H	Batu Apoi, Borneo - plot B	1	68
Turner <i>et al.</i> (1996)	H	Nature Reserve, Singapore	0.2	59
Costa (2004)	H	Manaus, Amazonas - Brazil	0.09	35
Citadini-Zanette (1984)	H	Três Cachoeiras, RS – wetter site	0.03	18
Citadini-Zanette (1984)	H	Três Cachoeiras, RS - drier site	0.054	16
Cestaro <i>et al.</i> (1986)	H	Aracuri, Esmeralda, RS	0.012	28
Citadini-Zanette & Baptista (1989)	H	Limoeiro, Torres, RS	0.08	14
Diesel & Siqueira (1991)	HS	Parobé, RS (6 – 10 m)	0.06	25
Diesel & Siqueira (1991)	HS	Rolante, RS (150 – 200 m)	0.06	36
Diesel & Siqueira (1991)	HS	Canela, RS (500 – 600 m)	0.06	41
Kozera & Rodrigues (2005)	HS	Ilha do Mel, PR (140 m)	0.048	59
Müller & Waechter (2001)	HS	Morro Grande, Viamão, RS	0.012	36
Záchia & Waechter (this study)	HS	Tavares, RS - Terrace forest	0.012	35
Záchia & Waechter (this study)	HS	Tavares, RS - Slope forest	0.012	41
Záchia & Waechter (this study)	HS	Tavares, RS - Depression forest	0.012	18
Záchia & Waechter (this study)	HS	Terrace + Slope + Depression	0.036	58









**Appendix 4.** Raunkiaer life forms found in ungrazed areas of Lagoa do Peixe National Park, Tavares: LF = life forms, T= terrace , S = slope, D = depression; Ch = chamaephytes, H = hemicryptophytes, G = geophytes, Sapr = saprophytes, frut = frutescent, suff = suffrutescent, caesp = caespitose, scap = scapose, rept = reptant, ros = rosette, rhiz = rhizome.

LF	number of species			%			LF	number of species			%		
	T	S	D	T	S	D		T	S	D	T	S	D
Ch	11	12	4	31,43	29,27	22,22	Ch frut	8	9	2	22,86	21,95	11,11
							Ch suff	3	3	2	8,57	7,32	11,11
H	23	26	11	65,71	63,41	61,11	H caesp	5	7	1	14,29	17,07	5,56
							H scap	0	0	1	0	0	5,56
							H rept	9	10	6	25,71	24,39	33,33
							H ros	9	9	3	25,71	21,95	16,67
G	1	3	1	2,86	7,32	5,56	G rhiz	1	3	1	2,86	7,32	5,56
Sapr	0	0	2	0	0	11,11	Sapr	0	0	2	0	0	11,11
Total	35	41	18	100	100	100	Total	35	41	18	100	100	100

## CAPÍTULO 3

### Effects of cattle disturbance on the herb and shrub components in a dune forest of the Lagoa do Peixe National Park, Southern Brazil<sup>3</sup>

RENATO AQUINO ZÁCHIA\* & JORGE LUIZ WAECHTER\*\*

\**Department of Biology, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima 1000, 97105-900 Santa Maria, RS, Brazil (E-mail: zachia@terra.com.br).*

\*\**Department of Botany, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brazil (E-mail: jorgew@brturbo.com.br).*

**ABSTRACT** – (Effects of cattle disturbance on the herb and shrub components in a dune forests of the Lagoa do Peixe National Park, Southern Brazil). Herb and shrub components of restinga dune forests were studied to evaluate floristic and structural differences related to the presence of cattle. Two sites were studied, one pastured and other protected against grazing. Thirty quadrats (2 m x 2 m) were set along three transections for each site. Cover, frequency and maximum height were taken. The sites were compared by indexes of diversity and multivariate methods. The most species-rich site was the pastured one with 44 species. The ungrazed site presented 35 species. From the shared species, five had their covers, statistically associated to grazing, but only four of them had height and frequencies also associated to grazing ( $p < 0.05$ ). Two species had their covers, heights and frequencies associated to cattle exclusion. The grazed and ungrazed sites were strongly differentiated by the multivariate analysis and the Shannon

---

<sup>3</sup> Part of the first author's Doctoral Thesis at the Botany Post Graduation Program – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

indexes based on height. Exclusive species from the grazed site and those statistically associated to grazing were mainly annuals, wide-range distributed or forest-edge dwelling species, which increased richness, but also abundance of a few species, so affecting evenness and diversity. *Key words*: cattle disturbance; grazing; herb and shrub layer; trampling.

**RESUMO** – (Efeitos dos distúrbios causados pelo gado sobre componentes herbáceos e arbustivos em florestas de restinga arenosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, sul do Brasil). Os componentes herbáceo e arbustivo de florestas de restinga arenosa foram estudados para avaliar as diferenças florísticas e estruturais relacionadas à presença do gado. Dois sítios foram estudados, um protegido contra o pastejo e outro pastejado. Em cada sítio foram estabelecidas 30 parcelas de 2 x 2m, em três transecções. Cobertura, frequência e altura máxima foram obtidos a campo. Os dois sítios foram comparados mediante o uso de índices de diversidade e métodos multivariados. O sítio com a maior riqueza em espécies foi o pastejado, com 44 espécies. O sítio protegido apresentou 35 espécies. Entre as espécies compartilhadas, cinco tiveram suas coberturas estatisticamente associadas ao pastejo, mas apenas quatro delas tiveram as alturas e as frequências também associadas ao pastejo ( $p < 0,05$ ). Duas espécies tiveram suas coberturas, alturas e frequências associadas à exclusão do gado. Os índices de Shannon baseados na altura e a análise multivariada diferenciaram fortemente o sítio pastejado do protegido. Espécies exclusivas do sítio pastejado e aquelas estatisticamente associadas ao pastejo eram principalmente anuais, de ampla distribuição, habitantes de bordas de florestas, as quais incrementaram a riqueza, mas aumentando a abundância de poucas

---

espécies, afetando assim a diversidade e a equitabilidade. Palavras-chave: distúrbios causados pelo gado; pastejo; sinúcias herbácea e arbustiva; pisoteio.

## **Introduction**

Effects of cattle disturbance on the forest understorey can be measured under the verification of structural and floristic changes. This evaluation can be done by comparing the effects of cattle introduction or removal on the same place at different periods of time. Otherwise, the research can be done on two places nearby each other, at the same time, keeping cattle in the first, but withdrawing them in the neighboring site. Worldwide surveys have been done evaluating livestock disturbance on understorey components, but in quite different forest types (Blackmore & Vitousek 2000, Smit & Kooijman 2001, Henderson & Keith 2002, Ramírez-Marcial 2003).

Cattle browsing and trampling cause negative impact on the recruitment of some forest species (Miller & Wells 2003, Samuelson & Rood 2004). Certain species are not browsed, but the trampling may cause indirect decreasing in their density, affecting their pollination and reproduction (Vázquez & Simberloff 2004). Cattle consume tree seedlings and browse saplings, thereby preventing forest regeneration and promoting its cover declining. Nevertheless, grazing becomes essential in controlling fire risk represented by grass fuels in earlier stages of succession (Blackmore & Vitousek 2000). Otherwise, the cattle role on reducing the fire hazard is a questionable issue, since some grass species are not consumed by cows during the dry season, when they are tall, dry and have low nutritional value (Stern *et al.* 2002).

Cattle grazing may improve site availability for nurse crops in disturbed sites, which facilitate further development of seedlings (Miller & Wells 2003). However, certain combined grazing-burning managements have led to a simplified forest understorey

with fewer woody species at lower population densities (Henderson & Keith 2002). Cattle do not rather promote decreasing of seedlings and saplings abundance, but sometimes raises few species denser than the others, besides bringing exotic species, so changing the understorey composition and structure (Reed & Clokie 2000, Timmins 2002). Furthermore, the increasing of pioneer species in certain forest disturbed sites may be promoted by light gaps generated by browsing and trampling of vegetation by cattle (Fashing *et al.* 2004). Higher growth of some species in grazed sites can be favored by the higher light availability and the reduced competition for such resource (Vázquez & Simberloff 2004).

Grazing can decrease the input of litter and nutrient, affecting the litter quality, eliminating understorey tree, shrub and herbaceous layers, so no longer performing natural forest functions of soil protection, wildlife support, besides the replacement of canopy trees (Smit & Kooijman 2001, Mabry 2002). Cattle trampling compacts the soil, hampering water infiltration (Schneider *et al.* 1978, Stern *et al.* 2002). Trampling and overgrazing disturb riparian ecosystems, changing stream channel morphology, water quality, seasonal volume, riparian-zone soils, instream and streambank vegetation, aquatic biota and terrestrial wildlife (Belsky *et al.* 1999).

In spite of the fact that seedlings and saplings from canopy trees share the same lower storey of forest shrubs and herbs, these elements are rather transitory there, spending the main part of their life-cycle above three or four meters height. So only the herbaceous and shrubby components of the understorey were chosen to be studied here. The present research had the goals of evaluating changes in floristic composition, height, abundance and diversity of the understorey herbs and shrubs, verifying the grazing role on the variation in such parameters in a dune forest at the Lagoa do Peixe National Park, Tavares, Rio Grande do Sul, Brazil..

## Study area

The place chosen for the present work was a restinga dune forest, at the western side of Lagoa do Peixe. The National Park was created minding to preserve Lagoa do Peixe, because it's a place rich in birds of passage. The area chosen for sampling was placed at the limit of "Nadir Brum" and "Boiadeiro" farms ( $31^{\circ}13'00''$ – $31^{\circ}13'15''$ S;  $50^{\circ}57'40''$  –  $50^{\circ}57'55''$ W). These farms are located in the Park area, but they were not yet expropriated, so they have cattle livestock. The dune forest studied covers a well-drained terrace on a paleodune, 8 to 15m over sea level, extending over a slope towards a depression covered by a peat forest over a flooded terrain placed before the lagoon margin (Fig.1).

The climate is subtropical humid (Cfa), according to Köppen System (Moreno, 1961). The data for the ombrothermic climatic diagram were obtained from the Rio Grande Meteorological Station, ca. 100 km south from the study area (Fig.2). The annual average of temperature is 18.8 °C, the maximum is 40.9 °C and the minimum is -2.6 °C (IPAGRO 1979). Monthly precipitation normals range from 60 mm to 160 mm, with a winter rainfall pattern. The northeastern winds are the most widespread. Frosts can occur from May to September (Machado 1950, Mota 1951).

Lagoa do Peixe is one of the many rosary-like lagoons of beach ridge plains placed between the western Mostardas erosional slope and the eastern aeolic dune fields, from Cidreira to Rio Grande. The Mostardas erosional slope marks the limits of a terrace generated by the third lagoon/barrier depositional system in the Upper Pleistocene, and a retrobarrier space that was filled in the holocenic transgressive peak (Schwarzbold & Schäfer 1984, Villwock *et al.* 1986, Danilevicz 1989, Knak 1999, Tomazelli & Villwock 2000). The soils are Psammets (Soil Survey Staff 1998).



Along southern restingas, dune forests occupy the well-drained sites, while peat forests occur on the wet depressions. It is a common feature along the southern Brazilian coastal plain. Restinga forests were largely described by Waechter (1985, 1990), Porto & Dillenburg (1986), Rossoni & Baptista (1995), Waechter & Jarenkow (1998), Waechter *et al.* (2000). The dune or sandy forest investigated in the present paper has been already studied by Dorneles & Waechter (2004) who performed a phytosociological survey of the arboreal component.

## **Methods**

### *Vegetation sampling*

The fieldwork was performed from February 2003 to October 2004, sampling only ground herbs and shrubs by the plot method (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Thirty quadrats 2 m x 2 m (4 m<sup>2</sup>), were set 10 m far from each other, but distributed in three transections for each environment: ungrazed site - U1, U2, U3, and grazed site - G1, G2, G3, thus the sample area was 120 m<sup>2</sup> for each site (Fig. 3). The ungrazed site, protected by barbed wire fences, was excluded from cattle since 1990. The neighboring grazed site was exposed to cattle browsing and trampling. The selected grazed and ungrazed sites were selected from similar sites regarding soil and canopy characteristics. Same size quadrats (sample units) were used both for shrubs and herbs. The minimal sample area for each set was estimated through species-area curve. The logarithmic regression, described by  $S=a+b*\ln A$ , where S=number of species and A=sampled area and  $\ln$ =natural base ( $e$ ), was used to perform the minimal area needed to sample the richness of species (Cain 1938, Rice & Kelting 1955, Mueller-Dombois & Ellenberg 1974, Waechter *et al.* 2000).

The species sampled were vascular herbs and shrubs, rooted on the ground (Poulsen & Balslev 1991, Poulsen 1996a, b). Subshrubs, *i.e.* perennial plants consisting of a woody base with herbaceous shoots, were treated as shrubs (Gentry & Dodson 1987). The species life forms was determined through field observations and was confirmed by consults to taxonomic literature. The systems of classification used were Tryon & Tryon (1982) for ferns, and APGII (2003) for angiosperms. Voucher specimens were deposited at the herbarium of UFRGS (ICN), Porto Alegre, Brazil. Scientific names were previously standardized according to nomenclatural rules.

Cover was measured for all herb and shrub species found in each plot, estimating the projection of shoot area onto a horizontal plane, according to the logarithmic scale proposed by Causton (1988). Other estimated parameters were frequency and importance value (Curtis & McIntosh 1951, Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

Each species had its maximum height measured for each plot and then converted to the following scale: H1: 0-10cm; H2: 11-20cm; H3: 21-40cm; H4: 41-80cm; H5: 81-160cm; H6: 161-320cm. Stratification was evaluated according to the frequency of each height class. Life form classification was according to Raunkiaer, modified by Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).

#### *Vegetation analysis*

Species diversity for grazed and ungrazed sites was estimated by the Shannon diversity index ( $H'$ ) (Magurran 1988). This indexes were calculated using two alternative abundance parameters, firstly the cover, and then the height, to test if only one of them, or both, can give values statistically different. Evenness ( $J'$ ) was calculated according

to Pielou (1975), based on the same abundance estimates. The diversity indexes were compared statistically applying a *t*-test.

Only the species common to both sites were selected to be submitted to statistical tests to verify significant differences in cover, height and frequency that can be associated to grazing. Chi-square test was applied to detect which species were affected by grazing according to statistically significant differences in the frequency values. The non-parametric Mann-Whitney test was applied to evaluate statistical differences in cover and height values. Two multivariate methods were used, cluster analysis and principal coordinate analysis, using the entire samples and the three estimated parameters: cover, frequency and height. Euclidean distance was used on standardized data and sum of squares as a clustering technique, employing the software SYN-TAX 5.0 (Podani 2001).

## **Results**

### *Species composition, richness and diversity*

Species-area curves for ungrazed environment showed that less than 30 quadrats (120 m<sup>2</sup>) were enough to sample the richness (Fig. 4). The curve from the grazed environment after tended to stabilize, reassumed the increasing tendency. Instead of being an indicative symptom of different gradients into the area, it seems to be rather a consequence of the aleatory sequence of plots used. Other aleatory sequences were tested to confirm, then the curve actually tended to stabilize.

A total of 47 species were sampled in 240 m<sup>2</sup>, belonging to 27 families (Tab.1). The most species-rich site was the grazed one with 44 species. The ungrazed site presented 35 species. For the both sites, 34 species were found in common (Tab.2). The following

species were exclusively sampled in the grazed site: *Bidens bipinnata*, *Cordia curassavica*, *C.polycephala*, *Dicliptera tweediana*, *Drymaria cordata*, *Hapalorchis micrantha*, *Justicia brasiliana*, *Opuntia monacantha*, *Parietaria debilis*, *Peperomia blanda*, *Rumohra adiantiformis* and *Talinum paniculatum*. Only *Calliandra tweediei*, *Cyclopogon dusenii* and *Olyra fasciculata* were exclusively found in the ungrazed site (Tab. 3).

The diversity and the evenness indexes based on the cover were respectively  $H' = 2.960$  and  $J' = 0.833$  in the ungrazed site;  $H' = 2.888$  and  $J' = 0.763$  in the grazed site. The same indexes, but based on the height were  $H' = 3.006$ , and  $J' = 0.846$  in the ungrazed site;  $H' = 3.126$ , and  $J' = 0.826$  in the grazed site. The Shannon indexes based on cover were not statistically different themselves, but those based on the height were different for  $p < 0.05$ . The decreasing values of cover and height give an idea of the evenness ( $J'$ ) found in each case (Fig. 5a, 5b). In the case of cover, the grazing effect probably produced a smaller evenness because it allowed to a greater dominance of few species, which in turn, also reduced diversity, in despite of the higher richness (Fig. 5a). In the case of the height, evenness was similar in both cases, so the higher richness of the grazed site caused a direct increase of diversity, resulting in a significant difference (Fig. 5b).

#### *Frequency, cover and height*

*Bromelia antiacantha*, *Carex sellowiana* and *Oxalis linarantha* acquired high parameter values, in both environments. Obviously such species didn't give useful information to distinguish the two areas (Tab.3). Differently, *Dichondra sericea*, *Oplismenus hirtellus*, *Pseudechinolaena polystachya*, *Tradescantia fluminensis* and *Triumfetta*

*rhomboidea* presented higher cover levels in the grazed than the ungrazed site ( $p < 0.05$ ) (Tab. 4). Excepting *Oplismenus hirtellus*, the remaining species above cited, presented higher height values in the grazed than in the ungrazed site ( $p < 0.05$ ) (Tab.5). The same species above mentioned, excepting *Oplismenus hirtellus*, had the frequencies favored by grazing ( $p < 0.05$ ) (Tab. 6). On the other hand, *Homolepis glutinosa* and *Psychotria carthagenensis* had their cover, height and frequency significantly favored by the absence of cattle ( $p < 0.05$ ). All the other species have not shown significant differences between grazed and ungrazed sites ( $p < 0.05$ ).

#### *Life forms*

In spite of the grazed site having a slightly higher number of general hemicryptophytes, than the ungrazed site, this later showed higher number of rosette and caespitose hemicryptophytes than the first one (Fig.6). Therophytes were only found in grazed site. The species which presented higher and significant cover levels in grazed site were mainly reptant hemicryptophytes, as *Dichondra sericea*, *Oplismenus hirtellus*, *Pseudechinolaena polystachya* and *Tradescantia fluminensis*, with the exception of *Triumfetta rhomboidea*, a frutescent chamaephyte also favored by grazing. On the other hand, species favored by the cattle exclosure were the caespitose hemicryptophyte *Homolepis glutinosa*, and the frutescent chamaephyte *Psychotria carthagenensis*.

#### *Classification and ordination*

Classification showed the three parameters studied as strongly influenced either by grazing or by cattle exclosure. Both grazed and ungrazed sites showed the height as the most distinct parameter, well aparted from the closely similar cover-frequency group (Fig. 7). Notice that the Shannon indexes based on the height values were the only

statistically different ( $p < 0.05$ ), so the height values were decisive to distinguish the two sites. Axis 1 in ordination, strongly splits grazed from ungrazed sites, whereas axis 2 highlights the height as the main parameter for the separation of the two sites (Fig. 8).

## Discussion

### *Composition and richness*

The higher richness verified in the grazed site is not surprising because the increasing on richness and diversity can be favored in many ways by cattle disturbance (Belsky *et al.* 1999). Few species can become denser than others, which is specially favored by light gaps produced by browsing and trampling, allowing invasion of pioneer species (Reed & Clokie 2000, Timmins 2002, Fashing *et al.* 2004, Vázquez & Simberloff 2004). Moderate levels of grazing led to an increase in richness, but high grazing levels cause decreasing, especially after making greater the soil disturbance, increasing the number of therophytes, reducing the frequency of phanerophytes and chamaephytes (McIntyre *et al.* 1995). In strongly disturbed areas, the gradual opening of the canopy increases the ground vegetation cover and diversity (Mountford & Peterken 2003). The increasing of richness verified in the present study matches to moderate levels of grazing. Actually the cattle enters only eventually in the forest, characterizing probably a moderate level of grazing, but therophytes were only found in grazed site, thus being an important indicative of disturbance.

Among the 12 species found only in the grazed site, *Bidens bipinnata*, *Drymaria cordata* and *Parietaria debilis* were trail-edge dwellings, adventives or annuals (Cabrera 1974, Lombardo 1982, Carneiro & Furlan 2005). *Cordia curassavica*, *C. polycephala*, *Dicliptera tweediana* and *Opuntia monacantha* can be found frequently

inhabiting scrublands or forest edges (Wasshausen & Smith 1969, Smith 1970, Lombardo 1983, Scheinvar 1985, Lorenzi 2000, 2001, Lorenzi & Souza 2005). Besides these species *Rumohra adiantiformis* and *Talinum paniculatum* are generally understorey shade-loving species, but also can be found in disturbed environments, forest edges, secondary vegetation, croplands or scrublands (Sehnem 1979, Mattos 1984, Kissmann & Groth 1995, Lorenzi 2000). The above cited species confirm what Mabry (2002) found in grazed plots, *i.e.* prevalence of annuals, cosmopolitan, pantropical or wide-range distributed species. In despite of many of these species are native, some of them are not typical understorey species. *Justicia brasiliiana* is referred as much to forest edges, trail-edges, as to understorey (Wasshausen & Smith 1969). Nevertheless, the last two species, *Hapalorchis micranthus* and *Peperomia blanda* are typical shade-loving and small-sized and specialized understorey species from undisturbed places. Their exclusive occurrence in the grazed site can be explained through cattle promotion of site availability through browsing or trampling on some bigger-sized dominant species, the nurse plants, that were competing for light on the same place (Miller & Wells 2003).

The ungrazed site had lesser exclusive species than the grazed site. One of these is the terrestrial orchid *Cyclopogon dusenii*, that does not deserve any comment because one only individual was found in only one plot, but probably it is very sensitive to browsing or trampling like *Olyra fasciculata* and *Calliandra tweediei*. Among these two species, *O. fasciculata* is an erect, caespitose shade-loving grass, but rather sparse and rare, highly browsed by cattle (Smith & Wasshausen 1981, Oliveira & Longhi-Wagner 2001). The caespitose hemicryptophytes like it, tend to decline under grazing by removal of their photosynthetic and reproductive organs (Belsky *et al.* 1999). On the

other hand, the chamaephytes don't have tolerance against grazing (McIntyre *et al.* 1995), so *C. tweediei* is absent from the grazed plots because they have perennating buds easily accessible to the grazers. Trampling does not explain its absence from the grazed site, because this shrub has very strong woody branches.

*Life forms, diversity and abundance parameters influenced by grazing*

McIntyre *et al.* (1995) reputed the life form being the better indicative of community responses to disturbances (Fig. 6). As an expected result, therophytes were found only in the grazed site. Besides this result, a slightly high percent of hemicryptophytes occurred. Nonetheless, both results have different meanings in relation to the effects of grazing. Firstly, therophytes generally take advantage of disturbance where it involves opening of space. Otherwise, in the case of hemicryptophytes, only the second order of classification is useful in unraveling substitution effects that would have been masked if we considered hemicryptophytes as a group (McIntyre *et al.* 1995). From the five cover-favored species in the grazed site, four of them were reptant hemicryptophytes. When cattle browse reptant hemicryptophytes, neither growing meristems nor reproductive organs, are drastically affected to such point to promote reduction or the exclusion of the species population from the grazed plots. In the case of the caespitose hemicryptophytes leaves and inflorescences are completely grazed. *Homolepis glutinosa* is commonly grazed by cattle and used as forage to milch cows (Smith *et al.* 1982). The exclosure of cattle favored its cover, height and frequency in the ungrazed plots. However, *H. glutinosa* seems to be less sensitive to grazing than *Olyra fasciculata*, which was completely excluded from the grazed plots.



Although the diversity indexes based on cover were not statistically different, the grazed site presented lower evenness than the ungrazed (Fig. 5a). Such lower evenness only can be understood based on the exceptional cover values presented by *Oplismenus hirtellus* and *Pseudechinolaena polystachya*. These two grasses were the species which the cover was most influenced by grazing. They conquered horizontal spaces where some caespitose hemicryptophytes and chamaephytes have been excluded. These species have been already reported as common indicators of disturbed understorey environments, either by cattle grazing or by human activities, e.g. trails for hunting (Smith *et al.* 1982, Cestaro *et al.* 1986, Müller & Waechter 2001). Otherwise, they are epizoochoric as many grasses which are dispersed through sticky fruits or spikelet awns and can take reproductive advantages from the grazers (Mori & Brown 1998).

Heights, covers and frequencies of *Homolepis glutinosa* and *Psychotria carthagenensis* were favored by cattle exclusion. However, neither *H. glutinosa*, nor *P. carthagenensis* had been completely excluded from the grazed site. Since cattle browse vegetative organs and inflorescences, the height and the reproductive capacity of the caespitose grass *H. glutinosa*, decrease under grazing. Nevertheless, this species, which can be found also in open environments, has sticky spikelets which allow it to take some advantages of epizoochoric dispersal by the proper grazers (Mori & Brown 1998). On the other hand, *P. carthagenensis* has rhizomes (Bacigalupo 1974), so this strategy can provide regeneration chances even after trampling by cattle. Both species are sensitive to grazing but they can keep the populations under grazing through especial strategies of propagation.

The formerly mentioned propagation allied to other strategies presented by *Oplismenus hirtellus*, *Pseudechinolaena polystachya*, *Psychotria carthagenensis*,

*Homolepis glutinosa* and *Olyra fasciculata* match to a functional group approach. Functional groups or plant functional types can include Raunkiaer's life-form system, seed dispersal syndromes, the capacity for vegetative reproduction and many other features presented by the plants which can be associated to answers to certain ecological variables (McIntyre *et al.* 1995, Pillar & Sosinski 2003). Plant functional types have been used to identify responses of grassland vegetation to grazing (Sosinski & Pillar 2004). *Dichondra sericea*, *Oplismenus hirtellus*, *Pseudechinolaena polystachya* and *Tradescantia fluminensis* have adventive roots regularly distributed along their elongate and repent stems. The repent stem, as a functional advantage for vegetative reproduction, is the main feature protecting the plant against browsing. There are many other meristems available from the same individual, supposing that some of them had been browsed.

The functional group approach is also important to understand why *Psychotria carthagenensis* was favored by cattle exclosure while *Triumfetta rhomboidea* took advantages under cattle grazing, taking in mind that both are chamaephytes. As a rule, chamaephytes are the life forms more sensitive to grazing, on the same intensity of phanerophytes seedlings and saplings (McIntyre *et al.* 1995). *P. carthagenensis* has apical inflorescences and the fruits are reddish drupes (Bacigalupo 1974). This species is shade-loving, medium-statured shrub with soft and fragile branches. This is the kind of functional group typically dispersed by birds (Mikich & Silva 2001, Aragón & Morales 2003). In the ungrazed site the height of this species attained up to 130 cm, but in the grazed it reaches to only 43 cm. No information has been obtained whether this species is browsed or not by the cattle, but its branches can be easily broken, reducing not only its stature, but consequently affecting also flowering and fruiting, so trampling

can easily affect the reproduction of this species. On the other hand, *T. rhomboidea* can also occur in open shrublands, disturbed areas, croplands and forest edges. Like the other species of *Triumfetta*, it has thorny fruits (Souza & Esteves 2002). Differently from of *P. carthagenensis*, its branches are hard, not easily broken. In the ungrazed site the height attained up to 190 cm, but in the grazed site it reaches to 220 cm. In despite of pertaining to the same Raunkiaer life form group, they match to distinct plant functional types. This kind of fruit is easily dispersed through their hooked thorns, which fasten on the cattle hair (Mori & Brown 1998).

### **Acknowledgements**

The first author gratefully recognizes CAPES/CNPq and UFSM for providing the PICDT scholarship, as a decisive financial support for this project. Paulo Günther Windisch (PACA), Rosana Senna (HAS), Fernando Rocha (PPGBOT UFRGS-ICN), Daniel Ruschel (PPGBOT UFRGS-ICN), Rafael Trevisan (PPGBOT UFRGS-ICN) and Cláudio Mondin (PACA) who kindly identified some Pteridophyta, Orchidaceae, Piperaceae, Cyperaceae, Poaceae and Asteraceae. Alberto Inda Jr. (UFRGS Soil Department), who helped on soil classification; Jean Carlos Budke (PPGBOT UFRGS-ICN), who helped on field work and computer problems, and João Carlos Dotto (FEPAM-RS), who took the coordinates with GPS. Thanks for Prof. Sérgio Kakuto Kato (UFRGS Statistics Department) who helped us with statistical analyses. Especially we are thankful to Mrs. Edda, Maria Luísa, André Coutinho, Tereza Melo, Leonardo Mohr, Fabiano de Souza and to the whole IBAMA team from Mostardas. Especial thanks to Lúcia Dorneles (FURG) who shared with us some difficult and pleasant time we had on beginning of work at Lagoa do Peixe National Park.

## References

- APG II. 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: Angiosperm Phylogeny Group II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- ARAGÓN, R., MORALES, J.M. 2003. Species composition and invasion in NW Argentinian secondary forests: Effects of land use history, environment and landscape. *Journal of Vegetation Science* 14: 195-204.
- BACIGALUPO, N.M. 1974. Rubiaceae. In *Flora Ilustrada de Entre Rios* (Burkart, A., dir.). Colección Científica del INTA 6(6): 3-50. INTA, Buenos Aires.
- BELSKY, A.J., MATZKE, A., USELMAN, S. 1999. Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation* 54: 419-431.
- BLACKMORE, M., VITOUSEK, P. 2000. Cattle grazing, forest loss, and fuel loading in a dry forest ecosystem at Pu'u Wa'aWa'a Ranch, Hawai'i. *Biotropica* 32(4a): 625-632.
- CABRERA, A.L. 1974. Compositae. In *Flora Ilustrada de Entre Rios* (Burkart, A., dir.). Colección Científica del INTA 6(6): 106-554. INTA, Buenos Aires.
- CAIN, S.A. 1938. The species-area curve. *American Midland Naturalist* 19: 573-581.
- CARNEIRO, C.E., FURLAN, A. 2005. Caryophyllaceae. In *Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo* (Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Melhem, T.S., Giulietti, A.M., coords.) 4: 171-184. FAPESP/RIMA, São Paulo.
- CAUSTON, D.R. 1988. *Introduction to vegetation analysis*. Unwin Hyman, London.
- 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. *Hoehnea* 13: 59-72.

- CURTIS, J.T.& MCINTOSH, R.P. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32(3): 476-496.
- DANILEVICZ, E. 1989. Flora e vegetação de restinga na barra da Laguna do Peixe, Tavares, Rio Grande do Sul: levantamento preliminar. *Iheringia*, Série Botânica 39: 69-79.
- DORNELES, L.P.P., WAECHTER, J.L. 2004. Estrutura do componente arbóreo da floresta arenosa de restinga do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul. *Hoehnea* 31(1): 61-71.
- FASHING, P.J., FORRESTEL, A., SCULLY, C., CORDS, M. 2004. Long-term population dynamics and their implications for the conservation of the Kakamega Forest, Kenya. *Biodiversity and Conservation* 13: 753-771.
- GENTRY, A.H., DODSON, C. 1987. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica* 19(2): 149-156.
- HENDERSON, M.K., KEITH, D.A. 2002. Correlation of burning and grazing indicators with composition of woody understorey flora of dells in a temperate eucalypt forest. *Austral Ecology* 27: 121-131.
- IPAGRO. 1979. Observações meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul. *Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas* 3: 1-272.
- KISSMANN, K.G., GROTH, D. 1995. *Plantas infestantes e nocivas* 3. BASF, São Paulo.
- KNAK, R.B. (ORG.). 1999. *Plano de manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe*. Fase 2. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- LOMBARDO, A. 1982. *Flora Montevidensis* 2. Intendencia Municipal, Montevideo.
- LORENZI, H. 2000. *Plantas daninhas do Brasil*. 3 ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa.

- LORENZI, H. 2001. *Plantas ornamentais no Brasil*. 3 ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- LORENZI, H., SOUZA, V.C. 2005. *Botânica sistemática*. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- MABRY, C. 2002. Effects of cattle grazing on woodlands in central Iowa. *Journal of Iowa Academy of Sciences* 109 (3,4): 53-60.
- MACHADO, F.P. 1950. Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul. *Serviço Gráfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, Rio de Janeiro.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Croom Helm Limited, London.
- MATTOS, J.R. 1984. Portulacáceas. *In Flora Ilustrada Catarinense* (Reitz, R., ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- McINTYRE, S., LAVOREL, S., TREMONT, R.M. 1995. Plant life-history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology* 83: 31-44.
- MIKICH, S.B., SILVA, 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 15(1): 89-113.
- MILLER, C., WELLS, A. 2003. Cattle grazing and the regeneration of totara (*Podocarpus totara* var. *waihoensis*) on river terraces, south Westland, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 27(1): 37-44.
- MORI, S.A., BROWN, J.L. 1998. Epizoochorous dispersal by barbs, hooks, and spines in a lowland moist forest in central French Guiana. *Brittonia* 50(2): 165-173.

- MORENO, J.A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.
- MOTA, F.S. 1951. Estudos do clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo o sistema de Koeppen. *Revista Brasileira de Geografia* 13(2): 275-284.
- MOUNTFORD, E.P., PETERKEN, G.F. 2003. Long-term change and implications for the management of wood-pastures: experience over 40 years from Denny Wood, New Forest. *Forestry* 76(1): 19-43.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- MÜLLER, S.C.& WAECHTER, J.L. 2001. Estrutura sinusial dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. *Revista Brasileira de Botânica* 24(4): 395-406.
- OLIVEIRA, R.P., LONGHI-WAGNER, H.M. 2001. Olyra L. In *Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo* (Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Giulietti, A.M., coords.) 1: 45-47. FAPESP/RiMa, São Paulo.
- PIELOU, E.C. 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, New York.
- PILLAR, V.P., SOSINSKI, E.E. 2003. An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. *Journal of Vegetation Science* 14: 323-332.
- PODANI, J. 2001. SYN-TAX 2000: *Computer programs for data analysis in ecology and systematics*. Scientia Publishing, Budapest.
- PORTO, M.L., DILLENBURG, L.R. 1986. Fisionomia e composição florística de uma mata de restinga da Estação Ecológica do Taim, Brasil. *Ciência e Cultura* 38(7): 1228-1236.

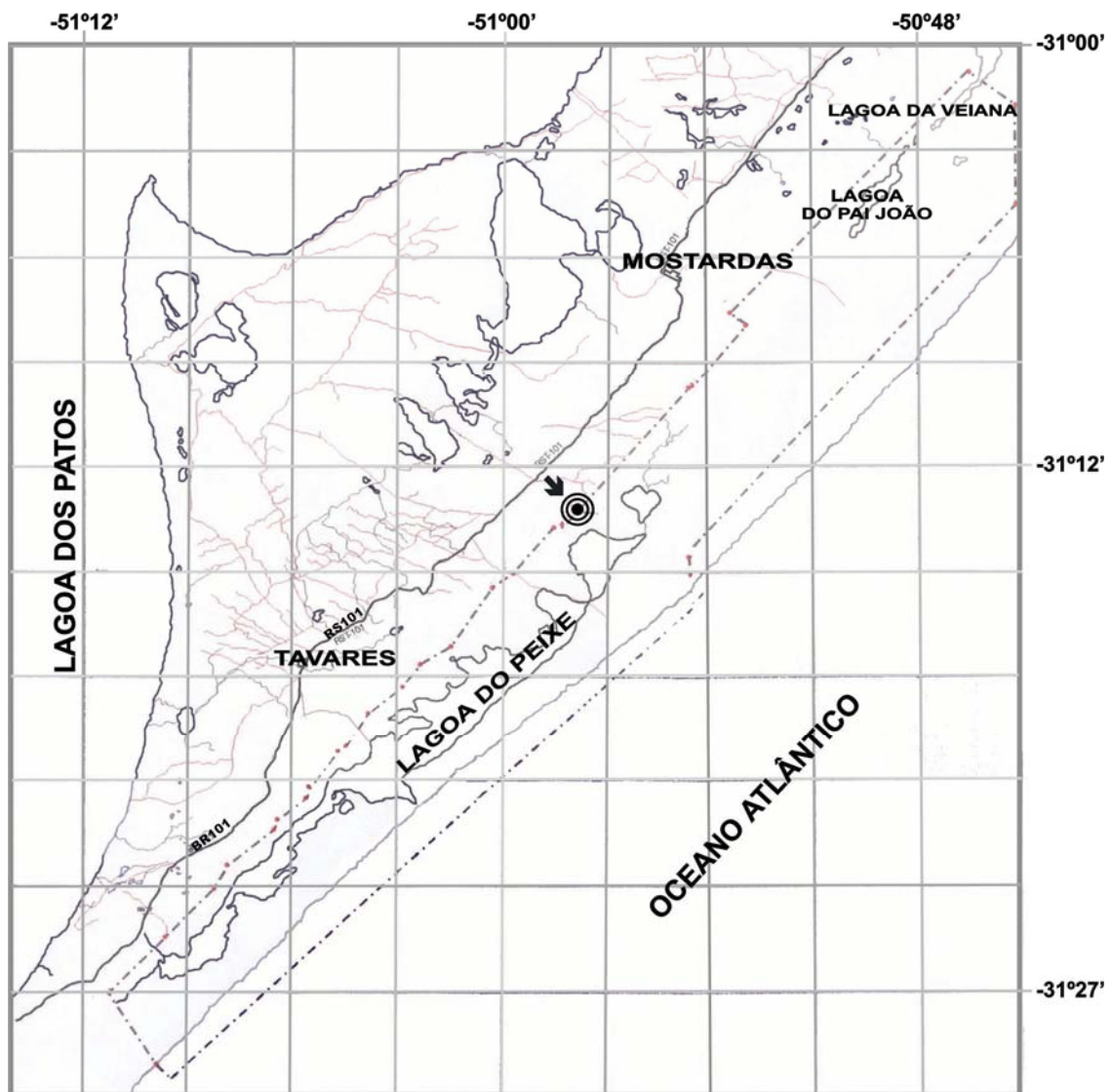
- POULSEN, A.D. 1996a. The herbaceous ground flora of the Batu Apoi Forest Reserve, Brunei Darussalam. *In Tropical Rainforest Research – Current Issues. Monographiae Botanicae* 74 :43-57 (Edwards, D.S., Booth, W.E., Choy, S.C., eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- POULSEN, A.D. 1996b. Species richness and density of ground herbs within a plot of lowland rainforest in northwest Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 12: 177-190.
- POULSEN, A.D. & BALSLEV, H. 1991. Abundance and cover of ground herbs in an Amazonian rainforest. *Journal of Vegetation Science* 2: 315-322.
- RAMÍREZ-MARCIAL, N. 2003. Survival growth of tree seedlings in anthropogenically disturbed Mexican montane rain forests. *Journal of Vegetation Science* 14: 881-890.
- REED, M.S., CLOKIE, M.R.J. 2000. Effects of grazing and cultivation on forest plant communities in Mount Elgon National Park, Uganda. *African Journal of Ecology* 38(2): 154-162.
- RICE, E.L. & KELTING, R.W. 1955. The species-area curve. *Ecology* 36(1): 7-11.
- ROSSONI, M.G., BAPTISTA, L.R.M. 1995. Composição florística da mata de restinga, Balneário de Rondinha Velha, Arroio do Sal, RS, Brasil. *Pesquisas, Botânica* 45: 115-131.
- SAMUELSON, G.M., ROOD, S.B. 2004. Differing influences of natural and artificial disturbances on riparian cottonwoods from prairie to mountain ecoregions in Alberta, Canada. *Journal of Biogeography* 31: 435-450.
- SCHEINVAR, L. 1985. Cactáceas. *In Flora Ilustrada Catarinense* (Reitz, R., ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.



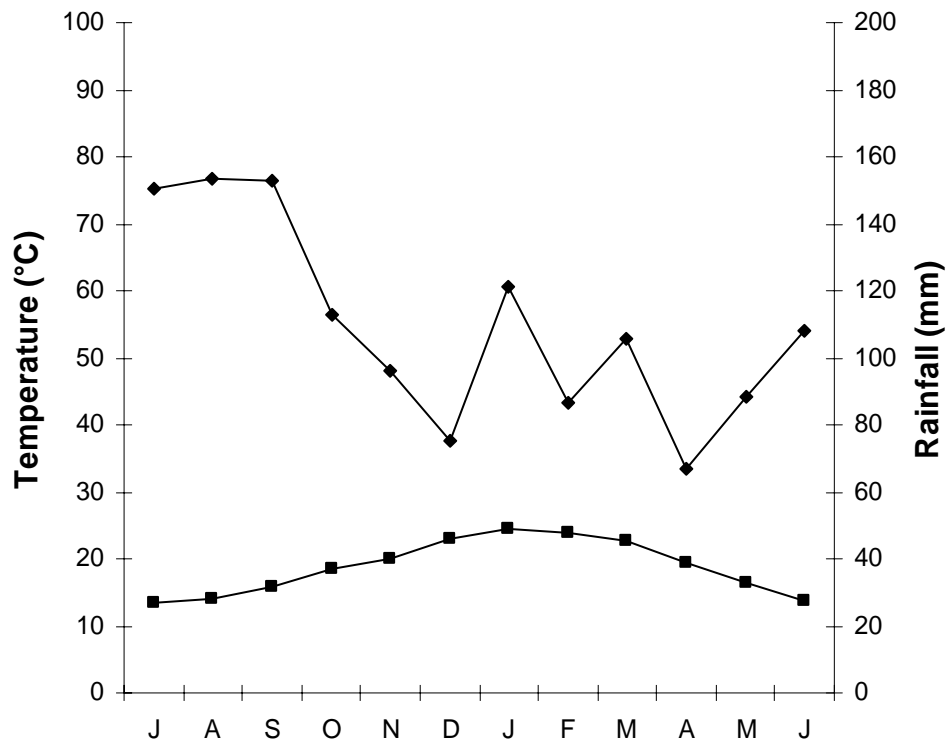
- SCHNEIDER, P.R., GALVÃO, F., LONGHI, S.J. 1978. Influência do pisoteio de bovinos em áreas florestais. *Revista Floresta* 9: 19-23.
- SCHWARZBOLD, A., SCHÄFFER, A. 1984. Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana* 9(1): 87–104.
- SEHNEM, A. 1979. Aspidiáceas. In *Flora Ilustrada Catarinense* (Reitz, R., ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- SMIT, A., KOOIJMAN, A.M. 2001. Impact of grazing on the input of organic matter and nutrients to the soil in a grass-encroached Scots pine forest. *Forest Ecology and Management* 142: 99-107.
- SMITH, L.B. 1970. Boragináceas. In *Flora Ilustrada Catarinense* (Reitz, R., ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- SMITH, L.B., WASSHAUSEN, D.C. 1981. Gramíneas 1. In *Flora Ilustrada Catarinense* (Reitz, R., ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- SMITH, L.B., WASSHAUSEN, D.C., KLEIN, R.M. 1982. Gramíneas 2. In *Flora Ilustrada Catarinense* (Reitz, R., ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- SOIL SURVEY STAFF. 1998. *Keys to Soil Taxonomy*, 8 ed. USDA Natural Resource Conservation Service, U.S. Government Printing Office, Washington DC.
- SOSINSKI, E.E., PILLAR, V.P. 2004. Respostas de tipos funcionais de plantas à intensidade de pastejo em vegetação campestre. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(1): 1-9.
- SOUZA, B.M., ESTEVES, G.L. 2002. Tiliaceae. In *Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo* (Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Giulietti, A.M., coords.) 2: 331-345. FAPESP/RiMa, São Paulo.

- STERN, M., QUESADA, M., STONER, K.E. 2002. Changes in composition and structure of a tropical dry forest following intermittent cattle grazing. *Revista de Biología Tropical* 50(3-4): 1021-1034.
- TIMMINS, S.M. 2002. Impact of cattle on conservation land licensed for grazing in South Westland, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 26(2): 107-120.
- TOMAZELLI, L.J., VILLWOCK, J.A. 2000. O cenozóico no Rio Grande do Sul: geologia da planície costeira. In *Geologia do Rio Grande do Sul* (Holz, M., De Ros, L. F. eds.): 375-406. CIGO/UFRGS, Porto Alegre.
- TRYON, R. & TRYON, A.F. 1982. *Ferns and allied plants with special reference to Tropical America*. Springer-Verlag, New York.
- VÁZQUEZ, D.P., SIMBERLOFF, D. 2004. Indirect effects of an introduced ungulate on pollination and plant reproduction. *Ecological Monographs* 74(2): 281-308.
- VILLWOCK, J.A., TOMAZELLI, L.J., LOSS, E.L., DEHNHARDT, E.A., HORN Fº, N.O., BACHI, F.A., DEHNHARDT, B.A. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. In *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* (Rabassa, J., ed.): 79-87. A.A. Balkema, Rotterdam.
- WAECHTER, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Série Botânica* 33: 49-68.
- WAECHTER, J.L. 1990. Comunidades vegetais das restingas no Rio Grande do Sul. In *Anais do Segundo Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo*. Publicação da ACIESP 71(3): 228-248. Águas de Lindóia, SP.

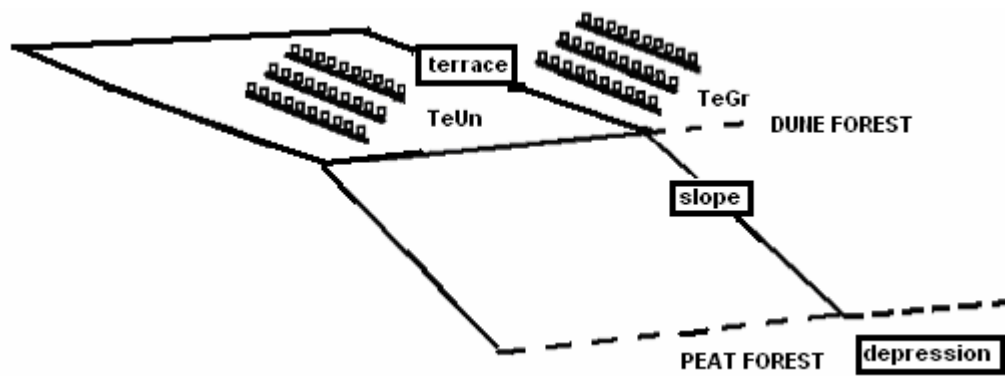
- WAECHTER, J.L., JARENKOW, J.A. 1998. Composição e estrutura do componente arbóreo nas matas turfosas do Taim, Rio Grande do Sul. *Biotemas* 11(1): 45-69.
- WAECHTER, J.L., MÜLLER, S.C., BREIER, T.B. & VENTURI, D. 2000. Estrutura do componente arbóreo em uma floresta subtropical da planície costeira interna. *In Anais do V Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: conservação*. Publicação da ACIESP 109(3): 92-112. Vitória, ES.
- WASSHAUSEN, D.C., SMITH, L.B. 1969. Acantáceas. *In Flora Ilustrada Catarinense* (Reitz, R., ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.



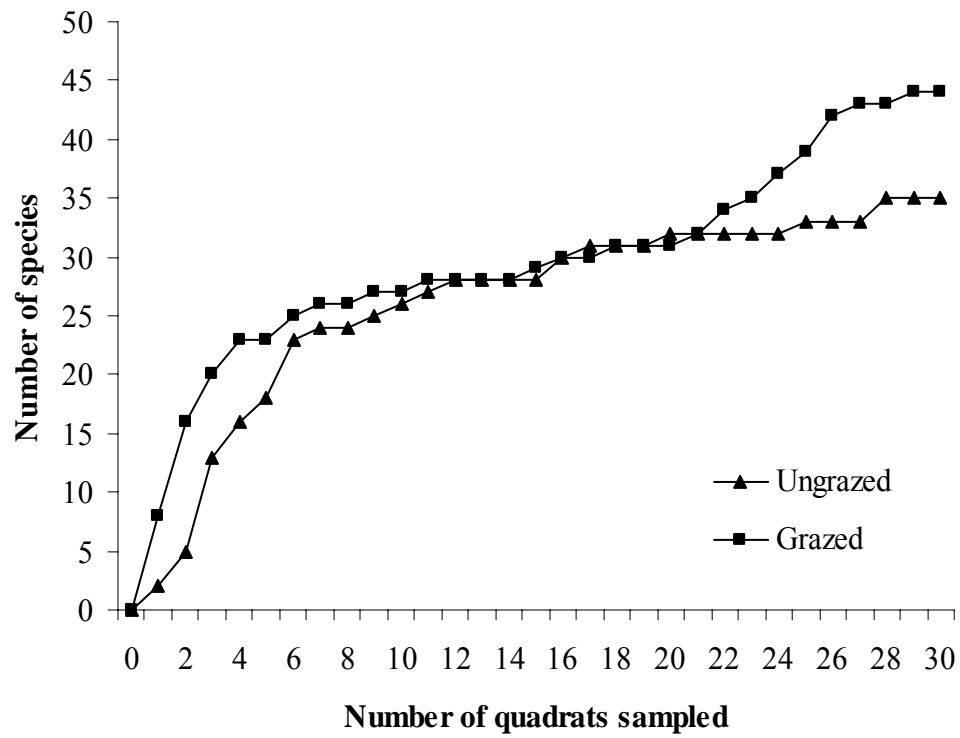
**Figure 1.** Study area: Boiadeiro and Nadir Brum Farms  $31^{\circ}13'00'' - 31^{\circ}14'15''$  S,  $50^{\circ}57'40'' - 50^{\circ}57'55''$  W (the circle indicated by an arrow). The area marked by a dotted line delimits the Lagoa do Peixe National Park (adapted from Knak 1999).



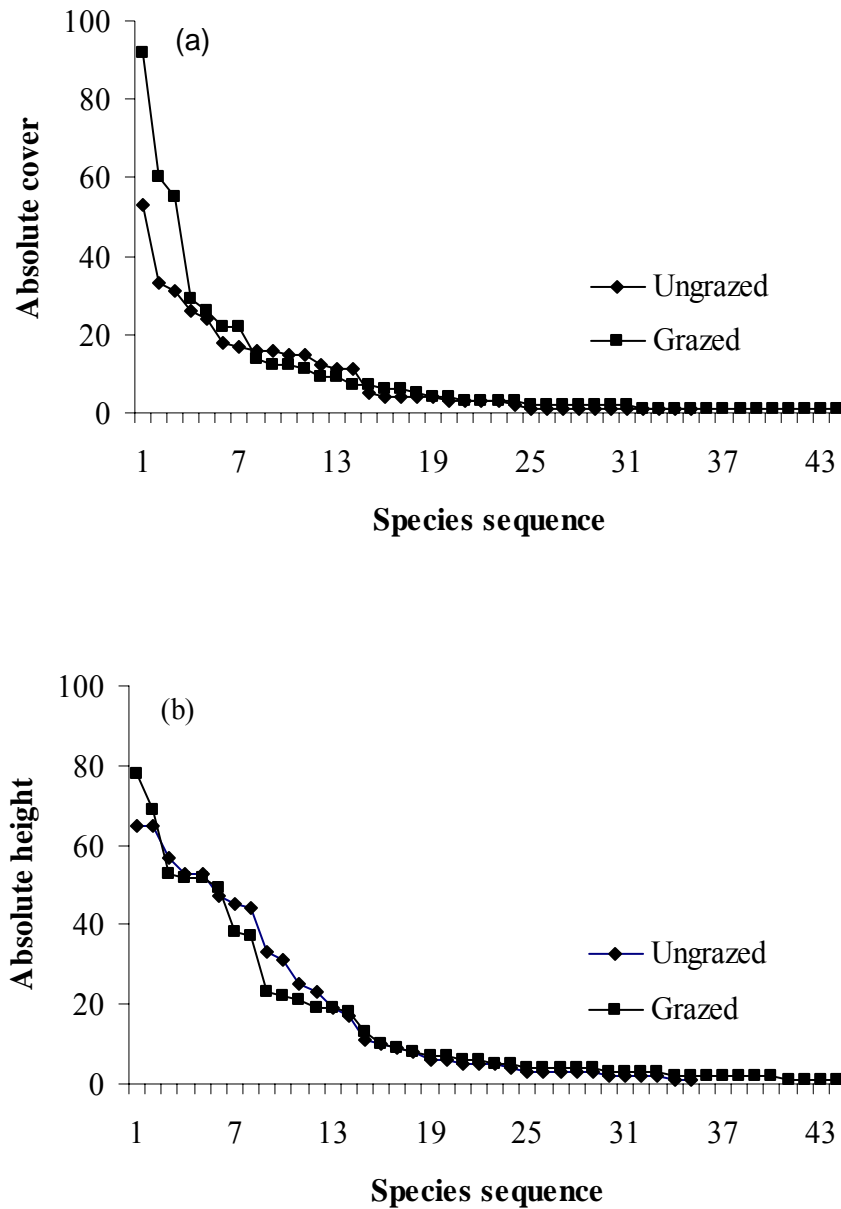
**Figure 2.** Ombrothermic diagram for the meteorological station of Rio Grande (32°01'02"S, 52°09'32"W, 15.8 m), annual average data for the period 1957 to 1977. Data from IPAGRO (1979).



**Figure 3.** The two environments studied in the Lagoa do Peixe National Park, Tavares, and the positioning of the quadrats in each area. The ungrazed area is protected by fences and the grazed area is an opened place accessed by cattle through adjacent pasture fields. TeUn = terrace ungrazed, TeGr = terrace grazed.

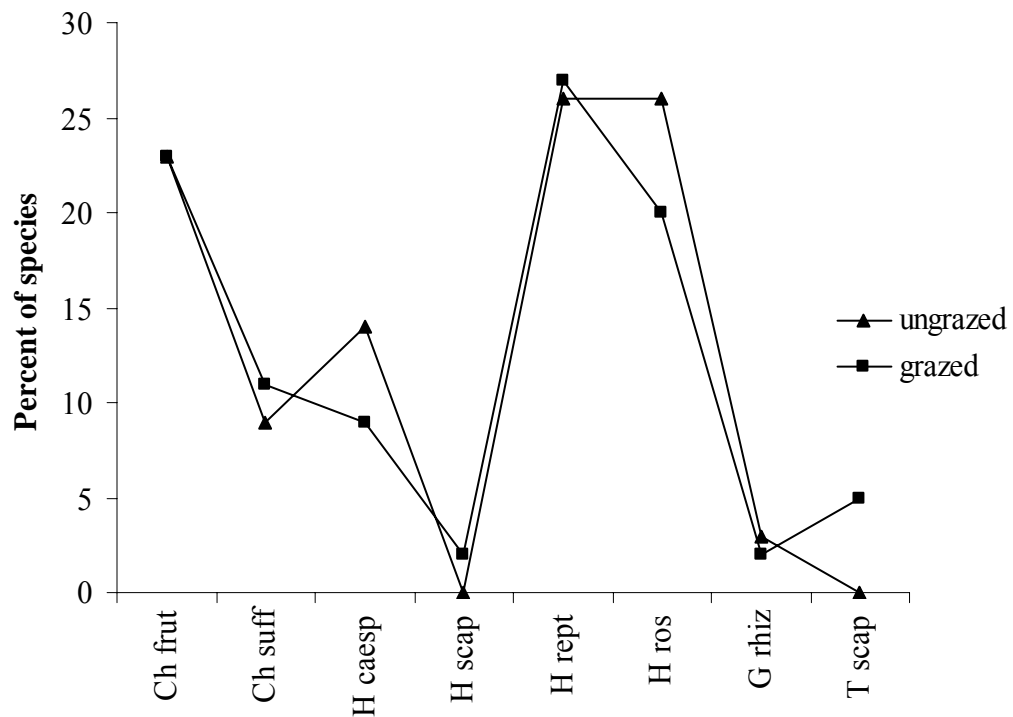


**Figure 4.** Species-area curves for shrubby and herbaceous species in the two sites studied in Lagoa do Peixe National Park, Tavares.

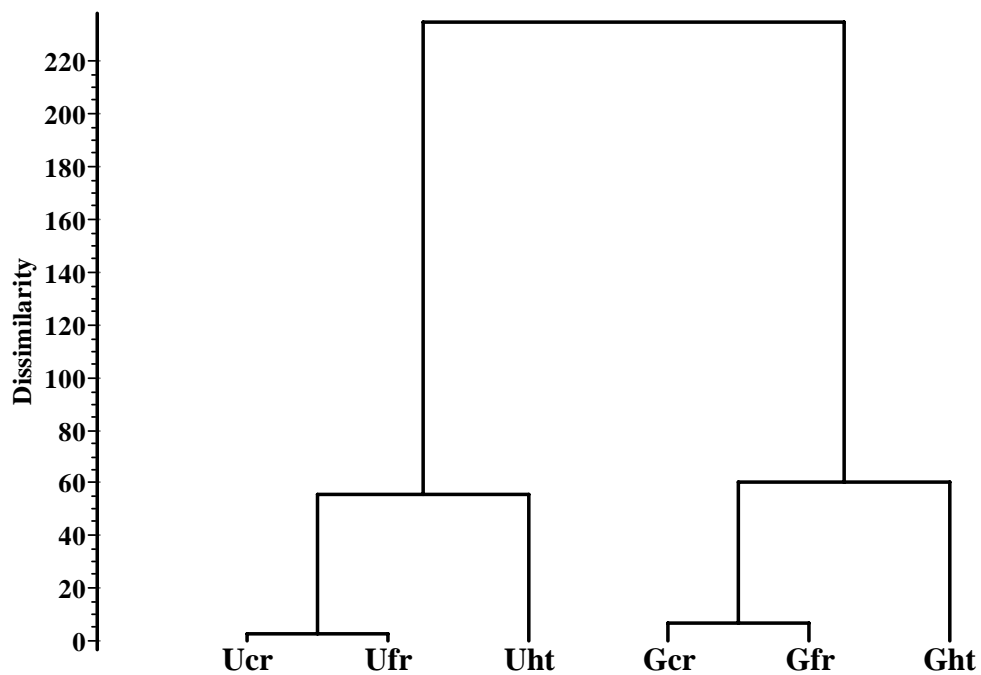


**Figure 5.** Species sequence comparing ungrazed and grazed situations, in Lagoa do Peixe National Park, Tavares, in relation to absolute cover (a) and absolute height (b).

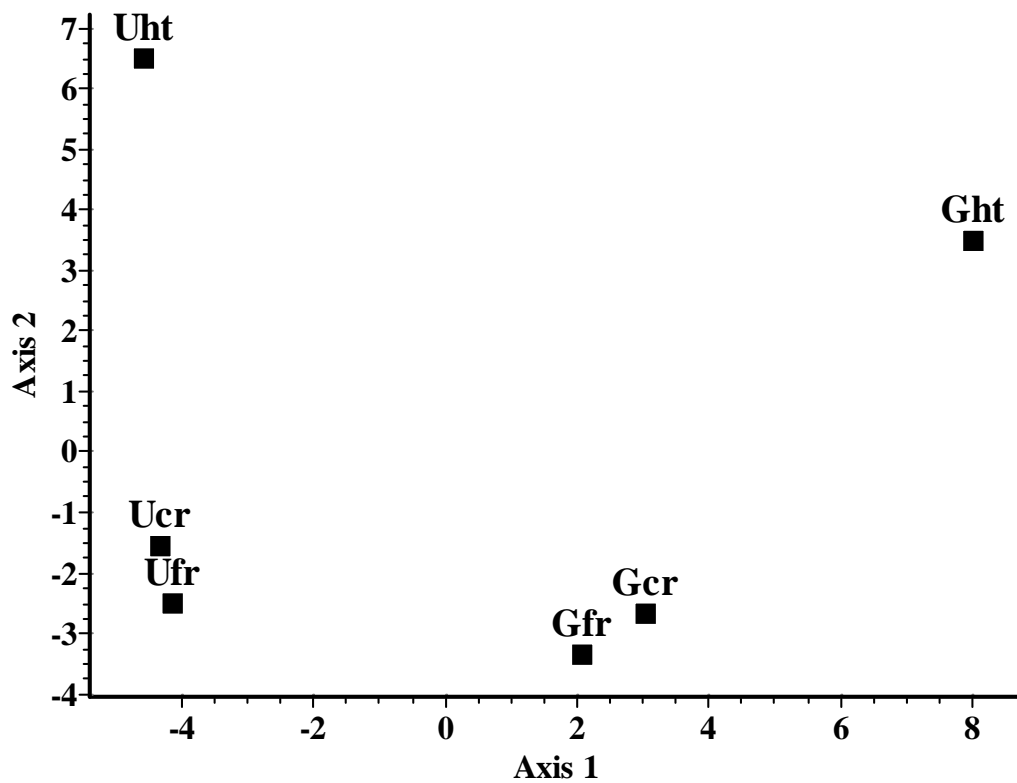




**Figure 6.** Percent of shrubby and herbaceous species for each life form in the two sites studied in the Lagoa do Peixe National Park, Tavares: Ch – chamaephytes; frut – frutescent, suff – suffrutescent; H – hemicryptophytes, caesp – caespitose, rept – reptant, scap – scapose, ros - rosette; G - geophytes, rhiz – rhizome; T – therophytes.



**Figure 7.** Comparison between grazed (G) and ungrazed (U) sites using cover (cr), frequency (fr) and height (ht) of herbaceous and shrubby species in the terrace forest of the Lagoa do Peixe National Park, Tavares. The method was euclidean distance on standardized data and incremental sum of squares as a cluster technique.



**Figure 8.** Ordination of grazed (G) and ungrazed (U) sites using cover (cr), frequency (fr) and height (ht) of herbaceous and shrubby species in the terrace forest of the Lagoa do Peixe National Park, Tavares. The method used was principal coordinates analysis using euclidean distance on standardized data. Axis 1 = 57% and axis 2 = 35% of variation.

**Table 1.** Families and species sampled in grazed and ungrazed sites of a dune forest in the Lagoa do Peixe National Park, Tavares, with life forms; Ch – chamaephytes, frut – frutescent, suff – suffrutescent; H – hemicryptophytes, caesp – caespitose, rept – reptant, scap – scapose, ros - rosette; G - geophytes, bulb - bulbous, rhiz – rhizome; T – therophytes; Sapr – saprophytes.

Family	Species	Life form
Acanthaceae	<i>Dicliptera tweediana</i> Nees	Ch suff
	<i>Justicia brasiliiana</i> Roth	Ch frut
Annonaceae	<i>Rollinia maritima</i> R.A.Záchia	Ch frut
Aspleniaceae	<i>Asplenium sellowianum</i> (Hieron.) C. Presl ex Hieron.	H ros
Asteraceae	<i>Bidens bipinnata</i> L.	T caesp
	<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Polak.	H ros
	<i>Elephantopus mollis</i> H.B.&K.	H ros
Blechnaceae	<i>Blechnum australe</i> (Cav.) de la Sota	H ros
Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Ch frut
	<i>Cordia polycephala</i> (Lam.) I.M.Johnst.	Ch suff
Bromeliaceae	<i>Bromelia antiacantha</i> Bertol.	H ros
Cactaceae	<i>Opuntia monacantha</i> (Willd.) Haw.	Ch frut
Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	H rept
Commelinaceae	<i>Gibasis geniculata</i> (Jacq.) Rohweder	H rept
	<i>Tradescantia fluminensis</i> Vell.	H rept
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	H rept
Cyperaceae	<i>Carex sellowiana</i> Schltr.	H caesp
	<i>Cyperus tenuis</i> Sw.	H caesp
Dryopteridaceae	<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching	H rept
Fabaceae	<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	Ch frut
Malvaceae	<i>Pavonia horrida</i> Krapov.	Ch suff
	<i>Pavonia sepium</i> A.St.-Hil.	Ch suff
	<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.	Ch frut
Orchidaceae	<i>Cyclopogon chloroleucus</i> (Barb.Rodr.) Schltr.	H ros
	<i>Cyclopogon dusenii</i> Schltr.	H ros
	<i>Cyclopogon elatus</i> (Sw.) Schltr.	H ros
	<i>Hapalorchis micranthus</i> (Barb.Rodr.) Hoehne	H ros
	<i>Mesadenella cuspidata</i> (Lindl.) Garay	H ros
Oxalidaceae	<i>Oxalis linarantha</i> Lourteig	G rhiz
Phytolaccaceae	<i>Rivina humilis</i> L.	Ch suff
Piperaceae	<i>Peperomia blanda</i> (Jacq.) Kunth	H rept
	<i>Peperomia caulibarbis</i> Miq.	H rept
	<i>Peperomia pereskiiifolia</i> (Jacq.) Kunth	H rept
	<i>Homolepis glutinosa</i> (Sw.) Zuloaga & Soderstr.	H caesp
Poaceae	<i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro ex Benth.	H rept
	<i>Olyra fasciculata</i> Trin.	H caesp
	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.	H rept
	<i>Panicum ovuliferum</i> Trin.	H rept
	<i>Pseudechinolaena polystachya</i> (Kunth) Stapf	H rept
	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	H caesp
Pteridaceae	<i>Doryopteris multipartita</i> (Fée) Sehnem	H caesp
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Ch frut
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Ch frut
Solanaceae	<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	Ch frut
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	Ch frut
Urticaceae	<i>Parietaria debilis</i> G.Forst.	T caesp
Verbenaceae	<i>Lantana montevidensis</i> (Spreng.) Briq.	Ch frut

**Table 2.** Number of species found in grazed (G) and ungrazed (U) environments at Lagoa do Peixe National Park, Tavares.

Number of sampled species	Total	G	U
	47	44	35
	shared species	exclusive for G	exclusive for U
	32	12	3
	H' (cover)	2.888	2.960
	J' (cover)	0.763	0.833
	H' (height)	3.126	3.006
	J' (height)	0.826	0.846

**Table 3.** Species parameters in grazed and ungrazed sites, in the dune forest of the Lagoa do Peixe National Park, Tavares: U = ungrazed site; G = grazed site; cr = cover; fr = frequency; ht = height. Total estimates:  $\Sigma U_{cr}= 344$ ;  $\Sigma G_{cr}=451$ ;  $\Sigma U_{fr}=264$ ;  $\Sigma G_{fr}=294$ ;  $\Sigma U_{ht}=671$ ;  $\Sigma G_{ht}= 676$ .

Species	Ucr	Gcr	Ufr	Gfr	Uht	Ght
<i>Asplenium sellowianum</i>	1	1	1	1	3	1
<i>Bidens bipinnata</i>	0	1	0	1	0	1
<i>Blechnum australe</i>	1	2	1	2	3	7
<i>Bromelia antiacantha</i>	53	55	14	14	65	69
<i>Calliandra tweediei</i>	16	0	10	0	33	0
<i>Carex sellowiana</i>	24	26	23	24	47	49
<i>Cestrum strigilatum</i>	3	9	3	7	10	22
<i>Chaptalia nutans</i>	12	14	12	14	17	18
<i>Chiococca alba</i>	4	7	4	7	11	19
<i>Cordia curassavica</i>	0	4	0	2	0	9
<i>Cordia polycephala</i>	0	2	0	2	0	7
<i>Cyclopogon chloroleucus</i>	5	4	5	4	5	4
<i>Cyclopogon dusenii</i>	1	0	1	0	1	0
<i>Cyclopogon elatus</i>	4	3	4	3	5	3
<i>Cyperus tenuis</i>	4	1	3	1	5	2
<i>Daphnopsis racemosa</i>	1	2	1	2	4	10
<i>Dichondra sericea</i>	1	6	1	6	1	6
<i>Dicliptera tweediana</i>	0	1	0	1	0	2
<i>Doryopteris multipartita</i>	3	1	3	1	9	2
<i>Drymaria cordata</i>	0	1	0	1	0	2
<i>Elephantopus mollis</i>	2	1	2	1	6	1
<i>Gibasis geniculata</i>	1	5	1	3	2	5
<i>Hapalorchis micranthus</i>	0	2	0	2	0	2
<i>Homolepis glutinosa</i>	31	6	15	6	53	13
<i>Ichmanthus pallens</i>	3	2	3	2	6	3
<i>Justicia brasiliana</i>	0	1	0	1	0	4
<i>Lantana montevidensis</i>	1	2	1	2	2	4
<i>Mesadenella cuspidata</i>	3	2	3	2	3	2
<i>Olyra fasciculata</i>	11	0	8	0	31	0
<i>Oplismenus hirtellus</i>	26	92	25	29	44	52
<i>Opuntia monacantha</i>	0	1	0	1	0	3
<i>Oxalis linarantha</i>	33	29	22	20	45	37
<i>Panicum ovuliferum</i>	1	1	1	1	2	1
<i>Parietaria debilis</i>	0	3	0	3	0	5
<i>Pavonia horrida</i>	18	22	18	22	57	52
<i>Pavonia sepium</i>	15	22	15	21	53	78
<i>Peperomia blanda</i>	0	3	0	3	0	4
<i>Peperomia caulibarbis</i>	15	12	15	12	25	21
<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	11	11	11	11	23	19
<i>Pseudechinolaena polystachya</i>	16	60	16	28	19	53
<i>Psychotria carthagenensis</i>	17	9	17	9	65	23
<i>Rivina humilis</i>	1	3	1	3	3	6
<i>Rollinia maritima</i>	1	1	1	1	3	3
<i>Rumohra adiantiformis</i>	0	1	0	1	0	4
<i>Talinum paniculatum</i>	0	1	0	1	0	2
<i>Tradescantia fluminensis</i>	1	7	1	7	2	8
<i>Triumfetta rhomboidea</i>	4	12	2	9	8	38

**Table 4.** Species frequencies for each one of the five categories of covers from ungrazed and grazed sites submitted to Mann-Whitney test (p = minimum level of significance of the non-parametric Mann-Whitney test). Lagoa do Peixe National Park, Tavares.

Species	Sites										p		
	Ungrazed					Grazed							
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3		4	5
<i>Asplenium sellowianum</i>	29	1	0	0	0	0	29	1	0	0	0	0	1.000
<i>Blechnum australe</i>	29	1	0	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0.557
<i>Bromelia antiacantha</i>	16	2	0	2	5	5	16	1	1	1	6	5	0.942
<i>Carex sellowiana</i>	7	22	1	0	0	0	6	23	0	1	0	0	0.769
<i>Cestrum strigilatum</i>	27	3	0	0	0	0	23	6	0	1	0	0	0.160
<i>Chaptalia nutans</i>	18	12	0	0	0	0	16	14	0	0	0	0	0.605
<i>Chiococca alba</i>	26	4	0	0	0	0	23	7	0	0	0	0	0.321
<i>Cyclopogon chloroleucus</i>	25	5	0	0	0	0	26	4	0	0	0	0	0.720
<i>Cyclopogon elatus</i>	26	4	0	0	0	0	27	3	0	0	0	0	0.690
<i>Cyperus tenuis</i>	27	2	1	0	0	0	29	1	0	0	0	0	0.297
<i>Daphnopsis racemosa</i>	29	1	0	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0.557
<i>Dichondra sericea</i>	29	1	0	0	0	0	24	6	0	0	0	0	0.046
<i>Doryopteris multipartita</i>	27	3	0	0	0	0	29	1	0	0	0	0	0.305
<i>Elephantopus mollis</i>	28	2	0	0	0	0	29	1	0	0	0	0	0.557
<i>Gibasis geniculata</i>	29	1	0	0	0	0	27	2	0	1	0	0	0.297
<i>Homolepis glutinosa</i>	15	9	2	0	2	2	24	6	0	0	0	0	0.007
<i>Ichnanthus pallens</i>	27	3	0	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0.643
<i>Lantana montevidensis</i>	29	1	0	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0.557
<i>Mesadenella cuspidata</i>	27	3	0	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0.643
<i>Oplismenus hirtellus</i>	5	24	1	0	0	0	1	10	3	1	2	13	<0.001
<i>Oxalis linarantha</i>	8	16	2	3	1	0	10	15	3	1	0	1	0.544
<i>Panicum ovuliferum</i>	29	1	0	0	0	0	29	1	0	0	0	0	1.000
<i>Pavonia horrida</i>	12	18	0	0	0	0	8	22	0	0	0	0	0.277
<i>Pavonia sepium</i>	15	15	0	0	0	0	9	20	1	0	0	0	0.093
<i>Peperomia caulibarbis</i>	15	15	0	0	0	0	18	12	0	0	0	0	0.440
<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	19	11	0	0	0	0	19	11	0	0	0	0	1.000
<i>Pseudechinolaena polystachya</i>	14	16	0	0	0	0	2	17	1	2	5	3	<0.001
<i>Psychotria carthagenensis</i>	13	17	0	0	0	0	21	9	0	0	0	0	0.039
<i>Rivina humilis</i>	29	1	0	0	0	0	27	3	0	0	0	0	0.305
<i>Rollinia maritima</i>	29	1	0	0	0	0	29	1	0	0	0	0	1.000
<i>Tradescantia fluminensis</i>	29	1	0	0	0	0	23	7	0	0	0	0	0.024
<i>Triumfetta rhomboidea</i>	28	1	0	1	0	0	21	7	1	1	0	0	0.025

**Table 5.** Species frequencies for each one of the six categories of heights from ungrazed and grazed sites submitted to Mann-Whitney test (p = minimum level of significance of the non-parametric Mann-Whitney test). Lagoa do Peixe National Park, Tavares.

Species	Sites														p
	Ungrazed							Grazed							
	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6	
<i>Asplenium sellowianum</i>	29	0	0	1	0	0	0	29	1	0	0	0	0	0	0.981
<i>Blechnum australe</i>	29	0	0	1	0	0	0	28	0	0	1	1	0	0	0.544
<i>Bromelia antiacantha</i>	16	0	1	1	1	10	1	16	0	0	0	2	11	1	0.889
<i>Carex sellowiana</i>	7	2	18	3	0	0	0	6	4	15	5	0	0	0	0.800
<i>Cestrum strigilatum</i>	27	0	1	0	2	0	0	23	2	0	3	0	1	1	0.183
<i>Chaptalia nutans</i>	18	7	5	0	0	0	0	16	10	4	0	0	0	0	0.752
<i>Chiococca alba</i>	26	1	0	2	1	0	0	23	1	2	3	0	1	0	0.340
<i>Cyclopogon chloroleucus</i>	25	5	0	0	0	0	0	26	4	0	0	0	0	0	0.720
<i>Cyclopogon elatus</i>	25	5	0	0	0	0	0	27	3	0	0	0	0	0	0.451
<i>Cyperus tenuis</i>	27	1	2	0	0	0	0	29	0	1	0	0	0	0	0.313
<i>Daphnopsis racemosa</i>	29	0	0	0	1	0	0	28	0	0	0	0	2	0	0.531
<i>Dichondra sericea</i>	29	1	0	0	0	0	0	24	6	0	0	0	0	0	0.046
<i>Doryopteris multipartita</i>	27	0	0	3	0	0	0	29	0	1	0	0	0	0	0.281
<i>Elephantopus mollis</i>	28	0	1	0	1	0	0	29	1	0	0	0	0	0	0.531
<i>Gibasis geniculata</i>	29	0	1	0	0	0	0	27	1	2	0	0	0	0	0.313
<i>Homolepis glutinosa</i>	15	0	0	7	8	0	0	24	1	3	2	0	0	0	0.003
<i>Ichnanthus pallens</i>	27	1	1	1	0	0	0	28	1	1	0	0	0	0	0.622
<i>Lantana montevidensis</i>	29	0	1	0	0	0	0	28	0	2	0	0	0	0	0.557
<i>Mesadenella cuspidata</i>	27	3	0	0	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0	0.643
<i>Oplismenus hirtellus</i>	5	8	15	2	0	0	0	1	8	19	2	0	0	0	0.233
<i>Oxalis linarantha</i>	9	2	14	5	0	0	0	10	6	11	3	0	0	0	0.312
<i>Panicum ovuliferum</i>	29	0	1	0	0	0	0	29	1	0	0	0	0	0	0.981
<i>Pavonia horrida</i>	12	0	2	11	5	0	0	8	3	8	11	0	0	0	0.461
<i>Pavonia sepium</i>	15	0	3	3	7	2	0	9	0	2	7	7	5	0	0.110
<i>Peperomia caulibarbis</i>	15	5	10	0	0	0	0	18	4	7	1	0	0	0	0.511
<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	19	2	6	3	0	0	0	19	5	4	2	0	0	0	0.777
<i>Pseudechinolaena polystachya</i>	14	14	1	1	0	0	0	2	10	11	7	0	0	0	<0.001
<i>Psychotria carthagenensis</i>	13	1	0	7	2	7	0	21	2	2	3	2	0	0	0.008
<i>Rivina humilis</i>	29	0	0	1	0	0	0	27	0	3	0	0	0	0	0.330
<i>Rollinia maritima</i>	29	0	0	1	0	0	0	29	0	0	1	0	0	0	1.000
<i>Tradescantia fluminensis</i>	29	0	1	0	0	0	0	23	6	1	0	0	0	0	0.029
<i>Triumfetta rhomboidea</i>	28	0	1	0	0	0	1	21	0	1	0	5	2	1	0.021



**Table 6.** Frequencies for species from ungrazed and grazed sites to submit to chi-square test (p = minimum level of significance of the chi-square test). Lagoa do Peixe National Park, Tavares.

Species	Sites		Base	p
	Ungrazed	Grazed		
<i>Asplenium sellowianum</i>	1	1	30	1.000
<i>Blechnum australe</i>	1	2	30	0.554
<i>Bromelia antiacantha</i>	14	14	30	1.000
<i>Carex sellowiana</i>	23	24	30	0.754
<i>Cestrum strigilatum</i>	3	7	30	0.166
<i>Chaptalia nutans</i>	12	14	30	0.602
<i>Chiococca alba</i>	4	7	30	0.317
<i>Cyclopogon chloroleucus</i>	5	4	30	0.718
<i>Cyclopogon elatus</i>	4	3	30	0.688
<i>Cyperus tenuis</i>	3	1	30	0.301
<i>Daphnopsis racemosa</i>	1	2	30	0.554
<i>Dichondra sericea</i>	1	6	30	0.044
<i>Doryopteris multipartita</i>	3	1	30	0.301
<i>Elephantopus mollis</i>	2	1	30	0.554
<i>Gibasis geniculata</i>	1	3	30	0.301
<i>Homolepis glutinosa</i>	15	6	30	0.015
<i>Ichnanthus pallens</i>	3	2	30	0.640
<i>Lantana montevidensis</i>	1	2	30	0.554
<i>Mesadenella cuspidata</i>	3	2	30	0.640
<i>Oplismenus hirtellus</i>	25	29	30	0.085
<i>Oxalis linarantha</i>	22	20	30	0.573
<i>Panicum ovuliferum</i>	1	1	30	1.000
<i>Pavonia horrida</i>	18	22	30	0.273
<i>Pavonia sepium</i>	15	21	30	0.114
<i>Peperomia caulibarbis</i>	15	12	30	0.436
<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	11	11	30	1.000
<i>Pseudechinolaena polystachya</i>	16	28	30	<0.001
<i>Psychotria carthagenensis</i>	17	9	30	0.037
<i>Rivina humilis</i>	1	3	30	0.301
<i>Rollinia maritima</i>	1	1	30	1.000
<i>Tradescantia fluminensis</i>	1	7	30	0.023
<i>Triumfetta rhomboidea</i>	2	9	30	0.020

**Appendix 1.** Cover values for the species sampled in pastured terrace (G) for each one of the 30 plots, in Lagoa do Peixe National Park, Tavares.  $\Sigma C$  = total cover for each species for 30 plots.  $\Sigma Ct$  = total cover = 451.

Species/Plots	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	$\Sigma C$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
<i>Asplenium sellowianum</i>	0	0	0	0	1	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	
<i>Bidens bipinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Blechnum australe</i>	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	1	0	0	0	2	
<i>Bromelia antiacantha</i>	0	0	0	4	3	4	4	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	1	0	5	4	4	5	0	5	55	
<i>Carex sellowiana</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	26	
<i>Cestrum strigilatum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9	
<i>Chaptalia nutans</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	14	
<i>Chiococca alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	7	
<i>Cordia curassavica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
<i>Cordia polycephala</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	
<i>Cyclopogon chloroleucus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
<i>Cyclopogon elatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Cyperus tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Daphnopsis racemosa</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Dichondra sericea</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	
<i>Dicliptera tweediana</i>	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	0	0	0	1	
<i>Doryopteris multipartita</i>	0	0	1	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	
<i>Drymaria cordata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Elephantopus mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Gibasis geniculata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
<i>Hapalorchis micranthus</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Homolepis glutinosa</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	6	
<i>Ichnanthus pallens</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Justicia brasiliana</i>	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	0	0	1	
<i>Lantana montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Mesadenella cuspidata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Oplismenus hirtellus</i>	5	5	5	1	1	2	5	5	1	5	5	5	3	5	5	5	5	4	4	2	1	1	5	1	2	1	1	1	0	1	92
<i>Opuntia monacantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Oxalis linarantha</i>	0	0	0	1	0	0	1	2	1	1	0	3	1	1	0	0	1	1	1	0	0	2	1	2	1	1	1	1	5	29	
<i>Panicum ovuliferum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Parietaria debilis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Pavonia horrida</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	22	
<i>Pavonia sepium</i>	1	0	1	2	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	22	
<i>Peperomia blanda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Peperomia caulibarbis</i>	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	12	
<i>Peperomia pereskifolia</i>	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	11	
<i>Pseudechinolaena polystachya</i>	4	5	4	1	1	1	4	1	1	3	3	1	4	1	1	1	1	1	4	1	1	5	1	1	1	0	5	0	2	60	
<i>Psychotria carthagenensis</i>	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	
<i>Rivina humilis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Rollinia maritima</i>	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	1	
<i>Rumohra adiantiformis</i>	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	1	
<i>Talinum paniculatum</i>	0	0	1	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	
<i>Tradescantia fluminensis</i>	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
<i>Triumfetta rhomboidea</i>	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	12	





**Appendix 4.** Categories of heights for the species sampled in pastured terrace (G) for each of the 30 plots, in Lagoa do Peixe National Park, Tavares.  $\Sigma$  = sum of the values of scores found for each species in 30plots.

Species/Plots	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	$\Sigma$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
<i>Asplenium sellowianum</i>	0	0	0	0	1	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
<i>Bidens bipinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Blechnum australe</i>	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	3	0	0	7
<i>Bromelia antiacantha</i>	0	0	0	5	5	5	4	0	0	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	6	0	5	5	5	5	0	5	69
<i>Carex sellowiana</i>	2	2	2	2	3	3	2	2	1	2	2	1	2	3	2	2	2	2	1	2	3	0	0	0	0	1	2	3	0	0	49
<i>Cestrum strigilatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	0	1	0	0	0	0	0	22
<i>Chaptalia nutans</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	2	2	0	0	18
<i>Chiococca alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	5	3	2	0	0	0	0	3	19
<i>Cordia curassavica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Cordia polycephala</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	7
<i>Cyclopogon chloroleucus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Cyclopogon elatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Cyperus tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Daphnopsis racemosa</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Dichondra sericea</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
<i>Dicliptera tweediana</i>	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	2
<i>Doryopteris multipartita</i>	0	0	2	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	2
<i>Drymaria cordata</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Elephantopus mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gibasis geniculata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Hapalorchis micranthus</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Homolepis glutinosa</i>	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	13
<i>Ichmanthus pallens</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Justicia brasiliensis</i>	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	4	0	0	0	4
<i>Lantana montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Mesadenella cuspidata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Oplismenus hirtellus</i>	1	2	2	2	2	3	3	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	0	1	52
<i>Opuntia monacantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Oxalis linarantha</i>	0	0	0	1	0	0	2	2	1	1	0	2	1	2	0	0	1	2	2	2	0	0	1	2	2	2	3	2	3	3	37
<i>Panicum ovuliferum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Parietaria debilis</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Pavonia horrida</i>	3	2	2	0	0	3	1	0	3	3	1	2	3	3	3	2	3	1	3	2	3	0	2	3	2	0	0	2	0	0	52
<i>Pavonia sepium</i>	3	0	4	5	5	2	3	2	0	4	0	5	0	3	4	0	4	3	4	4	5	0	3	4	3	5	0	3	0	0	78
<i>Peperomia blanda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Peperomia caulibarbis</i>	0	1	0	2	2	2	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	3	0	0	0	21
<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	0	2	0	0	3	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3	0	2	2	0	0	0	0	0	19
<i>Pseudechinolaena polystachya</i>	2	3	1	2	2	2	1	1	3	1	3	1	2	2	2	2	1	1	3	3	3	2	2	2	3	1	0	1	0	1	53
<i>Psychotria carthagenensis</i>	4	0	0	0	4	0	3	3	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	23
<i>Rivina humilis</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Rollinia maritima</i>	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	3
<i>Rumohra adiantiformis</i>	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	0	0	0	4
<i>Talinum paniculatum</i>	0	0	2	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	2
<i>Tradescantia fluminensis</i>	1	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Triumfetta rhomboidea</i>	0	5	4	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	4	6	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	38

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### *Voltando ao contexto inicial de elaboração da pesquisa*

Ao iniciar-se o levantamento bibliográfico para a confecção do projeto de pesquisa, e na continuidade da revisão bibliográfica durante a execução do trabalho, verificou-se que a maioria dos artigos encontrados não apresentava estudos fitossociológicos básicos ou meramente estruturais. As pesquisas tratavam de diferentes situações de impacto antropogênico sobre o sub-bosque, efeitos do fogo, conseqüências da introdução de gado, impacto dos animais de caça asselvajados, poluição, extrativismo seletivo de madeira, retirada de lenha ou invasão de espécies herbáceas e arbustivas exóticas. Outros trabalhos enfocavam aspectos da sucessão vegetal ou interações com polinizadores, dispersores ou herbívoros locais. De qualquer modo, excetuando-se os trabalhos de Cestaro *et al.* (1984), Citadini-Zanette & Baptista (1984), Citadini-Zanette (1989), Diesel & Siqueira (1991), Andreato *et al.* (1997) e Müller & Waechter (2001), Costa (2004), Costa *et al.* (2005), Kozera & Rodrigues (2005) não foram encontradas outras referências publicadas no Brasil tratando especificamente do tema, exceto de forma indireta e ocasional, enfocando grupos taxonômicos ou grupos de espécies, ou ainda como partes de levantamentos florísticos mais abrangentes ou estudos ecofisiológicos. Na Europa e América do Norte, as pesquisas estão na fase do acompanhamento da dinâmica vegetacional de longo prazo e dos impactos ambientais sobre o sub-bosque. Enquanto isso, no Brasil ainda não há volume de levantamentos fitossociológicos básicos suficientes para estas sinúsias nem inventários florísticos que permitam comparações estruturais e florísticas consistentes.

### *O panorama mundial das pesquisas em sinúsias herbáceas e arbustivas florestais*

Para ilustrar o quadro em que se encontra a pesquisa sobre as sinúsias herbáceas e arbustivas em nível mundial, cita-se aqui algumas obras mais representativas e os temas

mais explorados pelos autores. Esses temas são o impacto do fogo sobre estas sinúrias, a ação de animais domésticos como o gado, o papel dos herbívoros nativos ou dos exóticos introduzidos para caça, a invasão de espécies exóticas vegetais, distúrbios gerados pela retirada de lenha ou madeira, o papel das inundações e estudos de sucessão.

O fogo como evento acidental ou como prática ligada a sistemas primitivos de manejo agropecuário, tem sido muito estudado com o objetivo de compreender como se comportam as comunidades de ervas, arbustos e plântulas das árvores do dossel existentes no sub-bosque. Esses estudos envolvem acompanhamento de incêndios prescritos, detectando impactos ocorrentes sobre as diferentes espécies num processo de sucessão, ou distúrbios no sub-bosque que afetam de forma indireta a fauna (Skre *et al.* 1998, Elliott *et al.* 1999, Aquilani *et al.* 2000). São freqüentes os casos de estudos combinados sobre impacto do fogo e do pastejo do gado, uma vez que há práticas de utilização do sub-bosque de forma sazonal, ou aplicação de queimadas para estimular as rebrotações. Há também o uso do gado para evitar o fogo em áreas florestais em regeneração, onde a grande quantidade de gramíneas forrageiras gera rica matéria seca para promover grandes incêndios (Blackmore & Vitousek 2000, Henderson & Keith 2002, Stern *et al.* 2002).

O impacto do gado introduzido em áreas florestais é um dos temas mais explorados nas pesquisas sobre o sub-bosque. O gado pode interferir através do pastejo ou do pisoteio, podendo promover distúrbios na estrutura, na composição florística e na regeneração florestal (Reed & Clokie 2000, Mabry 2002, Timmins 2002, Miller & Wells 2003). Pesquisas mais abrangentes e avançadas vão além desses distúrbios e avaliam as decorrências dos impactos sobre o sub-bosque como grandes alterações nos solos, nos cursos de água, na desagregação de florestas ripárias e inclusive efeitos

indiretos na polinização e dispersão de espécies do sub-bosque (Belsky *et al.* 1999, Vázquez & Simberloff 2004).

Outros estudos, embora menos frequentes do que os do impacto do fogo e do gado sobre o sub-bosque, sempre sugerem um estado de avanço nas pesquisas que supõe um prévio conhecimento de florística e da estrutura fitossociológica daquelas formações. Os estudos de distúrbios causados por herbívoros nativos ou introduzidos e asselvajados como capréolo (*Capreolus capreolus*), cervo-nobre-europeu (*Cervus elaphus*), alce (*Alces alces*), rena (*Rangifer tarandus*), cervo-de-cauda-branca (*Odocoileus virginianus*) e camurça (*Rupicapra rupicapra*), são bastante numerosos no hemisfério norte (Miller *et al.* 1998, Homolka & Matous 1999, Suominen *et al.* 1999, Stark *et al.* 2000, Williams *et al.* 2000, Carranza & Mateos-Quesada 2001, Homolka & Heroldova 2001).

Não menos importantes são os estudos de espécies ornamentais ou cultivadas que se asselvajaram e tornaram-se invasivas penetrando nas florestas e ocupando o sub-bosque, como por exemplo *Lantana camara* L. na Austrália ou *Sambucus nigra* L. e *S. racemosa* L. na Noruega (Duggin & Gentle 1998, Fremstad & Elven 1999). Ainda poderiam ser citados outros temas como distúrbios causados pela poluição (Vacek *et al.* 1999) e retirada de lenha e extrativismo seletivo de madeira (Beyea *et al.* 1999, Fredericksen *et al.* 1999, Schwartz & Caro 2003, Costa *et al.* 2002). Além destes, são também importantes os trabalhos descritivos das sinúsias, alguns propondo novas metodologias de pesquisa, outros investigando o recrutamento das espécies, o papel dessas espécies na formação do dossel, a influência das inundações, o efeito dos diferentes níveis de sombreamento e da composição florística do estrato arbóreo sobre as espécies do sub-bosque e estudos sobre sucessão (Eriksson 1995, Lyon & Sagers 1998, Siebel & Bouwma 1998, Macario-Mendoza & al. 1998, Murali & al. 1998,



Beckage & al. 2000, Berger & Puettmann 2000, Ewald 2000, McCarthy & al. 2001, Vrska & al. 2001, Zoete 2001).

#### *Do projeto aos resultados*

Confrontando todas estas perspectivas de pesquisa com a realidade vislumbrada na floresta de restinga da Lagoa do Peixe, foi possível delimitar três linhas de investigação essenciais para o início das pesquisas na região. Devido à falta de conhecimentos sobre a flora local e a necessidade da obtenção de mais dados a respeito das sinúcias herbácea e arbustiva no estado do Rio Grande do Sul, fez-se o levantamento florístico apresentado no primeiro capítulo. A riqueza em espécies obtida para aquela latitude foi um tanto inesperada em função daquilo que tem sido verificado em outras sinúcias (Waechter 1992). No segundo capítulo, através do estudo fitossociológico, comparando diferentes topografias e substratos, foi relacionada a diversidade dos componentes herbáceos e arbustivos como consequência de uma soma da diversidade de habitats. Foi verificado que o alagamento e o tipo de solo, associados, poderiam afetar a diversidade de ervas e arbustos. Um elemento-chave dos resultados, foi terem sido encontrados três índices de diversidade estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ), para cada um dos três ambientes estudados. No terceiro capítulo, a hipótese principal lançada foi a de que fatores externos ao ecossistema, induzidos pela atividade agropecuária, poderiam estar influenciando os parâmetros comunitários. Esses parâmetros foram avaliados e constatou-se o aumento da riqueza de espécies devido à invasão de espécies pouco especializadas naquele ambiente. O parâmetro altura destacou-se entre a cobertura e a frequência como o sendo mais importante no diagnóstico destes distúrbios. Algumas espécies demonstraram ser favorecidas, dentro dos parâmetros avaliados pelo pastejo, ou diversamente pela ausência de peastejo ( $p < 0,05$ ). A pesquisa sobre as sinúcias herbáceas e arbustivas no Parque Nacional da Lagoa do Peixe foi concluída,

constatando-se que estas comunidades têm sua diversidade influenciada pelo substrato e pela topografia, assim como por distúrbios antropogênicos. Foi possível também concretizar o tipo de pesquisa básica, cuja demanda é urgente e atingindo-se ao mesmo tempo o objetivo de começar a produzir trabalhos mais aplicados, dirigidos aos distúrbios ambientais, comparáveis àqueles que estão sendo feitos internacionalmente.

### *Conclusões*

Para equacionar o problema da demanda de pesquisa básica e do atraso em acompanhar a pesquisa mundialmente em foco que é mais aplicada, a fórmula essencial talvez seja combinar um bom estudo florístico e fitossociológico com as variáveis ambientais abióticas e bióticas, incluindo fenômenos ecológicos catalisados pelo impacto cultural de nossa civilização. Junto a isso, deve-se buscar uma padronização metodológica e mecanismos de colaboração entre equipes de trabalho, de forma a incrementar regionalmente o conhecimento da vegetação. Ao final, isso deverá permitir que os resultados sejam comparáveis entre si, sendo mais úteis e consistentes. O trabalho nas florestas da Lagoa do Peixe contribuiu bastante nesse sentido, mas tem vários caminhos pela frente, como por exemplo estudar o grau de distúrbio causado pela invasão de *Hedychium coronarium* na floresta turfosa ou investigar a sucessão em áreas degradadas por corte e queimadas. Esta tese apresentou três argumentos em forma de artigos, que somados aos trabalhos de Dorneles & Waechter (2004 a, b), colaboram no sentido da construção do conhecimento sobre as áreas florestais do Parque; entretanto, há muito mais temas interessantes para serem desenvolvidos na região. Quanto mais pesquisas bem qualificadas forem feitas no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, melhores serão as perspectivas para a sua conservação.

### *Referências bibliográficas*

- ANDREATA, R.H.P., GOMES, M., BAUMGRATZ, J.F.A. 1997. Plantas herbáceo-arbustivas terrestres da Reserva ecológica de Macaé de Cima. Pp. 65-73, in: *Serra de Macaé de Cima: Diversidade florística e conservação em mata atlântica*. (H.C.Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- AQUILANI, S.M., LE BLANC, D.C., MORRELL, T.E. 2000. Effects of prescribed surface fires on ground- and shrub-nesting neotropical migratory birds in a mature Indiana oak forest, USA. *Natural Areas Journal* 20(4): 317-324.
- BECKAGE, B., CLARK, J.S., CLINTON, B.D., HAINES, B.L. 2000. A long term study of three seedling recruitment in southern Appalachian forests: the effects of canopy gaps and shrub understories. *Canadian Journal of Forest Research* 30(10): 1617-1631.
- BELSKY, A.J. MATZKE, A., USELMAN, S. 1999. Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation* 54: 419-431.
- BERGER, A.L., PUETTMAN, K.J. 2000. Overstory composition and stand structure influence herbaceous plant diversity in the mixed aspen forest of northern Minnesota. *American Midland Naturalist* 143(1): 111-125.
- BEYEA, J., JOHNSON, B.N., LESTER, M.B., ROSS, E. 1999. Short-term understory plant community responses to timber-harvesting intensity on non-industrial private forestlands in Pennsylvania. *Forest Ecology and Management* 116(1-3): 129-139.
- BLACKMORE, M., VITOUSEK, P.M. 2000. Cattle grazing, forest loss, and fuel loading in a dry forest ecosystem at Pu'u Wa'aWa'a Ranch, Hawai'i. *Biotropica* 32(4a): 625-632.

- CARRANZA, J., MATEOS-QUESADA, P. 2001. Habitat modification when scent parking: shrub clearance by roe deer bucks. *Oecologia* 126: 231-238.
- 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. *Hoehnea* 13: 59-72.
- CITADINI-ZANETTE, V. 1984. Composição florística e fitossociologia da vegetação herbácea terrícola de uma mata de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 32: 23-62.
- 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. *Boletim do Instituto de Biociências* 45: 1-87.
- COSTA, F.R.C., SENNA, C., NAKKAZONO, E.M. 2002. Effects of selective logging on populations of two tropical understory herbs in Amazonian Forest. *Biotropica* 34(2): 289-296.
- COSTA, F.R.C. 2004. Structure and composition of the ground-herb community in a terra-firme Central Amazonian forest. *Acta Amazonica* 34(1): 53-59.
- COSTA, F.R.C., MAGNUSSON, W.E., LUIZÃO, R.C. 2005. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology* 93: 863-878.
- DIESEL, S., SIQUEIRA, J.C. 1991. Estudo fitossociológico herbáceo/arbustivo da mata ripária da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, RS. *Pesquisas, Botânica* 42: 205-257.
- DUGGIN, J.A., GENTLE, C.B. 1998. Experimental evidence on the importance of disturbance intensity for invasion of *Lantana camara* L. in dry rainforest-open forest

- ecotones in north-eastern New South Wales, Australia. *Forest Ecology and Management* 10(1-3): 279-292.
- ELLIOTT, K.J., HENDRICK, R.L., MAJOR, A.E., VOSE, J.M., SWANK, W.T. 1999. Vegetation dynamics after a prescribed fire in the southern Appalachians. *Forest Ecology and Management* 114(2-3): 199-213.
- ERIKSSON, O. 1995. Seedling recruitment in deciduous forest herbs: the effects of litter, soil chemistry and seed bank. *Flora* 190: 65-70.
- EWALD, J. 2000. The influence of coniferous canopies on understorey vegetation and soils in mountain forests of the northern Calcareous Alps. *Applied Vegetation Science* 3(1): 123-134.
- FREDERICKSEN, T.S., ROSS, B.D., HOFFMAN, W., MORRISON, M.L., BEYEA, J., JOHNSON, B.N., LESTER, M.B., ROSS, E. 1999. Short-term understory plant community responses to timber-harvesting intensity on non-industrial private forestlands in Pennsylvania. *Forest Ecology and management* 116: 129-139.
- FREMSTAD, E., ELVEN, R. 1999. Fremmede plater I Norge. Hyll-arter *Sambucus* spp. *Blyttia* 57(1): 39-45.
- HENDERSON, M.K., KEITH, D.A. 2002. Correlation of burning and grazing indicators with composition of woody understorey flora of dells in a temperate eucalypt forest. *Austral Ecology* 27: 121-131.
- HOMOLKA, M., MATOUS, J. 1999. Density and distribution of red deer and chamois in subalpine meadow habitats in the Jeseniky Mountains (Czech Republic). *Folia zoologica* 48(1): 1-10.
- HOMOLKA, M., HEROLDOVA, M. 2001. Native deer and introduced chamois: foraging habits and competition in a subalpine meadow-spruce forest area. *Folia zoologica* 50(2): 89-98.

- KOZERA, C., RODRIGUES, R.R. 2005. Floresta ombrófila densa submontana: florística e estrutura do estrato inferior. In Marques, M.C.M., Britez, R.M. (orgs.). *História natural e conservação da Ilha do Mel*: 125 – 144. Ed.UFPR, Curitiba.
- LYON, J., SAGERS, C.L. 1998. Structure of herbaceous plant assemblage in a forested riparian landscape. *Plant Ecology* 138(1): 1-16.
- MABRY, C. 2002. Effects of cattle grazing on woodlands in Central Iowa. *Journal of Iowa Academy of Sciences* 109(3-4): 53-60.
- MACARIO-MENDOZA, P.A., TORRES-PECH, S.A., CABRERA-CANO, E.F. 1998. Structure and composition of a community with *Pinus hondurensis* (Senecl.) Barr. & Golf., in Quindana Roo State, Mexico. *Caribbean Journal of Science* 34(1-2):50-57.
- McCARTHY, B.C., SMALL, C.J., RUBINO, D.L. 2001. Composition, structure and dynamics of Dysartwoods, an old-growth mesophytic forest of southeastern Ohio. *Forest Ecology and Management* 140(2-3):193-213.
- MILLER, G.R., CUMMINS, R.P., HESTER, A.J. 1998. Red deer and woodland regeneration in the Cairngorms. *Scottish Forestry* 52(1):14-20.
- MILLER, C., WELLS, A. 2003. Cattle grazing and the regeneration of totara (*Podocarpus totara* var. *waihoensis*) on river terraces, south Westland, New Zealand. *New Zealand Ecological Survey* 27(1): 37-44.
- MÜLLER, S.C., WAECHTER, J.L. 2001. Estrutura sinusial dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. *Revista Brasileira de Botânica* 24(4): 395-406.
- MURALI, K.S., SETTY, R.S., GANESHAIAH, K.N., SHAANKER, R.U. 1998. Does forest type classification reflect spatial dynamics of vegetation? An analysis using GIS techniques. *Current Science Bangalore* 75(3):220-227.

- REED, M.S., CLOKIE, M.R.J. 2000. Effects of grazing and cultivation on forest plant communities in Mount Elgon national Park, Uganda. *African Journal of Ecology* 38(2): 154-162.
- SCHWARTZ, M.W., CARO, T.M. 2003. Effect of selective logging on tree and understory regeneration in miombo woodland in western Tanzania. *African Journal of Ecology* 41: 75-82.
- 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. *Journal of Vegetation Science* 9(5): 623-630.
- SKRE, O., WIELGOLASKI, F.E., MOE, B. 1998. Biomass and chemical composition of common forest plants in response to fire in western Norway. *Journal of Vegetation Science* 9(4): 501-510.
- STARK, S., WARDLE, D.A., OHTONEN, R., HELLE, T., YEATES, G.W. 2000. The effect of reindeer grazing on decomposition, mineralization and soil biota in a dry oligotrophic Scots pine forest. *Oikos* 90(2): 301-310.
- STERN, M., QUESADA, M., STONER, K.E. 2002. Changes in composition and structure of a tropical dry forest following intermittent cattle grazing. *Revista de Biología Tropical* 50(3-4): 1021-1034.
- SUOMINEN, O., DANELL, K., BERGSTROM, R. 1999. Moose, trees and ground-living invertebrates: indirect interactions in Swedish pine forests. *Oikos* 84(2): 215-226.
- TIMMINS, S.M. 2002. Impact of cattle on conservation land licensed for grazing in South Westland, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 26(2): 107-120.
- VACEK, S., BASTL, M., LEPS, J. 1999. Vegetation changes in forests of the Krkonose Mountains over a period of air pollution stress. *Plant Ecology* 143(1): 1-11.

- VÁZQUEZ, D.P., SIMBERLOFF, D. 2004. Indirect effects of an introduced ungulate on pollination and plant reproduction. *Ecological Monographs* 74(2): 281-308.
- VRSKA, T., HORT, L., ODEHNALOVA, P., ADAM, D., HORAL, D. 2001. The Razula virgin forest after 23 years (1972-1995). *Journal of Forest Science* 47(1): 15-37.
- WAECHTER, J.L. 1992. O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul. Tese de doutorado em ecologia. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- WILLIAMS, C.E., MOSBACHER, E.V., MORIARITY, W.J. 2000. Use of turtlehead (*Chelone glabra* L.) and other herbaceous plants to assess intensity of white-tailed deer browsing on Allegheny Plateau riparian forests, USA. *Biological Conservation* 92(2): 207-215.
- ZOETE, T. 2001. Variation in the vegetation of *Melaleuca quinquenervia* dominated forested wetlands of the Moreton region. *Plant Ecology* 152(1): 29-57.