

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA:
Diversidade e Manejo de Vida Silvestre

MESTRADO

INVENTÁRIO, BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS DO MUNICÍPIO
DE SÃO LEOPOLDO

Vilma Daniela Mânica Bertoluci

São Leopoldo, abril de 2004.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA:
Diversidade e Manejo de Vida Silvestre

MESTRADO

INVENTÁRIO, BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS DO MUNICÍPIO
DE SÃO LEOPOLDO

Vilma Daniela Mânica Bertoluci

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Maltchik

São Leopoldo, abril de 2004.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA:
Diversidade e Manejo de Vida Silvestre

MESTRADO

A dissertação intitulada: Inventário, biodiversidade e conservação de áreas úmidas do município de São Leopoldo, elaborada pela aluna Vilma Daniela Mânica Bertoluci, foi julgada adequada e aprovada por todos os membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de **MESTRE EM BIOLOGIA, área de concentração: Diversidade e Manejo de Vida Silvestre.**

São Leopoldo, 27 de abril de 2003.

Apresentada à Banca, integrada pelos seguintes Professores:

Presidente da Banca e Orientador: Dr. Leonardo Maltchik - UNISINOS

Dr(a). Luiza Chomenko – FUNDAÇÃO ZOOBOTANICA

Dr. José Eduardo Silva – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos

B546i Bertoluci, Vilma Daniela Mânica
Inventário, biodiversidade e conservação de áreas úmidas do
município de São Leopoldo / Vilma Daniela Mânica Bertoluci .-
2004.

70 f. ; enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos
Sinos, 2004.

1. Biodiversidade – Área Úmida. 2. Conservação –
Área Úmida. 3. Inventário – Área Úmida. I. Título.

Catálogo na Publicação:
Bibliotecária Fabiane Pacheco Martino - CRB 10/1256

**Dedico este trabalho aos anjos
que sempre estiveram presentes,
meu avô (Dante Bertoluci) e meu pai (Dante Luiz),
seres de luz que sempre iluminaram meu caminho.**

**“O valor das coisas não está
no tempo em que elas duram,
mas na intensidade com que acontecem”.**

AGRADECIMENTOS

A minha mãe e maior amiga, por me amparar nas horas difíceis e comemorar comigo cada vitória, esta é uma conquista nossa;

A minha avó pela serenidade com que sempre me aconselhou, para vencer problemas e angustias e pela lição de paciência;

A minha família (tios, tias, primos, primas), sempre presentes perto ou longe, e dispostos a me apoiar;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Leonardo Maltchik por ter acreditado neste trabalho;

A minha família LECEA (Carlinha, Cris, Edison, Iberê, Alan, Claudia, Cristiane e Raquel) pela amizade;

As minhas grandes amigas Tita e Aninha, pessoas fundamentais no desenvolvimento deste trabalho;

As minhas grandes amigas Niqui e Maris, pelos conselhos e puxões de orelha quando necessário;

Aos meus colegas de mestrado, pela troca de experiências;

Ao CNPq-CTHidro, pelo apoio financeiro e a Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) pela a estrutura oferecida;

Aos secretários, coordenadores e professores do PPG-Bio por sempre estarem dispostos a colaborar;

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente, principalmente ao Solon e Viviane e ao Laboratório de Sensoriamento Remoto e Cartografia (Telmo e Alessandro), pela paciência na elaboração do mapa.

RESUMO

As áreas úmidas estão entre os ecossistemas mais produtivos de nosso planeta com enorme importância ecológica, econômica e cultural para a humanidade. As áreas úmidas variam em tamanho, desde muito pequenas, a vastas áreas, entretanto todas são importantes para o estabelecimento de plantas raras ou endêmicas. A relação entre área e diversidade de espécies tem sido investigada por vários pesquisadores e numerosos estudos e experimentos têm desenvolvido teorias relacionando estes atributos. Entretanto a informação sobre a relação entre área e diversidade de espécies em áreas úmidas ainda é escassa. Os inventários de áreas úmidas são usados como primeiro estágio para programas de conservação, determinando os valores econômicos das áreas úmidas e originando critérios para o uso desses recursos. O objetivo deste trabalho foi inventariar as áreas úmidas do município de São Leopoldo, analisar a diversidade de macrófitas e macroinvertebrados e elaborar critérios para a conservação desses sistemas.

O inventário de áreas úmidas de São Leopoldo foi realizado usando um mapa cartográfico (escala 1:8.000), publicado em 1995. Após o inventário, foram selecionadas 25 áreas úmidas no município, de classes e tamanhos diferentes. A coleta das macrófitas aquáticas e macroinvertebrados foram realizadas através do programa AquaRAP. O município de São Leopoldo apresenta 103 áreas úmidas, 3,38% de sua área total, sendo sua distribuição bastante heterogênea, concentrada principalmente ao longo do rio dos Sinos. As 25 áreas úmidas analisadas apresentaram uma riqueza 99 espécies de macrófitas aquáticas e 64 táxons de macroinvertebrados. Não foram observadas correlações entre diversidade de macrófitas e tamanho, classe e altitude das áreas úmidas. A comunidade de macroinvertebrados apresentou correlação somente com a altitude, não sendo observada relação com a classe e o tamanho de área úmida. O levantamento da biodiversidade no município de São Leopoldo possibilitou a elaboração de algumas diretrizes que deveriam ser utilizadas nos planos de manejo e conservação das áreas úmidas do município de São

Leopoldo, entre as quais devem destacar-se: conservar áreas úmidas pequenas; conservar áreas úmidas grandes; conservar áreas úmidas de classes diferentes; conservar áreas úmidas com influências diferentes do rio e arroios; conservar áreas úmidas em diferentes altitudes e conservar áreas úmidas de alta diversidade biológica.

ABSTRACT

Wetlands are the most productive ecosystems around the world, with enormous ecological, economic and cultural importance for humanity. The wetlands vary in size, from small to vast areas, however, they are all important to the establishment of rare or endemic plants. The relationship between area and diversity of species has been investigated by biologists, and numerous studies and experiments have developed general theories about this relationship. However, the information about the relationship between species diversity and area in wetlands is still scarce. The inventories of wetland are used in the first stage of the conservation programs, determining the economic value of the wetlands and creating criteria for the use of these resources. The main goals of this study were to inventory the wetlands of the São Leopoldo region, to analyze the diversity of macrophytes and macroinvertebrates in wetland of the São Leopoldo and to establish criteria for the conservation programs in wetlands. The inventory of wetlands was developed using a cartographic map published in 1995. After the inventory, a total of 25 wetlands of different classes and sizes were identified. The macrophytes and macroinvertebrates were collected using the "Aqua-RAP" Approach. The São Leopoldo region has 103 wetlands, representing a total of the 3,38% of its total area. The distribution of wetlands is quite heterogeneous, concentrating mainly near to the main channel of the Sinos river. The 25 wetlands analyzed present a total of 99 aquatic macrophyte and 64 macroinvertebrate taxa. No correlation was observed between macrophyte diversity and wetlands altitude, class and size. The macroinvertebrate diversity was only correlated with the altitude. The biodiversity surveys developed in the São Leopoldo region allows developing some future actions to the management and conservations programs in this region.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	11
INTRODUÇÃO.....	12
INVENTÁRIO DE ÁREAS ÚMIDAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO.....	18
DIVERSIDADE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM ÁREAS ÚMIDAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO.....	35
DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS EM ÁREAS ÚMIDAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO.....	52
CONSERVAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO.....	66

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação foi dividida em uma introdução e quatro capítulos (em formato científico) com a finalidade de facilitar a apresentação, discussão e publicação dos resultados.

O primeiro capítulo teve como objetivo inventariar as áreas úmidas do município de São Leopoldo, através de uma base cartográfica e aerofotogramétrica de 1991. A principal importância deste capítulo foi gerar mapas que identificassem com precisão a localização exata das áreas úmidas. Estas informações poderão auxiliar a elaboração de critérios para conservação. Este trabalho foi publicado, na revista Pesquisas: Botânica, 2003 vol.53: 79-88.

O segundo capítulo teve como objetivo, conhecer a diversidade de macrófitas aquáticas nas áreas úmidas de São Leopoldo. Através da análise das comunidades de macrófitas, avaliou-se padrões (classe, tamanho e altitude) que explicassem a diversidade de macrófitas aquáticas nestes sistemas. Foram identificadas 99 espécies de macrófitas, sendo a maioria categorizada de esporádica e ocasional. Este trabalho foi submetido à revista Pesquisas: Botânica.

O terceiro capítulo teve como objetivo, analisar a diversidade de macroinvertebrados nas áreas úmidas do município de São Leopoldo e analisar a influencia do tamanho, classe e altitude das áreas úmidas na comunidade de macroinvertebrados. Foram identificados 64 táxons de macroinvertebrados, sendo que a maioria foi categorizada como esporádico e ocasional. Não foram observadas correlações entre a riqueza de macroinvertebrados com a classe e tamanho de áreas úmidas. Este trabalho será submetido à revista Acta Biologica Leopoldensia.

O quarto capítulo teve como objetivo estabelecer, a partir dos resultados encontrados, perspectivas que auxiliie a conservação das áreas úmidas do município de São Leopoldo.

INTRODUÇÃO

As áreas úmidas são ecossistemas naturalmente fragmentados (DODSON, 1992; COX & MOORE, 1993; SANTAMARIA & KLAASSEN, 2002), estão entre os ecossistemas mais produtivos de nosso planeta com enorme importância ecológica, econômica e cultural para a humanidade (SHINE & KLEMM, 1999; MITSCH & GROSSELINK, 2000). São habitats dinâmicos e complexos com importantes conexões com a zona ripária (AMEZAGA *et al.*, 2002). As áreas úmidas são áreas de transição entre os sistemas terrestres e aquáticos, reunindo informações biológicas de ambos sistemas (JUNK *et al.*, 1989; MITSCH & GOSSELINK, 2000). Estes sistemas são considerados como reservas biológicas, devido à extensa cadeia trófica e a alta biodiversidade que suportam (TINER, 1999). Neste sentido, as áreas úmidas foram um dos primeiros ecossistemas a serem protegidos por um tratado internacional.

A Convenção sobre Áreas Úmidas ou simplesmente Convenção de Ramsar passou a vigorar oficialmente em 1975 e hoje conta com cerca de 110 “Partes Contratantes” ou “Estados Membros”, distribuídos em diversas regiões do mundo. Segundo o Informativo de Ramsar (DAVIS *et al.*, 1996), um total de 950 áreas úmidas de importância internacional, ou seja, 70 milhões de hectares de área se encontram sob a custódia da Convenção, como parte integrante da “Lista de Áreas Úmidas de Importância Internacional de Ramsar”.

A alta produtividade das áreas úmidas tem proporcionado o estabelecimento de uma rica biota exclusiva desses ecossistemas (GIBBS, 2000). MALTCHIK (2003), sugeriu que a importância das áreas úmidas deve ser dividida em três grupos: atributos (diversidade biológica e produtividade), funções (armazenamento de água, controle de inundações, descargas subterrâneas, recarga de aquíferos e estabilidade climática) e valores (produção de peixes, agricultura, matéria prima para a indústria farmacêutica, recursos energéticos e recreação).

A definição mais utilizada para esses ambientes foi proposta pela Convenção de Ramsar em 1971 - "são extensões de brejos, pântanos e turfeiras, ou superfícies cobertas de água, sejam de regime natural ou artificial, permanentes ou temporárias, estancadas ou correntes, doces, salobras ou salgadas, incluídas as extensões de água marinha cuja profundidade na maré baixa não exceda os seis metros" (DAVIS *et al.*, 1996). Três critérios devem ser usados na identificação de áreas úmidas: presença de água, desenvolvimento de plantas aquáticas e presença de solos hídricos (MANTZAVELAS *et al.*, 1995).

As áreas úmidas variam em tamanho, desde muito pequenas, a vastas áreas, entretanto todas são importantes para o estabelecimento de plantas raras ou endêmicas (SHINE & KLEMM, 1999). A relação entre área e diversidade de espécies tem sido investigada por vários pesquisadores e numerosos estudos e experimentos têm desenvolvido teorias relacionando estes atributos (MacARTHUR & MacARTHUR, 1961; PETIT & PETIT, 1999). Entretanto, a maioria dessas pesquisas, foi realizada em fragmentos florestais e dirigidas a estudos de conservação (HARRIS, 1984; FERNANDEZ, 1997), enquanto que informações sobre a relação entre área e diversidade de espécies em áreas úmidas ainda precisam ser fomentadas (TYSER, 1983; BROWN & DINSMORE, 1986, MALTCHIK *et al.* 2002, MATSUBARA *et al.*, 2002, STENERT *et al.*, 2002). Em áreas úmidas, a relação entre diversidade de espécies e tamanho área úmida foi observada para invertebrados (LASSEN, 1975; AHO, 1978; BROENMARK, 1985; ALLEN, 1999), plantas (RORSLETT, 1991; MOLLER & RORDAM, 1995; HONNAY *et al.*, 1999) anfíbios (BABBIT & TANNER, 2000; SNODGRASS *et al.*, 2000; HOULAHAN & FINDLAY, 2003) e aves (TYSER, 1983; BROWN & DINSMORE, 1991; NAUGLE *et al.*, 1999; CAZIANI *et al.*, 2001; RIFFELL *et al.*, 2001). O reconhecimento da diversidade das áreas úmidas do município de São Leopoldo, levando em consideração, diferentes tamanhos, altitudes e classes, permitiria elaborar diretrizes para planos de conservação desses sistemas.

Em virtude da grande diversidade de habitats que compõem as áreas úmidas, estas têm recebido as mais diversas definições, que variam em função do tipo de interesse: científico, econômico ou político (ESTEVES, 1998). Dessa forma, a maioria das leis municipais, estaduais ou federais, protege estes ecossistemas somente em termos regionais, não incluindo necessariamente todas as classes de áreas úmidas. Por isso, uma

grande quantidade de áreas úmidas importantes, corre forte risco de desaparecimento. Além disso, as áreas úmidas, ainda hoje, são tidas por muitas pessoas, como áreas não salubres, de difícil acesso e de difícil aproveitamento econômico.

As atividades humanas têm afetado drasticamente a biodiversidade, uma vez que o homem desempenha um papel chave na alteração de processos em nível de ecossistema (TALAL, 2001). Dados conservacionistas apontam que aproximadamente 50% das áreas úmidas do planeta desapareceram nos últimos 100 anos, principalmente devido à agricultura e ao desenvolvimento urbano (SHINE & KLEMM, 1999). As atividades humanas têm modificado os ecossistemas da Terra, através da perda direta e fragmentação de habitats, poluição, alteração de processos funcionais, resultando em um decréscimo da riqueza de espécies. Aproximadamente 2/3 de todas as áreas úmidas européias foram perdidas no início do século 20 (SANTAMARIA & KLAASSEN, 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade biológica das áreas úmidas do município de São Leopoldo, e subsidiar critérios para a conservação desses sistemas. Os objetivos específicos foram:

1. Inventariar as áreas úmidas do município de São Leopoldo, criando bases para programas de conservação local e regional;
2. Reconhecer a diversidade de macrófitas aquáticas e macroinvertebrados nas áreas úmidas do município de São Leopoldo e reconhecer padrões (área, altitude e classe) que expliquem a diversidade dessas comunidades;

Referências bibliográficas

- AHO, J., 1978. Freshwater snail populations and the theory of island biogeography. I. A case study in southern Finland. *Annales zoologici Fennici* 15, 146–154.
- ALLEN, A.P., WHITTIER, T.R., KAUFMANN, P.R., LARSEN, D.P., OCONNOR, R.J., HUGHES, R.M., STEMBERGER, R.S., DIXIT, S.S., BRINKHURST, R.O., HERLIHY, A.T., PAULSEN, S.G., 1999. Concordance of taxonomic richness patterns across multiple assemblages in lakes of the northeastern United States. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56, 739–747.
- AMEZAGA, J.M.; SANTAMARÍA, L. & GREEN, A.J. 2002. Biotic wetland connectivity – supporting a new approach for wetland policy. *Acta Oecologica* 23: 213-222.
- BABBITT, K.J. & TANNER, G.W. 2000. Use of temporary wetlands by anurans in a hydrologically modified landscape. *Wetlands* 20 (2) 313-322.
- BROENMARK, C. 1985. Freshwater snail diversity: effects of pond area, habitat heterogeneity and isolation. *Oecologia*. 67, 127–131.
- BROWN, M. & DINSMORE, J.J. 1986. Implications of marsh size and isolation for marsh bird management. *J. Wildlife Manag.*, 50:392- 397.
- BROWN, M.; DINSMORE, J.J. 1991. Area-dependent changes in bird densities in Iowa marshes. *Journal of the Iowa Academy of Sciences*. 98, 124-126.
- CAZIANI, S.M.; DERLINDATI, E.J.; TALAMO, A.; SUREDA, A.L.; TRUCCO, C.E.; NICOLOSSI, G. 2001. Waterbird Richness in Altiplano Wetlands of Northwestern Argentina. *Waterbirds* 24 (1) 103-117.
- COX, C.B. & MOORE P.D. *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*. Blackwell, London, UK. 1993.
- DAVIS, T.J.; BLASCO, D. & CARBONELL, M. 1996. *Manual de la Convencion de Ramsar. Una guia a la Convencion sobre los humedales de importancia internacional*. Gland, Oficina de la Convencion de Ramsar, 211p.
- DODSON, S. 1992. Predicting crustacean zooplankton species richness. *Limnol. Oceanogr.* 37: 848-856.

- ESTEVEES, F.A. Fundamentos da Limnologia. Interciência, 2 ed. 1998. 602pp.
- FERNANDEZ, F.A.S. 1997. Efeitos da fragmentação de ecossistemas: A situação das unidades de conservação. Congresso Brasileira de Unidades de Conservação. Anais... Curitiba, v.1, p.48-68.
- GIBBS, J.P. 2000. Wetland Loss and Biodiversity Conservation. *Conserv. Biol.* 14: 314-317.
- HARRIS, L.D. 1984. The fragmented forest: island biogeographic theory and the preservation of biotic diversity. Chicago University Press, 322p.
- HONNAY, O., HERMY, M., COPPIN, P. 1999. Effect of area, age and diversity of forest patches in Belgium on plant species richness, and implications for conservation and reforestation. *Biological conservation* 87, 73–84.
- HOULAHAN, J.E.; FINDLAY C.S. 2003. The effects of adjacent land use on wetland amphibian species richness and community composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60 (9): 1078-1094.
- JUNK, W.J. BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D.P. (ed.): *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 106: 110-127.
- LASSEN, H.H. 1975. The diversity of freshwater snails in view of the equilibrium theory of island biogeography. *Oecologia* 19, 1–8.
- MACARTHUR, R.H. & MACARTHUR, J. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- MALTCHIK, L. (Org). 2003. Biodiversidade e conservação de áreas úmidas da bacia do Rio dos Sinos. São Leopoldo: Unisinos.
- MALTCHIK, L.; ROLON, A.S.; GROTH, C. 2002. Diversidade de macrófitas aquáticas em áreas úmidas da Bacia do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul. *Pesquisas Botânica*, 52:143-154.
- MANTZAVELAS, A.; ZALIDIS, G.; GERAKIS, P.A. & DAFIS, S. (eds.) 1995. *Criteria for Wetland Identification*. Thessaloniki, EKBY, 19p.
- MATSUBARA, C.P.; MALTCHICK, L. & TORGAN, L.C. 2002. Diversidade de algas planctônicas e sua relação com o tamanho de área úmida na Bacia do Rio dos Sinos (Rio Grande do Sul). *Pesquisas: Botânica*. 52: 155-165.

- MITSCH, W.J. AND GOSELINK, J.G. 2000. *Wetlands* John Wiley & Sons, New York.
- MØLLER, T.R., RØRDAM, C.P., 1985. Species numbers of vascular plants in relation to area, isolation and age of ponds in Denmark. *Oikos* 45, 8–16.
- NAUGLE, D.E.; HIGGINS, K.F.; NUSSER, S.M.; JONHSON, W.C. 1999. Scale-dependent habitat use in three species of prairie wetland birds. *Landscape Ecology*. 14, 267-276.
- PETIT, L.J. & PETIT, D.R. 1999. Factors governing habitat selection by Prothonotary Warblers: field tests of freetwell-Lucas models. *Ecol. Monog.* 66:367-387
- RIFFELL, S.K.; KEAS, B.E.; BURTON, T. 2001. Area and habitat relationships of bird in Great Lakes coastal wet meadows. *Wetlands*. 21 (4) 492-507
- RORSLETT, B., 1991. Principal determinants of aquatic macrophyte richness in northern European lakes. *Aquatic Botany* 39, 173–193.
- SANTAMARIA, L. & KLAASSEN, M. 2002. Waterbird-mediated dispersal of aquatic organisms: an introduction. *Acta Oecologica*, 23: 115-119.
- SHINE, C.; KLEMM, C. 1999. *Wetlands, water and the law. Using law to advance wetland conservation and wise use.* Ramsar Convention Bureau, Gland.
- SNODGRASS, W.J.; KOMOROSKI, J.M.; BRYAN, L.A.; BURGER, J. 2000. Relationships Among Isolated Wetland Size, Hydroperiod, and Amphibian Species Richness: Implications for Wetland Regulations *Conservation Biology* 14 (2) 414-419.
- STENERT, C.; SANTOS, E.M.; OLIVA, T.D. & MALTCHIK, I. 2002. Diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas na Bacia do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia*. 24(2): 157-172.
- TALAL, Y. 2001. *Ciência da Biodiversidade: Questões e desafios*, in GARAY, I. & DIAS, BFS. 2001. *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais.* Ed.Vozes. Petrópolis, 431p.
- TINER, R.W. 1999. *Wetlands Indicators: a guide to wetland identification, delineation, classification, and mapping.* London, Lweis Publishers, 392p.
- TYSER, R.W. 1983. Species-area relation of cattail marsh avifauna. *Passenger Pigeon*, 45:125-128.

INVENTÁRIO DAS ÁREAS ÚMIDAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

*Leonardo Maltchik**

*Vilma Daniela Mânica Bertoluci**

*Diego Alfonso Erba ***

Abstract

Wetlands in their natural state are a source of substantial benefits for society. The inventories of wetlands provide an indication of the location of land with the highest biological diversity and productivity. The São Leopoldo region has 103 wetlands and occupy an area of approximately 348,54 ha, distributed between palustrine formation (308,13 ha), lakes (3,91 ha) and permanent lakes (36,5 ha). The distribution of wetland is quite heterogeneous, embracing mainly the riparian zone of Sinos river. These results are fundamental for the establishment of Water Politics and in the identification of Units of Conservation in the São Leopoldo. In base of Ramsar criteria for listing wetlands of international significance, we highlighted four aspects that justifies the inclusion of some wetlands of the São Leopoldo region as a Ramsar site: 1) a particular good representative example of a natural wetland of southern Brazil; 2) special value for maintaining the genetic and ecological diversity of a region; 3) special value as the habitat of plants or animals at a critical stage of their biological cycles; 4) special value for one or more endemic plant or animal species or communities.

Key words: *inventory, wetlands, conservation programs, São Leopoldo, Ramsar convention.*

Resumo

* Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos, UNISINOS, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil. maltchik@cirrus.unisinos.br.

** Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNISINOS, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil.

As áreas úmidas em seu estado natural são fontes de benefício substancial para a sociedade. Os inventários de áreas úmidas indicam a localização exata de áreas de alta diversidade biológica e produtividade. O município de São Leopoldo tem 103 áreas úmidas, ocupando aproximadamente uma área de 348,54 ha, distribuídos entre formações palustres (308,13 ha), lagos (3,91 ha), e lagos permanentes (36,5 ha). A distribuição das áreas úmidas de São Leopoldo é bastante heterogênea, ocupando principalmente a região ripariana do Rio dos Sinos. Este resultado é fundamental para o estabelecimento de políticas voltadas aos recursos hídricos e a identificação de unidades de conservação no município de São Leopoldo. Baseando-se nos critérios da Convenção de Ramsar, nós identificamos quatro argumentos que justifica a inclusão de algumas áreas úmidas do município de São Leopoldo como áreas Ramsar: 1. são sistemas ecológicos característicos do sul do Brasil, 2. manchas de alta diversidade biológica e produtividade primária, 3. áreas estratégicas para reprodução de aves e outros organismos aquáticos e terrestres, 4. habitats para algumas espécies endêmicas.

Palavra-chave: *inventário, áreas úmidas, banhados, programas de conservação, São Leopoldo, Convenção de Ramsar.*

Introdução

As áreas úmidas são sistemas ecológicos de grande diversidade biológica e produtividade. Esses sistemas são zonas de transição entre ambientes terrestres e aquáticos (Junk *et al.*, 1989), reunindo informações biológicas específicas de cada ambiente. Nesse sentido são áreas estratégicas de conservação.

Os inventários de áreas úmidas influenciam a nossa percepção a um recurso natural importante e determina com precisão a localização exata de áreas de alta diversidade e produtividade biológica (Taylor *et al.*, 1995). As informações fornecidas pelos inventários são pré-requisitos necessários para todos os aspectos de planejamento, manejo e conservação. Os inventários de áreas úmidas fornecem informações valiosas na hora de decidir o uso sustentado destes ecossistemas (Zalidis *et al.*, 1996). Zalidis *et al.* (1996) reuniram diversas

considerações que justificam a elaboração de inventários: 1. Não se pode proteger uma área úmida se não se conhece sua localização, sua função ou sua existência; 2. Muitas áreas úmidas se localizam em áreas de fronteiras entre dois países, tornando excelentes oportunidades para projetos de cooperação internacional; 3. Os inventários estimulam estudos multidisciplinares, dando oportunidade ao intercâmbio entre pesquisadores de diferentes instituições; 4. Os mapas dos inventários delineiam estudos de conservação de uma região.

As informações relacionadas à distribuição de áreas úmidas auxiliam o uso sustentado desses recursos e planejam o monitoramento destes sistemas (Taylor *et al.*, 1995). Inventários de áreas úmidas são usados como primeiro estágio para programas de conservação (Novitzki, 1995; Pakerinen, 1995; Taylor *et al.*, 1995; Hughes, 1995; Naranjo, 1995; Scott & Jones, 1995. Wilen & Bates, 1995), estabelecendo bases para o monitoramento (Garcia-Orcoyen *et al.*, 1992). Os inventários estabelecem valores econômicos das áreas úmidas (Lu, 1995), originando critérios para o uso desses recursos (Wilen & Bates, 1995).

Os inventários das áreas úmidas vêm ganhando importância nas agências de fomento à pesquisa, principalmente devido ao aumento do número de espécies ameaçadas de extinção, e no que a água representa para a crise do próximo século. Muitos países já reúnem grande parte de suas áreas úmidas inventariadas e muitas delas estão inseridas como áreas de proteção ambiental pela Convenção de Ramsar (Frazier, 1996). A questão, no entanto, está nas áreas úmidas de importância municipal, muitas vezes excluída dos critérios nacionais e internacionais. Neste sentido uma grande quantidade de áreas úmidas corre forte risco de desaparecimento, pela ausência de instrumentos legais para sua proteção.

Aproximadamente 50% das áreas úmidas desapareceram nos últimos 100 anos, principalmente devido à agricultura e ao desenvolvimento urbano (Shine & Klemm, 1999). Muitas áreas úmidas, principalmente nos países desenvolvidos, estão estabelecidas como áreas de proteção ambiental e protegidas pela Convenção de Ramsar (Frazier, 1996). No entanto, as áreas úmidas de menor tamanho e de importância regional sofrem grande risco de desaparecimento, pela ausência de instrumentos legais para sua proteção. No município

de São Leopoldo muitas áreas úmidas estão desaparecendo devido à expansão urbana e a especulação imobiliária. Nesse sentido urge elaborar critérios para a conservação destes sistemas. O inventário das áreas úmidas do município de São Leopoldo permite elaborar critérios para a conservação desses sistemas. Os objetivos deste trabalho são 1. inventariar as áreas úmidas e 2. elaborar um mapa das áreas úmidas do município de São Leopoldo, criando bases para programas de conservação local e regional.

Área de estudo

O município de São Leopoldo está situado na região da Encosta Inferior do Nordeste do Rio Grande do Sul (localização 51°.08' W e 29°.46' S), fazendo parte da Grande Porto Alegre (33 km da capital). A área total do município é de 103,10 km² e altitude média de 26 m sobre o nível do mar. Com uma população de 203.445 habitantes, o município apresenta clima Subtropical e tem como limites as cidades de Novo Hamburgo, Portão, Estância Velha, Sapucaia do Sul (Figura 1). A cidade de São Leopoldo está localizada no trecho inferior do Rio dos Sinos e é um dos municípios mais industrializados da região.

A formação vegetal característica do município de São Leopoldo é constituída por parques de maricás (*Mimosa bimucronata*), densamente distribuídos sobre a planície de inundação do rio dos Sinos e seus afluentes. A vegetação emergente que acompanha o maricá é constituída principalmente por galerias de ingás (*Inga uruguensis*) e salgueiros (*Salix humboldtiana*), podendo ocorrer em menor abundancia angicos (*Parapiptadenia rigida*) e figueiras (*Ficus organensis*) (RAMBO, 2000).

Metodologia

A região inventariada refere-se a todo município de São Leopoldo (103,10 km²). O inventário foi realizado usando um mapa cartográfico a escala super detalhada (escala

1:8.000) publicado em 1995 pelo Departamento de Cadastro Técnico da Prefeitura Municipal de São Leopoldo. O mapa foi realizado através de um levantamento aerofotogramétrico no ano de 1990.

O mapa de áreas úmidas de São Leopoldo foi digitalizado no programa AutoCad Map 2, onde os seguintes dados foram calculados: localização geográfica (utm), área (km²), perímetro (km) e comprimento (km). As áreas úmidas inventariadas foram divididas em cinco classes de áreas úmidas: formação palustre, lagoas, lagoas permanentes, rios e arroios. Esta classificação foi proposta pelo Órgão realizador do mapa cartográfico.

Resultados e Discussão

O município de São Leopoldo tem 103 áreas úmidas distribuídas entre 36 formações palustres (tabela 1), 36 lagoas permanentes (tabela 2), 26 lagoas (tabela 3), 1 rio e 6 arroios (tabela 4).

A área de inundação das áreas úmidas de São Leopoldo é de 348,54 ha distribuídas entre formações palustres (308,13 ha), lagoas (3,91 ha) e lagoas permanentes (36,5 ha) (Figura 2). Essa área representa 3,38 % da área total do município de São Leopoldo. O perímetro total das áreas úmidas do município de São Leopoldo é de 72,27 km distribuídos entre formação palustre (53,29 km), lagoas (3,18 km) e lagoas permanentes (15,08 km). A distribuição das áreas úmidas do município de São Leopoldo é bastante heterogênea, concentrando-se principalmente ao longo do Rio dos Sinos. A maior concentração de áreas úmidas está localizado no Bairro Pinheiro (22,33%), seguido dos bairros Vicentina (18,44%) e Integração (14,56%).

Aproximadamente 45 % das formações palustres são menores que 3 ha, e somente 22% apresentaram uma área maior que 10 ha. As maiores formações palustres encontradas foram no bairro São José (63,53 ha), Campina (56,45 ha) e Santos Dumont (32,17 ha). Quase 100 % das formações palustres estão próximas ao Rio dos Sinos, indicando a influência das águas do Rio dos Sinos nesta classe de sistemas. A distribuição das formações palustres é bastante heterogênea com grande predomínio nos bairros Vicentina e Campina.

As lagoas inventariadas são pequenas (100% menor que 1 ha). Somente duas lagoas inventariadas apresentaram área de inundação maior que 0,5 ha. A distribuição das lagoas é bastante heterogênea. Aproximadamente 54 % e 23,07 % das lagoas estão associadas às áreas úmidas de Imperatriz e Integração, respectivamente. Quase 46 % das lagoas não têm intercâmbio periódico de água superficial com o Rio dos Sinos.

Das trinta e seis lagoas permanentes inventariadas, somente 22% tem área de inundação superior a 1 ha. A Lagoa Boa Saúde tem aproximadamente 12,5 ha. A distribuição das lagoas permanentes é bastante heterogênea e estão concentradas em três áreas: Imperatriz (25 %), Boa Saúde (13,8 %) e Campina (13,8 %). Quase 100 % das lagoas permanentes estão associadas ao Rio dos Sinos e arroios do município.

Sete ecossistemas lóticos (1 rio e 6 arroios) têm parte de seus leitos no município de São Leopoldo, totalizando 71,97 km de extensão. O maior comprimento é o Rio dos Sinos (20,81 km) seguido pelos arroios Bopp (14,04 km), Peão (9,46 km) e Cerquinha (9,35 km). Três arroios servem de divisa ao município: Arroio Peão (divisa de São Leopoldo e Lomba Grande - NH), Arroio Gaúcho (divisa de São Leopoldo e Novo Hamburgo) e o Arroio Bopp (divisa de São Leopoldo e Portão).

As áreas úmidas do município de São Leopoldo devem ser consideradas manchas de biodiversidade e produtividade, contribuindo não somente para refúgios de organismos aquáticos, mas de uma série de outros animais associados a estas áreas. Esses sistemas apresentam água superficial todo ano, influenciando as estratégias de sobrevivência dos ribeirinhos da região. O valor dessas áreas úmidas não deve estar associado somente a sua biodiversidade e produtividade, mas uma série de outras funções que estes sistemas proporcionam como, por exemplo: minimização dos impactos negativos que as inundações do rio dos Sinos ocasionam à cidade de São Leopoldo, recarga de aquíferos, água e alimento para a população ribeirinha, lazer e manutenção das condições climáticas locais.

A distribuição das áreas úmidas de São Leopoldo é bastante heterogênea, com predomínio na região ripariana. Este resultado é fundamental para o estabelecimento de políticas públicas voltada aos recursos hídricos e a identificação de áreas prioritárias para a conservação. As áreas próximas ao rio dos Sinos deveriam receber especial atenção para os programas de conservação do município, por serem áreas estratégicas de conservação. Sem

isso, qualquer programa voltado à conservação dos recursos naturais ficaria prejudicado. Esta preocupação aumenta quando se sabe que não existem áreas de proteção ambiental no município de São Leopoldo.

O inventário das áreas úmidas de São Leopoldo proporciona diversos benefícios para o desenvolvimento de estratégias de conservação voltados aos recursos hídricos: 1. Desenvolvimento de uma rede de informações direcionadas às áreas úmidas, 2. Base de Dados das áreas úmidas, 3. Manchas de alta diversidade biológica e produtividade, 4. Áreas fundamentais para qualquer programa de uso sustentado da região, 5. Fontes naturais de água.

Baseando-se nos critérios da Convenção de Ramsar, podem ser considerados quatro argumentos que justificam a inclusão de algumas áreas úmidas do município de São Leopoldo como áreas Ramsar: 1. São sistemas ecológicos característicos do sul do Brasil, 2. Manchas de alta diversidade biológica e produtividade primária, 3. Áreas estratégicas para reprodução de aves e outros organismos aquáticos e terrestres, 4. Habitats para inúmeras espécies endêmicas.

Agradecimentos

À Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS (02.00.023/00-0) e ao CNPq (52370695.2), pelo apoio financeiro ao projeto. Vilma Daniela Mânica Bertoluci é bolsista de mestrado do CNPq/CTHidro (132063/2002-6). Leonardo Maltchik é bolsista 2B de produtividade do CNPq (350844/2000-3). Telmo Henrique A. Valles do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Cartográfico da UNISINOS ajudou na elaboração do mapa de áreas úmidas.

Referências Bibliográficas

- FRAZIER, S. 1996. Directory of wetlands of international importance – an update. Sixth meeting of the conference of the contracting parties to the Ramsar Convention. Birsbane, Austrália, 236 p.
- GARCIA-ORCOYEN TORMO, C.; VALLECILLO, C.G. & VALLADARES, A.M. 1992. How many inland Mediterranean wetlands will there be in the year 2000. Pp. 28-31. In: Finlayson, C.M.; Hollis, G.E. & Davis, T.J. (eds), Managing Mediterranean wetlands and their birds. IWRB Special Publication n° 20. IWRB, Slimbridge, United Kingdom.
- HUGHES, A.M.R. 1995. The current status of European wetland inventories and classifications. *Vegetatio* 118: 17-28
- JUNK, W.J. BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D.P. (ed.): Proceedings of the International Large River Symposium. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106: 110-127.
- LU, J. 1995. Ecological significance and classification of Chinese wetlands. *Vegetatio* 118: 49-56.
- NARANJO, L.G. 1995. An evaluation of the first inventory of South America wetlands. *Vegetatio* 118: 125-129.
- NOVITZKI, R.P. 1995. EMAP. Wetlands: a sampling design with global application. *Vegetatio* 118: 171-184.
- PAKARINEN, P. 1995. Classification of boreal mires in Finland and Scandinavia – a review. *Vegetatio* 118: 29-38.
- RAMBO, B. 2000. A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural. São Leopoldo, Unisinos. 473 p.
- SCOTT, D.A. & JONES, T.A. 1995. Classification and inventory of wetlands: a global overview. *Vegetatio* 118: 3-16.
- SHINE, C.; KLEMM, C. 1999. Wetlands, water and the law. Using law to advance wetland conservation and wise use. Gland, Ramsar Convention Bureau, 332.

- TAYLOR, A.R.D.; HOWARD, G.W. & BEGG, G.W. 1995. Developing wetland inventories in Southern Africa: A review. *Vegetatio* 118: 57-79.
- WILEN, B.O. & BATES, M.K. 1995. The U.S. Fish and Wildlife Service's National wetland inventory project. *Vegetatio* 118: 81-101.
- ZALIDIS, G.C. & MANTZAVELAS, A.L. 1996. Inventory of Greek wetlands as natural resources. *Wetlands* 16: 548-556.

Tabela 1. Formações palustres do município de São Leopoldo.

Número	Nome	Localização	Área (ha)	Perímetro (Km)	Comprimento (Km)	Localização UTM
1	Wasum	Bairro Stº Dumont	32,18	4,79		(A)486231, (B)486555 (A)6708582, (B)6708878
2	Steigleder	Bairro Stº Dumont	3,72	0,82		487028 6709639
3	Imperatriz	Bairro São José	2,23	2,46		487191 6707774
4	Imperatriz	Bairro São José	63,54	6,01		488016 6707809
5	Imigrante	Bairro Integração	4,87	0,90		488306 6709437
6	Imigrante	Bairro Integração	0,32		0,81	488854 6709904
7	Imigrante	Bairro Integração	19,32	3,31		(A)489312, (B)489258 (A)6709572, (B)6709907
8	Haneker	Bairro Quilombo	0,20	0,18		491474 6704225
9	BR 116	Bairro Campina	5,20	1,09		484773 6708135
10	Daudt	Bairro São Miguel	10,77	1,51		483953 6707389
11	Parque do Trabalhador	Bairro Vicentina	1,57	2,95		482850 6705642
12	Parque do Trabalhador	Bairro Vicentina	1,55	0,60		483271 6705540
13	Paim	Bairro Vicentina	6,56	1,48		48346 6706750
14	Parque do Trabalhador	Bairro Vicentina	6,18		1,35	48346 6706750
15	Rio Velho	Bairro Vicentina	13,67	2,63		482308 6705325
16	Rio Velho	Bairro Vicentina	6,95	1,71		482629 6706498
17	Paim	Bairro Vicentina	2,08	0,80		483043 6706969
18	Rio Velho	Bairro Vicentina	3,14	0,73		48418 6707313
19	Base Ecológica	Bairro Vicentina	1,34	0,04		482499 6706921
20	Rio Velho	Bairro Vicentina	16,29	4,01		482200 6706693
21	Parque do Trabalhador	Bairro Vicentina	3,76	0,10		482206 6705864
22	Base Ecológica	Bairro Vicentina	0,78		6,87	482232 6705999
23	Tasch	Bairro Vicentina	4,53	3,35		(A)481731, (B)481483 (A)6707256, (B)6706950
24	Tasch	Bairro Vicentina	1,32	0,65		481986 6706346
25	Tasch	Bairro Vicentina	2,20	0,73		480769 6707320
26	Tasch	Bairro Vicentina	1,72	0,55		480070 6708194

27	Tasch	Bairro Vicentina	8,33	0,14	479933	6708879
28	Jd Phoenix	Bairro Campina	56,45	6,07	482314	6708960
29	Scherer	Bairro Campina	3,20	1,49	481811	6708268
30	Rio morto	Bairro Campina	2,83	0,95	482226	6707682
31	Rio morto	Bairro Campina	11,94	0,31	482526	6707663
32	Rio morto	Bairro Campina	0,83	0,28	482937	6707922
33	Rio morto	Bairro Campina	5,55	1,04	483096	6708532
34	Parque do Trabalhador	Bairro Vicentina	1,33	0,45	481687	6706484
35	Arroio da Manteiga	Bairro Stª Marta	1,54	0,58	481700	6706483
36	Parque do Trabalhador	Bairro Vicentina	0,16	0,57	482905	6705839

Tabela 2. Lagoas do município de São Leopoldo.

Número	Nome	Localização	Área (ha)	Perímetro (Km)	Comprimento (Km)	Localização UTM
1	Santos Dumont	Bairro Santos Dumont	0,27		0,27	487032 6709483
2	Santos Dumont	Bairro Santos Dumont	0,02	0,07		486986 6709470
3	Santos Dumont	Bairro Santos Dumont	0,21	0,29		486793 6709784
4	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,07	0,14		488181 6707907
5	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,01	0,06		488323 6707902
6	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,04	0,12		488354 6707914
7	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,02		0,08	488366 6707942
8	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,03	0,09		488355 6708006
9	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,01	0,06		488336 6708093
10	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,02	0,06		488364 6708144
11	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,10	0,15		488353 6708187
12	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,04		0,11	488377 6708229
13	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,02	0,09		487052 6707219
14	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,36		0,65	488004 6709799
15	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,05		0,13	487970 6709971
16	Integração	Integração - Rio dos Sinos	0,03		0,08	488799 6710047
17	Integração	Integração - Rio dos Sinos	0,21		0,22	487321 6709327
18	Integração	Integração - Rio dos Sinos	0,60	0,37		491393 6710188
19	Integração	Integração - Rio dos Sinos	0,30	0,27		491384 6710233
20	Integração	Integração - Rio dos Sinos	0,11	0,15		491517 6710289
21	Integração	Integração - arroio Peão	0,60	0,37		491497 6710165
22	Wasum	Bairro Santos Dumont	0,21	0,29		486896 6708974
23	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,11	0,15		488206 6707929
24	Imperatriz	Bairro Pinheiros	0,30	0,32		488594 6708037
25	Imigrante	Bairro Imigrante	0,09		0,15	488873 6710107
26	Imigrante	Bairro Imigrante	0,10	0,15		489664 6709369

Tabela 3. Lagoas permanentes do município de São Leopoldo.

Número	Nome	Localização	Área (ha)	Perímetro (Km)	Comprimento (Km)	Localização UTM
1	Steigleder	Bairro Santos Dumont	1,33	0,79		486203 6709092
2	Steigleder	Bairro Santos Dumont	1,97	1,30		486454 6707894
3	Steigleder	Bairro Santos Dumont	0,14	0,19		486410 6708068
4	das Camélias	Bairro Pinheiro	1,21	0,56		487557 6707812
5	Imperatriz	Bairro Pinheiro	3,28		2,50	487752 6707692
6	Imperatriz	Bairro Pinheiro	0,02	0,25		487852 6707652
7	Imperatriz	Bairro Pinheiro	0,06	0,12		487881 6707544
8	Imperatriz	Bairro Pinheiro	0,07	0,15		487917 6707669
9	Imperatriz	Bairro Pinheiro	0,07		0,15	487932 6707605
10	Imperatriz	Bairro Pinheiro	0,02		0,08	487947 6707550
11	Imperatriz	Bairro Pinheiro	0,23	0,33		487992 6707566
12	Imperatriz	Bairro Pinheiro	0,23	0,36		488060 6707688
13	Imigrante	Integração	1,32	1,18		488467 6709675
14	Daudt	Integração	0,13	0,14		490950 6709923
15	Daudt	Integração	0,24	0,73		491173 6709709
16	Daudt	Integração	0,18	0,22		491187 6709483
17	Daudt	Integração	0,16	0,17		491392 6710018
18	Integração	Integração	0,43	0,31		491217 6709075
20	Boa Saúde	Boa Saúde	0,55	0,31		482402 6716749
21	Boa Saúde	Boa Saúde	2,61	0,66		481298 6716311
22	Boa Saúde	Boa Saúde	12,57	1,55		482221 6715500
23	Boa Saúde	Boa Saúde	0,16	0,16		481964 6715941
24	Boa Saúde	Boa Saúde	0,15	0,15		482032 6715910
25	Fazenda FUNRESOLI	Arroio da Manteiga	0,71	0,46		479932 6711045
26	Fazenda FUNRESOLI	Arroio da Manteiga	0,86	0,40		479731 6710735
27	Fazenda FUNRESOLI	Arroio da Manteiga	0,69	0,37		480917 6710794

28	Fazenda FUNRESOLI	Arroio da Manteiga	0,23	0,21	480713	6709462
29	Campina	Campina	0,39		480736	6709184
30	Campina	Campina	0,32		481852	6709085
31	Campina	Campina	2,50	1,84	480200	6708960
32	Campina	Campina	0,99		480691	6707643
33	Campina	Campina	0,89		482772	6706906
34	Granja 19 Bimtz	Cristo Rei	0,64	0,33	484440	6704627
35	Haneker	Quilombo	0,91		492361	6703921
36			0,22	1,84	(A) 482770, (B) 482870	(A)6709119, (B) 6709066

Tabela 4. Rio e arroios do município de São Leopoldo. * O arroio Kruze é formado pelo Arroio Daudt (Morro de Paula, nascente do A. Kruze); Arroio do Padre (Barreira), com 0,34Km; Arroio Rost (São Borja) com 3,227Km e Arroio Campestre (Santo André/Campestre) com 2,377Km de comprimento.

Número	Nome	Localização (Bairro)	Comprimento (Km)	Localização UTM
1	Arroio Peão	Feitoria (integração/COHAB)	9,46	491529 6710309
2	Arroio Kruze *	Pinheiro/São José	8,94	486277 6707761
3	Arroio Cerquinha	Santos Dumont/ Boa Saúde	9,35	483686 6709725
4	Arroio Bopp	Boa Vista/ Boa Saúde	14,04	481273 6706261
5	Arroio Gaúcho	Santos Dumont	3,44	486881 6709791
6	Arroio Manteiga	da Santa Marta	5,93	482483 6709154
7	Rio dos Sinos	São Leopoldo	20,81	

Figura 1. Localização do município de São Leopoldo.

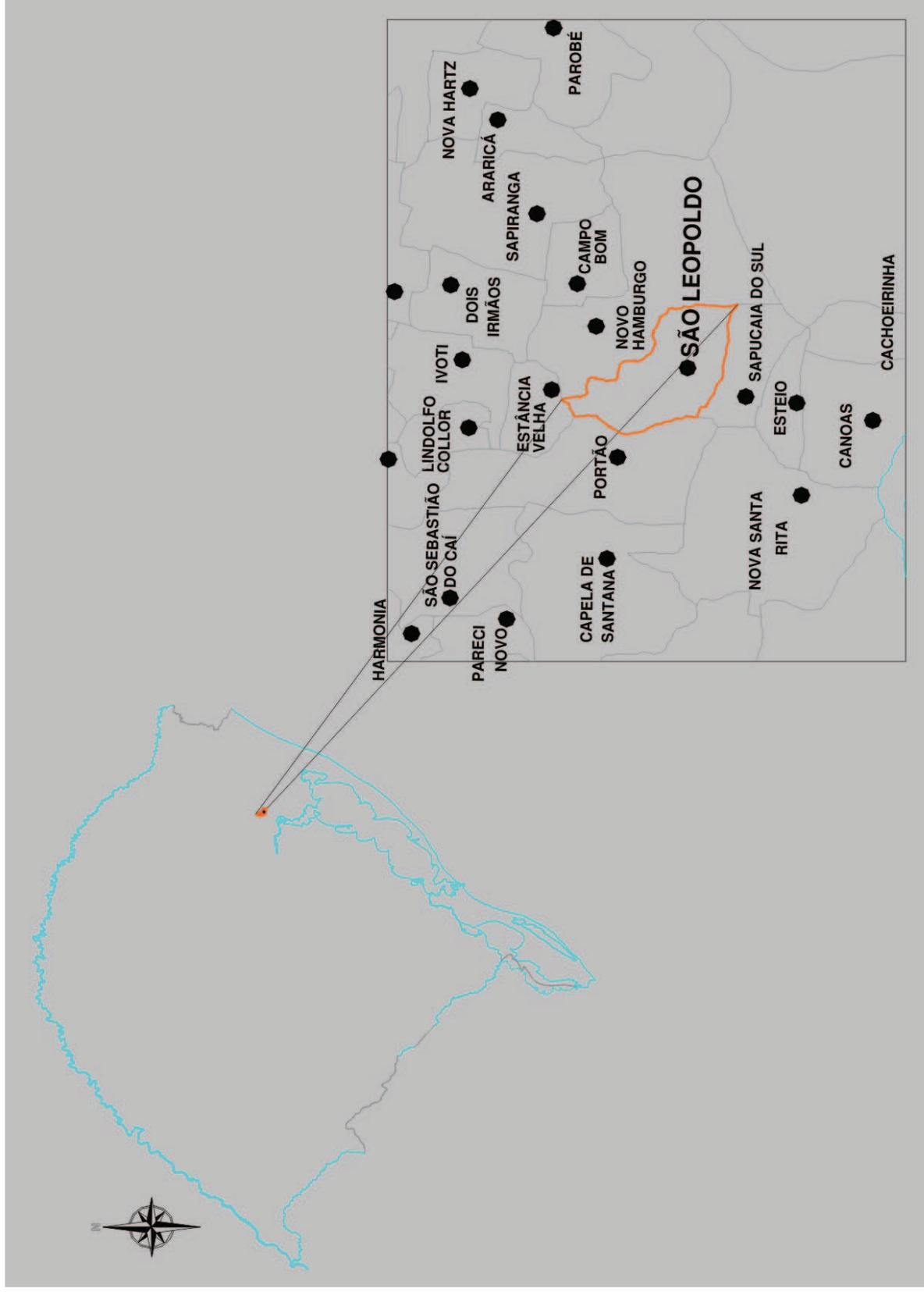
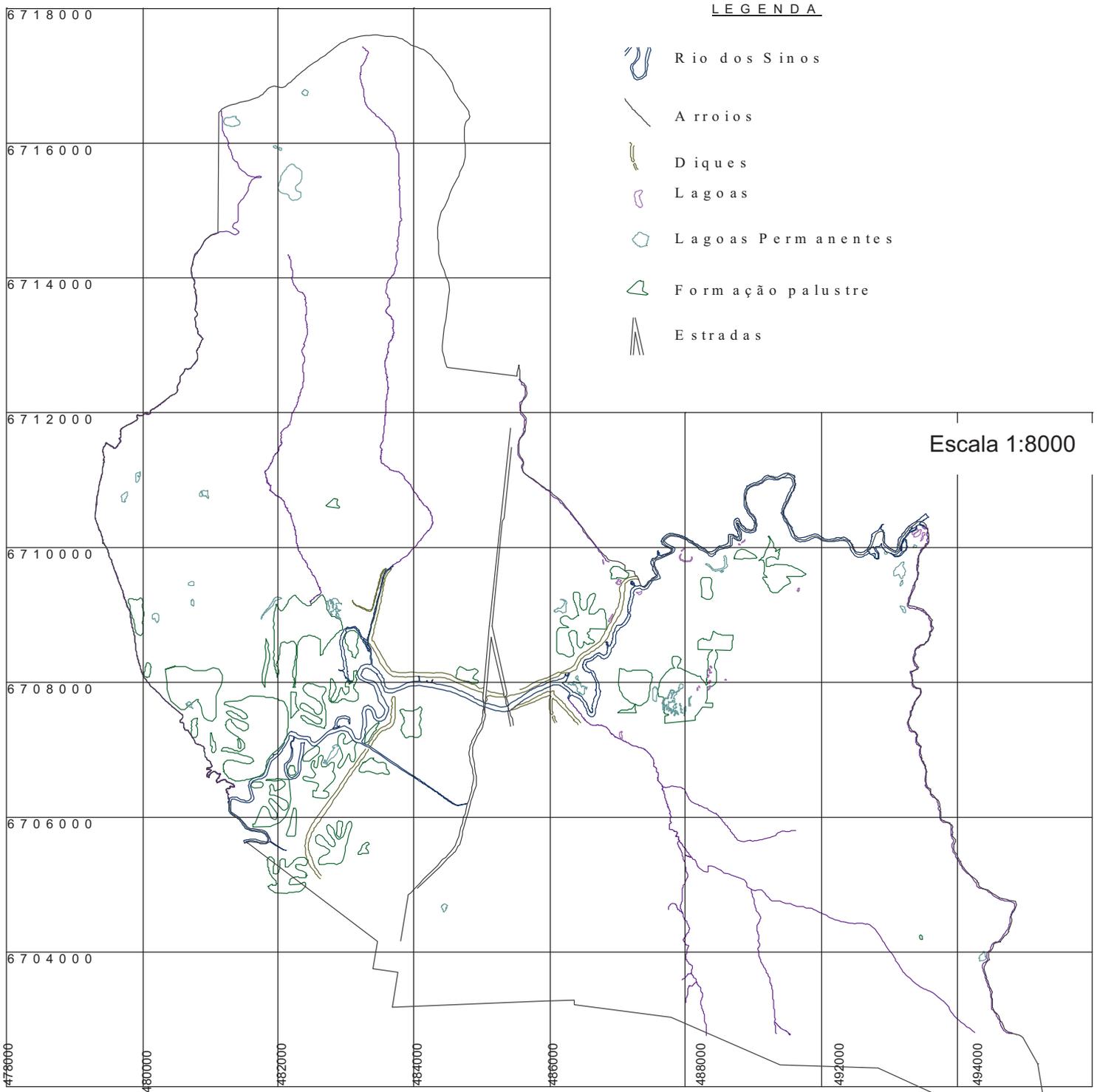


Figura 2. Mapa das áreas úmidas de São Leopoldo.



Abstract:

The wetlands are transitional areas among terrestrial and aquatic systems and present high biological diversity and productivity. In this sense, they are important patches for biodiversity conservation programs. The objectives of this study were to recognize the macrophytes diversity in wetlands of São Leopoldo and to recognize patterns (area, altitude and class) that explain the macrophyte diversity. A total of 25 different wetland classes and sizes were collected using as tool the "Aqua-Rap" Program. The relationship between macrophytes diversity, size and altitude of wetlands was calculated through the linear regression and the relationship between macrophyte diversity and class of wetlands was calculated through a variance analysis. A total of 99 species of aquatic macrophytes belonging to three divisions was observed in São Leopoldo. The lack of any correlation between macrophyte diversity and wetlands altitude, class and size indicated that these criteria do not identify places of high biological diversity in the São Leopoldo.

Key words: Wetlands, conservation, aquatic macrophyte, Aqua-RAP, São Leopoldo.

Resumo:

As áreas úmidas apresentam alta diversidade biológica e são locais de transição entre os sistemas terrestres e aquáticos, reunindo informações biológicas de ambos sistemas. Os objetivos deste trabalho foram reconhecer a diversidade de macrófitas aquáticas em áreas úmidas do município de São Leopoldo e reconhecer padrões (área, altitude e classe) que explique a diversidade de macrófitas. Um total de 25 áreas úmidas de diferentes classes e tamanhos foi amostrado usando como ferramenta o programa "Aqua-Rap". As áreas úmidas amostradas foram divididas em quatro classes: planície de inundação, formação palustre, lagoa e sistema misto. A relação entre diversidade de macrófitas, tamanho e altitude de áreas úmidas foi calculada através da regressão linear e a relação entre riqueza e classe de área úmida foi comparada através de uma análise de variância. Em São Leopoldo, foram encontradas 99 espécies de macrófitas aquáticas pertencentes a três divisões. A ausência

* Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos, UNISINOS, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil.
maltchik@cirrus.unisinos.br. www.saude.unisinos.br/laboratorios/lecea

de correlação entre riqueza de macrófitas e altitude, classe e tamanho de áreas úmidas indica que estes critérios não identificam locais de alta diversidade no município de São Leopoldo.

Palavras chave: Áreas úmidas, conservação, macrófitas aquáticas, Aqua-RAP, São Leopoldo.

Introdução

A seleção de áreas prioritárias é um grande desafio para a conservação da biodiversidade. A riqueza de espécies e a composição das comunidades são critérios importantes para a conservação e desempenham um papel relevante nas pesquisas relacionadas à perda da diversidade global (Sarkar & Margules, 2002). Com base nessas análises, o Programa de Avaliação Rápida para Biodiversidade (“Rapid Assessment Program” – RAP) foi criado em 1992 pela “Conservation International” para gerar informações que auxiliem ações de conservação e de proteção da biodiversidade de regiões biologicamente prioritárias. A partir de 1995, foi criado o Programa Aqua-RAP, destinado a levantamentos rápidos da biodiversidade de sistemas aquáticos continentais (Fonseca, 2001).

As áreas úmidas estão entre os ecossistemas mais importantes da Terra, e algumas classes desses sistemas foram responsáveis pela produção de grande parte dos combustíveis fósseis usados atualmente (Mitsch & Gosselink, 2000). As áreas úmidas são áreas de transição entre os sistemas terrestres e aquáticos, reunindo informações biológicas de ambos sistemas (Mitsch & Gosselink, 2000). Estes sistemas funcionam como reservas biológicas devido à extensa cadeia trófica e a alta biodiversidade que suportam (Tiner, 1999).

Uma das características hidrológicas da América do Sul é a presença de grandes áreas úmidas (Neiff, 2001). Neiff (2001) considerou que a diversidade biológica na América do Sul é um parâmetro positivamente correlacionado com o tamanho das áreas úmidas. Maltchik *et al.* (2002), Matsubara *et al.* (2002) e Stenert *et al.* (2002) encontraram áreas úmidas de pequeno tamanho com alta diversidade biológica no sul do Brasil, e sustentaram que pequenas áreas úmidas também deveriam ser incluídas em programas de conservação.

As áreas úmidas são ilhas de água continentais isoladas por ambientes terrestres. A relação entre área e diversidade de espécies tem sido investigada por vários pesquisadores,

e numerosos estudos e experimentos têm desenvolvido teorias relacionando estes parâmetros (MacArthur & MacArthur, 1961; Petit & Petit, 1999). Entretanto, a maioria dessas pesquisas, foi realizada em fragmentos florestais e dirigidas a estudos de conservação (Harris, 1984; Fernandez, 1997). Em áreas úmidas, estudos que analisam a relação entre diversidade de espécies e tamanho de sistemas são escassos (Tyser, 1983, Brown & Dinsmore, 1986, Maltchik *et al.* 2002, Matsubara *et al.*, 2002, Stenert *et al.*, 2002).

A diversidade e distribuição de plantas aquáticas são pouco conhecidas no Brasil (Pott & Pott, 1997; Pott & Cervi, 1999). No Rio Grande do Sul, a maioria dos trabalhos de diversidade de macrófitas aquáticas em áreas úmidas está restrita a determinados segmentos dos ecossistemas ou unidades geomorfológicas (Irgang & Gastal, 1996, Oliveira *et al.*, 1988; Gastal & Irgang, 1997; Rosa & Irgang, 1998; Maltchik *et al.*, 2002). Os objetivos deste trabalho foram: 1) reconhecer a diversidade de macrófitas aquáticas em áreas úmidas do município de São Leopoldo e; 2) reconhecer padrões (área, altitude e classe) que explique a diversidade de macrófitas no município de São Leopoldo, com a finalidade de identificar critérios de conservação.

Área de estudo

O município de São Leopoldo está situado na região da Encosta Inferior do Nordeste do Rio Grande do Sul (localização 51° 08' W e 29° 46' S), pertencendo à Grande Porto Alegre (33 km da capital). A área total do município é de 103,10 km² e altitude média de 26 m acima do nível do mar. Com uma população de 203.445 habitantes, o município apresenta clima Subtropical e tem como limites as cidades de Novo Hamburgo, Portão, Estância Velha, Sapucaia do Sul. A cidade de São Leopoldo está localizada no trecho inferior do Rio dos Sinos e é um dos municípios mais industrializados da região.

A formação vegetal característica do município de São Leopoldo é constituída por parques de maricás (*Mimosa bimucronata* (DC) O. Kze), densamente distribuídos sobre a planície de inundação do rio dos Sinos e seus afluentes. A vegetação emergente que acompanha o maricá é constituída principalmente por galerias de ingás (*Inga uruguensis* Hook & Arn.) e salgueiros (*Salix humboldtiana* Willd.), podendo ocorrer em menor abundância angicos (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) e figueiras (*Ficus organensis* (Miq.) Miq.) (Rambo, 2000).

As áreas úmidas do município de São Leopoldo totalizam uma área de aproximadamente 348,54 ha (3,38%), distribuída entre formações palustres (308,13 ha),

lagoas (3,91 ha), lagoas permanentes (36,5 ha) e sistemas lóticos (71,97 km de extensão). As áreas úmidas estão concentradas nas margens do rio dos Sinos (Maltchik *et al.*, 2003).

Material e métodos

A coleta de macrófitas aquáticas foi realizada usando o programa “Aqua-Rap” (Chernoff *et al.*, 1996), uma extensão do programa “RAP” – “Rapid Assessment Program” (Mittermeier & Forsyth, 1992). Este programa utiliza uma combinação de métodos rápidos de registro de espécies, buscando maximizar o número de pontos amostrados e o número de espécies coletadas por habitat.

Um total de 25 áreas úmidas de diferentes classes e tamanhos foi amostrado. As áreas úmidas amostradas foram selecionadas de acordo com as seguintes características: acesso, presença de macrófitas, tamanho, classe e altitude das áreas úmidas. As áreas úmidas amostradas foram divididas em quatro classes: planície de inundação, formação palustre, lagoa e sistema misto. A maioria das áreas úmidas analisadas recebe influência de água proveniente de precipitação, escoamento superficial, e descarga de água subterrânea em diferentes combinações. A principal diferença das formações palustres e das lagoas é o grau de interação entre o volume de água e a área da drenagem. A influência do ecossistema terrestre é máxima nas formações palustres e reduz à medida que a relação entre volume de água e área de drenagem decresce (Bernaldez & Montes 1989). As planícies de inundação são áreas inundadas periodicamente pelas águas superficiais de rios e lagoas. Os sistemas mistos são os sistemas que apresentaram duas ou mais classes de áreas úmidas.

As coletas de macrófitas foram realizadas entre janeiro e abril de 2003. O tempo de coleta variou entre 20 e 70 minutos, dependendo do tamanho da área úmida. O tamanho das áreas úmidas foi medido com uma trena de 50 m (até 2 ha). As áreas úmidas com tamanhos entre 2 e 10 ha foram estimadas através de um fragmento do sistema de 2 ha (medido com a trena). As macrófitas foram coletadas ao longo de toda área úmida e distribuída em vários habitats (profundidades e distância da margem). O esforço amostral nas áreas úmidas de diferentes tamanhos foi suficiente para percorrer a margem e a maioria dos habitats dos sistemas analisados e constatar a diferença na riqueza de espécies.

As amostras coletadas foram desidratadas em estufa a 60°C, por aproximadamente 72 horas e identificadas com auxílio de chaves analíticas e bibliografia especializada (Burkart, 1974; Cabrera, 1967, 1968, 1974; Kissmann, 1991, 1992; Kissmann & Groth, 1995;

Lombardo, 1982, 1983, 1984; Alonso, 1997), sendo algumas específicas para o sul do Brasil (Sehnem, 1979; Irgang & Gastal, 1996). Algumas amostras foram preservadas *in situ* com álcool (70%) e identificadas no laboratório. A diversidade de macrófitas aquáticas corresponde ao número de espécies encontradas em cada área úmida analisada. Amostras de herbários não foram consideradas neste trabalho. Os exemplares de macrófitas aquáticas foram depositados no herbário PACA, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

A localização e a altitude das áreas úmidas foram obtidas através do Sistema de Posicionamento Global (Personal Navigator, model GPS III Plus). Quanto à frequência, as espécies foram classificadas como constantes (100% das coletas), freqüentes (99-50%), esporádicas (49-10%) e ocasionais (9-1%) (Ávila, 2002). As formas biológicas das macrófitas aquáticas foram classificadas conforme Pedralli (1990). A relação entre diversidade de macrófitas, tamanho e altitude de áreas úmidas foi calculada através da regressão linear e a relação entre riqueza de macrófitas e classe de área úmida foi comparada através de uma análise de variância (ANOVA).

Resultados

Um total de 99 espécies de macrófitas aquáticas distribuídas entre 30 famílias, pertencentes a três divisões (Briophyta, Pteridophyta e Magnoliophyta) foram encontradas no município de São Leopoldo (Tabela I). A divisão Briophyta esteve representada por apenas uma espécie. A divisão Pteridophyta esteve representada por duas espécies de um mesmo gênero. A divisão Magnoliophyta apresentou 28 famílias, sendo nove pertencentes à classe Liliopsida e 19 pertencentes à classe Magnoliopsida. As famílias com maior riqueza de espécies foram Cyperaceae (19 espécies) com 19,2% e Poaceae (14 espécies) com 14,1% das espécies coletadas.

Quanto à frequência nenhuma das espécies coletada foi constante. Apenas três espécies (3,1%) foram consideradas freqüentes: *Ludwigia grandiflora* (Mitchx.) Zard., Gu & Raven, *Mimosa bimucronata* (DC) O. Kze e *Polygonum punctatum* Ell.. A maioria das espécies (96,9%) foi considerada esporádica (42,4 %) e ocasional (54,5%). Quanto às formas biológicas, as macrófitas foram classificadas como: anfíbias (77,8%), emergentes (34,3%), flutuantes livres (12,1%), submersas fixas (6,1%), epífitas (2,0%), flutuantes fixas (2,0%) e submersas livres (1,0%). Algumas espécies de macrófitas aquáticas apresentaram mais de uma forma biológica (27,3%) (Tabela I).

No município de São Leopoldo, a riqueza de macrófitas aquáticas não esteve relacionada ao tamanho da área úmida ($R^2=0,030$, $F=0,701$, $P=0,411$). Foram observadas áreas úmidas de pequeno tamanho com alta (St° Dumont - 21 espécies) e baixa diversidade de macrófitas (Vicentina II – 11 espécies) e grandes áreas úmidas com baixa (Imigrante I - 7 espécies) e alta diversidade de macrófitas (Parque do trabalhador - 19 espécies). Enquanto que a maior diversidade de macrófitas aquáticas foi encontrada em áreas úmidas de pequeno tamanho (Barreira - 0,05ha com riqueza de 24 espécies e Santos Dumont - 0,5ha com riqueza de 21 espécies), a menor diversidade foi observada em uma área de 10ha. Somente três áreas úmidas apresentaram riqueza inferior a 10 espécies (Tabela II).

A diversidade de macrófitas não esteve correlacionada com a classe de área úmida ($F=1,723$; $P=0,170$). As formações palustres (20% do total de áreas inventariadas) apresentaram a maior diversidade de macrófitas (entre 11 e 24 espécies). Enquanto que a riqueza de macrófitas variou entre 18 e 9 espécies nas lagoas (32%), a riqueza variou entre 18 e 8 espécies nas planícies de inundação (20%). A menor diversidade de macrófitas aquáticas foi observada nos sistemas mistos (28%) (7 espécies). A riqueza de macrófitas aquáticas não esteve relacionada à altitude ($R^2=0,151$ $F= 4,092$ $P=0,055$).

Discussão

A diversidade de macrófitas no município de São Leopoldo foi alta, principalmente quando comparada a outros estudos realizados na bacia do Rio dos Sinos. Enquanto Maltchik *et al.* (2002) encontraram 56 espécies de macrófitas em um levantamento rápido da diversidade na bacia do rio dos Sinos, Rosa & Irgang (1998) identificaram 104 espécies de macrófitas em um estudo sistemático em uma planície de inundação do rio dos Sinos. Estudo desenvolvido anteriormente, em uma lagoa associada a um sistema de planície de inundação na bacia do rio dos Sinos, demonstrou que a riqueza de macrófitas variou ao longo de ciclo anual. Entretanto, o número total de espécies encontrado foi inferior a diversidade encontrada nas áreas úmidas da bacia (Maltchik *et al.*, 2004). Esses resultados indicaram que as variações de riqueza ao longo do ano podem ter menor importância em levantamentos rápidos de macrófitas aquáticas e sugeriram que o Programa de Avaliação Rápida é uma ferramenta eficaz para avaliar a diversidade desta comunidade em áreas úmidas do sul do Brasil.

O maior número de espécies de macrófitas encontrado no município de São Leopoldo pode ser devido ao fato de que todas as áreas úmidas analisadas estavam localizadas no trecho inferior da bacia do rio dos Sinos, onde possivelmente apresenta uma maior complexidade de habitats, proporcionando assim, uma maior diversidade de macrófitas aquáticas. Outra característica importante das áreas úmidas analisadas é a proximidade com o rio dos Sinos (Maltchik *et al.* 2002). Neste sentido, as inundações conectam temporariamente os diferentes ecossistemas aquáticos, permitindo o intercâmbio de informações biológicas (dispersão de propágulos vegetativos). Benke *et al.* (1999) relataram que a inundação não é somente importante para a troca de matéria orgânica entre o canal principal do rio e o sistema de inundação, mas também porque proporciona habitats temporários para diversos organismos aquáticos (Ross & Baker, 1983; Welcomme, 1985).

As macrófitas aquáticas apresentam uma ampla distribuição geográfica. Sculthorpe (1967) sustentou que 60% das espécies de macrófitas são cosmopolitas. A maioria das espécies encontradas nas áreas úmidas de São Leopoldo foi esporádica e ocasional, indicando que composição de macrófitas foi diferente entre as áreas úmidas estudadas. Esta característica também foi identificada em outros estudos realizados na bacia do rio dos Sinos (Maltchik *et al.*, 2002). Rosa e Irgang (1998) sustentaram que o regime hidrológico, a saturação hídrica do solo, a profundidade do lençol freático, as perturbações antrópicas e a dinâmica sucessional são alguns dos fatores que podem influenciar a composição de macrófitas da região.

A relação entre diversidade de espécies e tamanho de ecossistema foi estudada por diversos pesquisadores (MacArthur & MacArthur, 1961; Petit & Petit, 1999). Vários estudos têm investigado a relação entre riqueza de espécies e tamanho de áreas úmidas (Snodgrass *et al* 2000), inclusive na bacia do Rio dos Sinos (Matsubara *et al* 2002, Stenert *et al* 2002). Maltchik *et al.* (2002) encontraram uma relação positiva entre diversidade de macrófitas e tamanho de áreas úmidas na bacia estudada. No município de São Leopoldo, a riqueza não esteve relacionada com o tamanho da área úmida. Este resultado pode ser consequência da alta diversidade encontrada em algumas áreas úmidas de pequeno tamanho, indicando que o tamanho do sistema não é um critério que identifica áreas de alta diversidade biológica. Este resultado sustentou as afirmações de Oertli *et al* (2002) de que tamanho da área úmida não deve ser o único critério para estabelecer áreas de conservação.

Estudos demonstraram a importância das classes de áreas úmidas na diversidade biológica (Matsubara *et al* 2002, Stenert *et al* 2002, Maltchik *et al.* 2002). A ausência de

correlação entre diversidade de macrófitas e classe de área úmida mostrou que a classe não é um critério que identifica sistemas de grande diversidade biológica.

Estudos mostram a importância da altitude para distribuição (Ferreira & Moreira, 1999; Heegaard *et al.*, 2001) e riqueza de macrófitas aquáticas (Rorslett, 1991; Murphy, 2002; Oertli *et al.*, 2002). A ausência de relação entre a diversidade de macrófitas e a altitude das áreas úmidas, no município de São Leopoldo, pode ser consequência da pequena variação da altitude do município (7-47m). Esse resultado indica que a altitude não é um critério importante para reconhecer áreas de alta diversidade em pequena escala espacial.

Os resultados desta pesquisa demonstraram uma grande diversidade e uma diversificada composição de macrófitas nas áreas úmidas de São Leopoldo, e que o tamanho, a altitude e a classe de área úmida não são critérios importantes para identificar áreas de alta diversidade biológica. Entretanto, a alta diversidade de macrófitas nas áreas úmidas de pequeno tamanho indica que estes sistemas devem ser incluídos nos programas de conservação do município de São Leopoldo e as variáveis ambientais (hidroperíodo, conectividade, uso da terra e outras) devem ser avaliadas para uma melhor compreensão dos padrões de diversidade nesta região.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, E. 1997. *Plantas acuáticas de los Humedales del Este*. Probides, Montevideo, 238 p
- AVILA, I.R. 2002. Diversidade e estabilidade de fitoplâncton em uma lagoa associada a uma planície de inundação do Rio dos Sinos, RS. *Dissertação (Mestrado em Biologia)*. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 67p.
- BENKE, A.C.; CHAUBEY, I.; WARD, M. & DUNN, E.L. 2000. Flood pulse dynamics of an unregulated river floodplain in the southeastern U. S. Coastal Plain. *Ecology*, 81 (10): 2730 – 2741.
- BERNALDEZ, F.G. & MONTES, C. 1989. *Los humedales del acuífero de Madrid: Inventario y tipología basada em su origem y funcionamiento*. Canal de Isabel II, Madrid.
- BROWN, M. & DINSMORE, J.J. 1986. Implications of marsh size and isolation for marsh bird management. *J. Wildlife Manag.*, 50:392- 397.
- BURKART, A. 1974. *Flora Ilustrada de Entre Rios*. Tomo VI. INTA, Buenos Aires.
- CABRERA, A.L. 1967. *Flora de la Provincia de Buenos Aires*. Parte III. INTA, Buenos Aires.

- CABRERA, A.L. 1968. *Flora de la Provincia de Buenos Aires*. Parte I. INTA, Buenos Aires.
- CABRERA, A.L. 1974. *Flora de la Provincia de Buenos Aires*. Parte VI. INTA, Buenos Aires.
- CHERNOFF, B.; BARRIGA, R.; FORSYTH, A.; FOSTER, R.; LEON, B.; MACHADO-ALLISON, A.; MAGALHÃES, C.; MENEZES, N.; MOSKOVITS, D.; HORTEGA, H. & SARMIENTO, J. 1996. Aqua-Rap. Rapid Assessment Program for the Conservation of Aquatic Ecosystems in *Latin America*. *Mimeo.*, 8p + Annex.
- FERNANDEZ, F.A.S. 1997. Efeitos da fragmentação de ecossistemas: A situação das unidades de conservação. *An. Congr. Bras. Unid. Conserv.*, 1:48-68.
- FERREIRA, M.T. & MOREIRA, I.S. 1999. River plants from an Iberian basin and environmental factors influencing their distribution. *Hydrobiologia*. (415): 101-107.
- FONSECA, G.A.B. 2001. Proposta para um Programa de Avaliação Rápida em Âmbito Nacional, in: GARAY, I. & DIAS, B.F.S. eds. *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais*. Ed. Vozes, Petrópolis, 431pp.
- GASTAL JR, C.V.S. & IRGANG, B.E. 1997. Levantamento de macrófitas aquáticas do Vale do Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia: Bot.*, 49:3-9.
- HARRIS, L.D. 1984. *The Fragmented Forest: Island Biogeographic Theory and the Preservation of Biotic Diversity*. Chicago University Press, Chicago.
- HEEGAARD, E.; BIRKS, H.H.; GIBSON, C.E; SMITH, S.J. & WOLFE, M.S. 2001. Species-environmental relationships of aquatic macrophytes in Northern Ireland. *Aquatic Botany*. 70 (3): 175-223.
- IRGANG, B.E. & GASTAL JR, C.V.S. 1996. *Macrófitas aquáticas da planície costeira do RS*. Porto Alegre. 290 p.
- KISSMANN, K.G. & GROTH, D. 1995. *Plantas infestantes e nocivas*. Tomo III. BASF, São Paulo, 683 p.
- KISSMANN, K.G. 1991. *Plantas infestantes e nocivas*. Tomo I.. BASF, São Paulo, 608p.
- KISSMANN, K.G. 1992. *Plantas infestantes e nocivas*. Tomo II.. BASF, São Paulo, 797p.
- LOMBARDO, A. 1982. *Flora Montevidensis*. Tomo I. Montevideo.
- LOMBARDO, A. 1983. *Flora Montevidensis*. Tomo II. Montevideo.
- LOMBARDO, A. 1984. *Flora Montevidensis*. Tomo III. Montevideo.
- MacARTHUR, R.H. & MacARTHUR, J. 1961. On bird species diversity. *Ecology*, 42:594-598.
- MALTCHIK, L.; BERTOLUCI, V.D.M. & ERBA, D.A. 2003. Inventário das áreas úmidas do município de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas Botânica*. 53:79-88.

- MALTCHIK, L.; ROLON, A.S.; GROTH, C. 2002. Diversidade de macrofitas aquáticas em áreas úmidas da Bacia do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul. *Pesquisas Botânica*, 52:143-154.
- MALTCHIK, L.; ROLON, A.S.; GROTH, C. 2004. The Effects of Flood Pulse on the Macrophyte Community in a Shallow Lake of Southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 16: no prelo.
- MATSUBARA, C.P.; MALTCHICK, L. & TORGAN, L.C. 2002. Diversidade de algas planctônicas e sua relação com o tamanho de área úmida na Bacia do Rio dos Sinos (Rio Grande do Sul). *Pesquisas Botânica*. 52: 155-165.
- MITSCH, W.J., GOSELINK, J.G. 2000. *Wetlands*. John Wiley & Sons, New York. 920 p.
- MITTERMEIER, R.A. & FORSYTH, A. 1992. Conservation Priorities: The Role Of Rap. In: PARKER, T.A. & CARR, J.L. (eds.). Rapid Assessment Program: status of forests remnants in the cordillera de la Costa and Adjacent areas of south-western Ecuador. Washington, *Conservation International*.
- MURPHY, K.J. 2002. Plant communities and plant diversity in softwater lakes of northern Europe. *Aquatic Botany*. 73 (4): 287-324.
- NEIFF, J.J. 2001. Diversity in some tropical wetland systems of South America. In: GOPAL, B.; JUNK, W.J.; DAVIS, J.A. (Eds.). *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*. Leiden, Backhuys Publishers. pp. 157-186
- OERTLI, B.; JOEY, D.A.; CASTELLA, E.; JUGE, R.; CAMBIN, D. & LACHAVANNE, J.B. 2002. Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. *Biological Conservation*. 104: 59–70.
- OLIVEIRA, M. L. A. A.; NEVES, M. T. M. B.; STREHL, T.; RAMOS, R. L. D. & BUENO, O.L. 1988. Vegetação de macrófitos aquáticos das nascentes do Rio Gravataí (Banhado Grande e Banhado Chico Lomã), Rio Grande do Sul, Brasil - Levantamento preliminar. *Iheringia: Botânica*. 38: 67-80.
- PEDRALLI, G. 1990. Macrófitos aquáticos: técnicas e métodos de estudo. *Estudos de Biologia*, 26: 5-24.
- PETIT, L.J. & PETIT, D.R. 1999. Factors governing habitat selection by Prothonotary Warblers: field tests of Fretwell – Lucas models. *Ecological Monographs*, 66:367-387.
- POTT, V. L. & POTT, A. 1997. Checklist das macrófitas aquáticas do Pantanal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 11(2): 215-227.

- POTT, V.J. & CERVI, A.C. 1999. The family Lemnaceae Gray in the Pantanal wetland (Mato Grosso and Mato Grosso do Sul), Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*. 22 (2): 153-174.
- RAMBO, B. 2000. *A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural*. São Leopoldo, Unisinos. 473 p.
- RORSLETT, B., 1991. Principal determinants of aquatic macrophyte richness in northern European lakes. *Aquatic Botany*. 39: 173–193.
- ROSA, F.F. & IRGANG, B.E. 1998. Comunidades vegetais de um segmento da planície de inundação do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia: Botânica* 50: 75-87.
- ROSS, S.T. & BAKER, J.A. 1983. The response of fishes to periodic spring floods in a southeastern stream. *American Midland Naturalist*, 109:1 – 14
- SARKAR, S. & MARGULES, C. 2002. Operationalizing biodiversity for conservation planning. *J. Biosci.* 27: 299-308.
- SCULTHORPE, C.D. 1967. *The biology of aquatic vascular plants*. London, Edward Arnold.
- SEHNEM, A. 1979b. Salviniáceas, in: REITZ, R. (ed.) *Flora Ilustrada Catarinense*, Itajaí, Herb. Barbosa Rodrigues, 12p.
- SNODGRASS, J.W.; BRYAN JR, A.L.; LIDE, R. & SMITH, G. 2000. Factors affecting the occurrence and structure of fish assemblage in isolate wetlands of the upper coastal plain USA. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science*. 53: 443-454.
- STENERT, C.; SANTOS, E.M.; OLIVA, T.D. & MALTCHIK, L. 2002. Diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas na Bacia do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia*. 24(2): 157-172.
- TINER, R.W. 1999. *Wetlands indicators: a guide to wetland identification, delineation, classification and mapping*. New York, Lewis Publishers.
- TYSER, R.W. 1983. Species-area relation of cattail marsh avifauna. *Passenger Pigeon*, 45:125-128.
- WELCOMME, R.L. 1985. *River fisheries*. FAO Fisheries Technical Paper 262. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Tabela I: Diversidade de macrófitas aquáticas no município de São Leopoldo, formas biológicas, pontos de coleta e frequência. (A – anfíbia; E – emersa; EP – epífita; FF – flutuante fixa; FL – flutuante livre; SF – submersa fixa; SL – submersa livre). Os números indicados nos pontos de coleta correspondem aos apresentados na Tabela II.

Famílias	Espécies	Formas biológicas	Pontos	Frequência
Briophyta	Ricciaceae	Ricciocarpus natans (L.) Corda	FL 21	4%
	Salviniaceae	Salvinia herzogii De La Sota	FL 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13	40%
Pteridophyta		Salvinia minima Bak.	FL 3, 5, 11, 21, 24	20%
	Alismataceae	Echinodorus grandiflorus (Cham & Schl.) Michx.	A, E 11	4%
Magnoliophyta - Liliopsida		Echinodorus longiscapus Arech.	A, E 1, 2, 3, 4, 10, 11, 13, 14, 18	36%
		Sagittaria montevidensis Cham & Schl.	A, E 14, 16, 18	12%
	Araceae	Colocasia esculenta (L.) Schott.	A 22	4%
		Pistia stratiotes L.	FL 3, 4, 8, 9, 11, 12, 22, 24	32%
	Commelinaceae	Commelina diffusa Burm. f	A, E 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 22, 23	48%
		Floscopa glabrata (Kunth) Hassk.	E 16, 17, 18, 22, 23	20%
	Cyperaceae	Cyperus berroi (C. B. Cl.) Barros	EP 6	4%
		Cyperus brevifolius (Rottb.) Hassk	A 24	4%
		Cyperus esculentus L.	A 10	4%
		Cyperus ferax Rich.	A 6, 8, 12, 15, 16, 23, 25	28%
	Cyperus giganteus Vahl.	E 1, 5, 10	12%	
	Cyperus hermafroditus (Jacq.) Stand.	A 9, 21, 22	12%	
	Cyperus imbricatus Retz.	A 10, 12, 15, 24	16%	
	Cyperus lanceolatus Poir.	A 23, 24	8%	
	Cyperus luzulae (L.) Retz	A 4, 13	8%	
	Cyperus megapotamicus Kunth	A 22	4%	
	Cyperus sp.	A 19	4%	
	Eleocharis interstincta (Vahl.) Roem. & Schult.	E 25	4%	

	<i>Eleocharis maculosa</i> (Vahl) Roem. & Schult.	A	10, 24	8%
	<i>Eleocharis sellowiana</i> Kunth	A	13, 14	8%
	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	A	23	4%
	<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britt	A	9, 12, 21, 22, 23, 24	24%
	<i>Scirpus cubensis</i> Kunth	A, E	5	4%
	<i>Scirpus</i> sp.	A, E	9	4%
Lemnaceae	<i>Lemna minuta</i> Kunth	FL	21	4%
	<i>Lemna valdiviana</i> Phil.	FL	8, 11, 15, 20, 21	20%
	<i>Spirodela intermedia</i> W. Koch	FL	6, 8, 9, 11, 16, 25	24%
	<i>Wolffiella lingulata</i> (Hegelm.) Hegelm.	FL	8	4%
	<i>Wolffiella oblonga</i> (Phil.) Hegelm.	FL	21	4%
Poaceae	<i>Eragrostis</i> sp.	A	22, 23	8%
	<i>Echinochloa</i> sp.	A	17	4%
	<i>Hymenachne amplexicaules</i> (Rudge) Nees	A, E	16, 18	8%
	<i>Imperata</i> sp.	A	9	4%
	<i>Leersia hexandra</i> Sw.	SF, E, A	4, 16, 21, 25	16%
	<i>Luziola peruviana</i> Gmelin	SF, E, A	4, 7	8%
	<i>Panicum grumosum</i> Nees	A, E	1, 2, 10, 20	16%
	<i>Panicum rivulare</i> Trin.	A	4, 8, 11, 14, 16, 18, 20	28%
	<i>Panicum</i> sp.1	A	4, 5	8%
	<i>Panicum</i> sp.2	A	10	4%
	<i>Panicum</i> sp.3	A	10, 13, 17	12%
	<i>Paspalum distichum</i> L.	A	9, 12	8%
	<i>Paspalum pumilum</i> Nees	A	8, 12, 21	12%
	<i>Paspalum</i> sp.	A	18	4%
Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i> (Sw.) Kunth	FL, E	2, 3, 6, 11, 15, 16, 21, 23	32%
	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms-Laubach	FL, E	6	4%

	Heteranthera reiniformis Ruiz & Pavon	A, E	23, 24	8%	
	Pontederia lanceolata Nutt.	A, E	5, 13, 18, 25	16%	
Typhaceae	Typha latifolia L.	E	25	4%	
Xyridaceae	Xyris jupicai L.C.Rich	A, E	9	4%	
Magnoliophyta - Magnoliopsida	Acanthaceae	Hygrophila guaianensis Nees	A, E	1, 2, 4, 5, 10, 11, 13, 14, 18	36%
	Amaranthaceae	Alternanthera philoxeroides (Mart.) Gris.	A, E	1, 2, 3, 4, 13, 14, 18, 20, 24	36%
	Apiaceae	Centella asiatica (L.) Urban.	SF, A	18	4%
		Eryngium eburneum Decne.	A, E	4	4%
		Hydrocotyle ranunculoides L. f	FF, E	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 23, 24	36%
		Hydrocotyle verticillata Thumb	A, E	4, 6, 22, 24, 25	20%
		Lilaeopsis carolinensis Coutter & Rose	SF, A	24	4%
	Asteraceae	Bidens laevis (L.) B.S.P.	A, E, FL	15	4%
		Enhydra anagallis Gardn.	SF, E, A	3, 6, 7, 8, 9, 12, 18, 19, 21, 22	40%
		Mikania micrantha H.B.K.	A	8, 10, 16, 23, 25	20%
	Senecio bonariensis H. & A.	A	22, 23	8%	
	Senecio jurguensis Less.	A	8, 9, 23	12%	
Begoniaceae	Begonia cucullata Willd.	A	15	4%	
Capparidaceae	Cleome hassleriana Chodat	E	1, 10, 13	12%	
Euphorbiaceae	Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Smith & R.J. Downs	A	2, 4, 6, 13, 17	20%	
	Sebastiania schottiana (M.Arg.) M.Arg.	A	1, 5, 8, 18	16%	
Fabaceae	Erythrina crista-galli L.	A	9, 12, 16	12%	
	Inga uruguensis Hook. & Arn.	A	1, 2, 3, 5, 8, 9, 11, 15, 17, 20	40%	
	Mimosa bimucronata (DC) O. Kze	A	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 16, 17, 19, 20, 21	64%	
	Sesbania punicea (Cav.) Benth.	A	6, 8	8%	
	Sesbania virgata (Cav.) Pers.	A	6, 8, 16	12%	
	Vigna luteola (Jacq.) Benth.	A	16, 20	8%	
Haloragaceae	Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdcourt	SF	16	4%	

Labiata	<i>Hyptis fasciculada</i> Benth.	A	25	4%
Lentibulariaceae	<i>Utricularia gibba</i> L.	SL	23	4%
Melastomataceae	<i>Tibouchina asperior</i> (Cham) Cogn.	A	23	4%
	<i>Tibouchina cisplatensis</i> Cogn.	A	21, 23	4%
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i> (L.) O. Kze	FF, A	25	4%
Onagraceae	<i>Ludwigia decurrens</i> Walt.	A	12, 13, 22, 23	4%
	<i>Ludwigia grandiflora</i> (Michx.) Zard., Gu & Raven	A, E	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 22, 23, 24, 25	72%
	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) Hara	A	3, 15, 16, 20, 22, 25	24%
	<i>Ludwigia longifolia</i> (DC) Hara	A	14, 19, 25	12%
	<i>Ludwigia multinervia</i> (Hook. & Arn.) Ramam.	A	18	4%
	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) Raven	A, E	5, 7, 9, 11, 13, 21, 22, 23, 24	36%
	<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) Hara	A	6, 7, 11, 15, 16, 19, 20, 21, 23, 25	40%
Polygonaceae	<i>Polygonum hidropiperoides</i> Michx.	A, E	1, 11, 16, 18	16%
	<i>Polygonum meissnerianum</i> Cham. & Schl.	A, E	20	4%
	<i>Polygonum punctatum</i> Eill.	A	2, 5, 9, 11, 12, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25	56%
	<i>Polygonum setaceum</i> Baldw.	A	14	4%
	<i>Polygonum stelligerium</i> Cham.	A	20	4%
Rubiaceae	<i>Cephalantus glabratus</i> (Spr.) K. Schum.	A	1, 4, 5, 8, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20	44%
	<i>Diodia alata</i> Nees & Mart.	A, E	23	4%
	<i>Diodia saponariifolia</i> (Cham. & Schl.) K. Schum.	A, E	23	4%
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	A	2, 3, 4, 10, 11, 12, 16, 20	32%
Scrophulariaceae	<i>Bacopa lanigera</i> (C & S) Wettst.	E	23	4%
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i> Koenig.	A	7	4%

Tabela II: Áreas úmidas amostradas no município de São Leopoldo

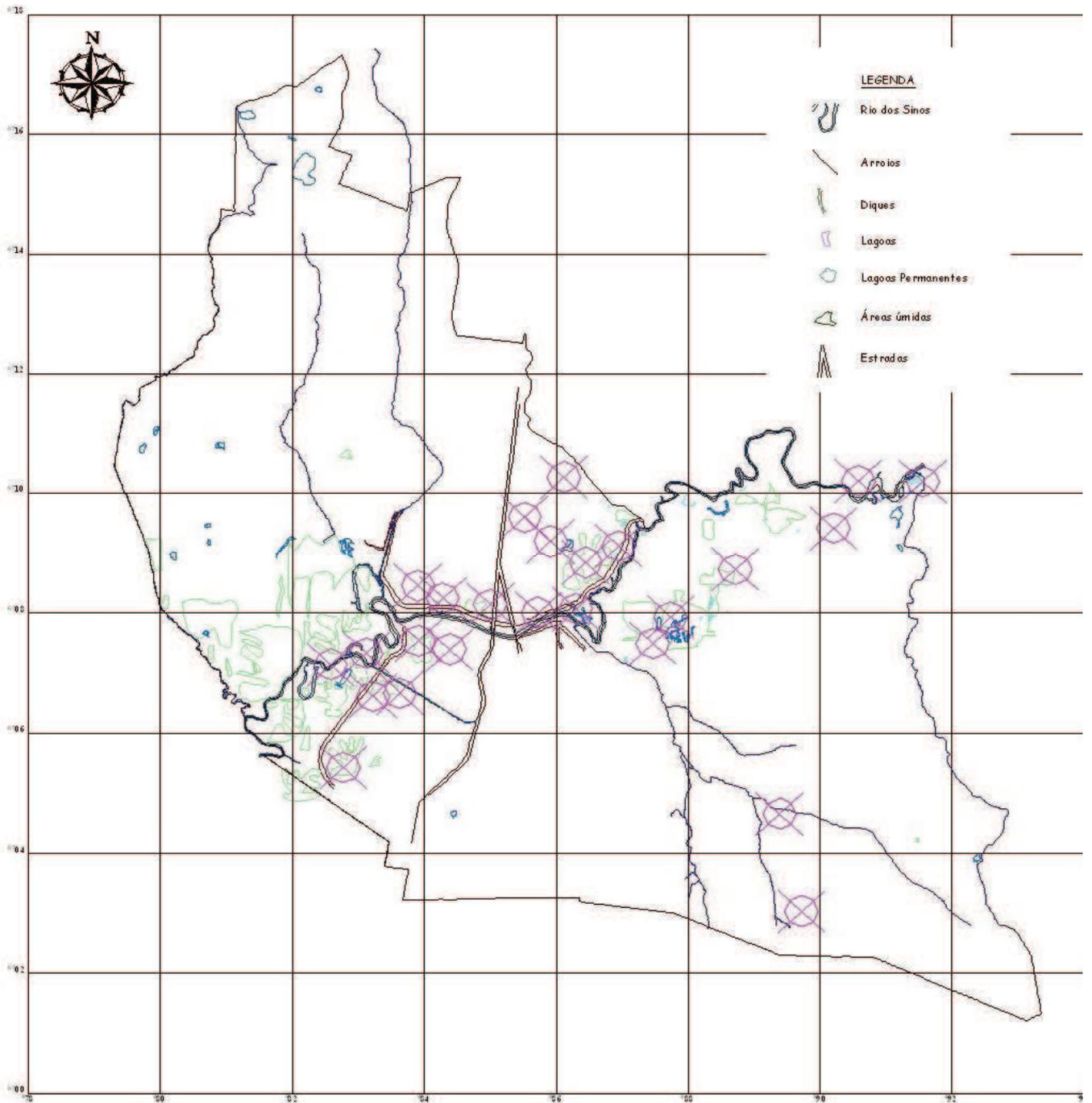
Pontos	Classe	Riqueza	Área (ha)	Altitude (mts)
1. Base Ecológica Rio Velho	Sistema Misto *	13	2	14
2. Estrada da Base	Lagoa	10	0,3	9
3. Vila Paim	Planície de inundação	13	10	9
4. Parque do Trabalhado	Planície de inundação	19	10	18
5. Vicentina I	Lagoa	16	1,5	21
6. Charrua	Lagoa	16	10	25
7. Imperatriz I	Lagoa	09	0,2	7
8. Staigleder	Sistema Misto **	19	0,7	9
9. Wasum	Lagoa	18	2	24
10. BR 116 I	Sistema Misto *	15	0,3	14
11. BR 116 II	Lagoa	18	2	21
12. Campina	Lagoa	14	10	9
13. Imperatriz II	Sistema Misto*	14	10	29
14. Independência	Sistema Misto*	12	10	28
15. Vicentina II	Formação Palustre	11	0,5	24
16. Stº Dumont I	Formação Palustre	21	0,5	15
17. Ponte de Ferro	Planície de Inundação	08	0,8	9
18. Ponte 25 de Julho	Planície de Inundação	16	0,8	7
19. Imigrante I	Sistema Misto **	07	10	18
20. Imigrante II	Sistema Misto ***	13	0,5	31
21. Imigrante III	Lagoa	16	0,2	26
22. Morro de Paula	Lagoa	16	0,8	44
23. Barreira	Formação Palustre	24	0,05	47
24. Stº Dumont II	Formação Palustre	15	0,2	18
25. BR 116 III	Formação Palustre	15	0,8	17

* Planície de inundação + lagoa

** Lagoa + Formação Palustre

*** Planície de Inundação + Formação Palustre + Lagoa

Figura 1. Localização das áreas úmidas coletadas em São Leopoldo.



DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS EM ÁREAS ÚMIDAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.

*Vilma Daniela Mânica Bertoluci**

*Leonardo Maltchik**

Abstract:

The wetlands are valuable natural resources, with an important area for biodiversity due the great variety of habitats and high productivity, supplying nutrient and other resources to many species. In this sense, they are important patches for biodiversity conservation programs. The objectives of this study were to recognize the macroinvertebrates diversity in wetlands of São Leopoldo region and to analyze patterns (area, altitude and class) that explain the macroinvertebrates diversity. A total of 25 wetlands of different classes and sizes were collected using the tool "Aqua-Rap" Program. The relationship between macroinvertebrates diversity, size and altitude of wetlands was calculated through the lineal regression and the relationship between macroinvertebrates diversity and class of wetlands was calculated through a variance analysis. A total of 64 macroinvertebrates taxon were found in São Leopoldo region, being the Hexapoda class represented for 70,8% of the families. Correlation was observed only between macroinvertebrates diversity and altitude. The lack of any correlation between macroinvertebrate diversity and wetlands class and size indicated that these criteria do not identify places of high biological diversity in São Leopoldo.

Key words: *Wetlands, conservation, macroinvertebrate, Aqua-RAP, São Leopoldo.*

Resumo:

As áreas úmidas são recursos naturais valiosos, com um papel importante para biodiversidade devido a grande variedade de habitats e a sua alta produtividade, fornecendo nutrientes e outros recursos a muitas espécies. Os objetivos deste trabalho foram: reconhecer a diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas do município de São

*

Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos, UNISINOS, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil. maltchik@cirrus.unisinos.br. www.saude.unisinos.br/laboratorios/lecea

Leopoldo e analisar alguns critérios (área, altitude e classe) que expliquem a diversidade de macroinvertebrados no município com a finalidade de identificar critérios de conservação. Um total de 25 áreas úmidas de diferentes classes e tamanhos foi coletado, usando como ferramenta o programa Aqua-RAP. A relação entre riqueza de macroinvertebrados, tamanho e altitude de áreas úmidas foi calculada através da regressão linear e a relação entre riqueza de macroinvertebrados e classe de área úmida foi comparada através de uma análise de variância. Um total de 64 táxons de macroinvertebrados foi encontrado no município de São Leopoldo, sendo a classe Hexapoda representada por 70,8% das famílias encontradas. Foi observada correlação somente entre a riqueza de macroinvertebrados e altitude. A ausência de correlação entre riqueza de macroinvertebrados e classe e tamanho, indica que estes parâmetros não identificam locais de alta diversidade no município de São Leopoldo.

Palavras chave: **Áreas úmidas, conservação, macroinvertebrados, Aqua-RAP, São Leopoldo.**

Introdução

Áreas úmidas são ambientes continuamente submetidos a perturbações antropogênicas como poluição e fragmentação de habitat. Neste sentido, todas as espécies que vivem nestes ecossistemas, correm forte risco de desaparecimento (SAUNDERS *et al.*, 2002). As áreas úmidas são ambientes naturais valiosos, com um papel importante para biodiversidade devido a grande variedade de habitats e a sua alta produtividade, fornecendo nutrientes e outros recursos a muitas espécies.

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos são importantes para monitorar mudanças no sistema aquático (ESTEVES, 1998). Embora levantamentos de macroinvertebrados tenham sido realizados em lagos e rios, ainda são insuficientes os levantamentos destas comunidades em áreas úmidas. Esta questão é particularmente importante em regiões tropicais, onde a diversidade biológica é significativa e o número de especialistas capazes de identificar organismos em nível específico é reduzido (BARBOSA & CALLISTO, 2000).

O Programa de Avaliação Rápida para Biodiversidade (“Rapid Assessment Program” – RAP) foi criado em 1992 pela “Conservation International” para gerar informações que auxiliem ações de conservação e de proteção da biodiversidade de regiões biologicamente

prioritárias. A partir de 1995, foi criado o Programa Aqua-RAP, destinado a levantamentos rápidos da biodiversidade de sistemas aquáticos continentais (FONSECA, 2001).

Existem vários fatores que influenciam o número de espécies em áreas úmidas. O Corpo de Engenheiros das Forças Armadas dos Estados Unidos utiliza o tamanho da área úmida como principal critério na regulamentação do uso desses ecossistemas (SNODGRASS et al., 2000). Numerosos estudos e experimentos têm permitido desenvolver teorias relacionando tamanho de habitats e diversidade de espécies (MacARTHUR & MacARTHUR, 1961; PETIT & PETIT, 1999). Um grande número de estudos nesse tema foi realizado em fragmentos florestais (HARRIS, 1984; FERNANDEZ, 1997). Em áreas úmidas, estudos que analisam a relação entre diversidade de espécies e tamanho de sistemas são menos freqüentes (TYSER, 1983, BROWN & DINSMORE, 1986, MALTCHIK *et al.* 2002, MATSUBARA *et al.*, 2002, STENERT *et al.*, 2002). Os objetivos deste trabalho foram: 1) reconhecer a diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas do município de São Leopoldo e; 2) analisar alguns parâmetros (área, altitude e classe) que expliquem a diversidade de macroinvertebrados no município com a finalidade de identificar critérios de conservação.

Área de estudo

O município de São Leopoldo está situado na região da Encosta Inferior do Nordeste do Rio Grande do Sul (localização 51°.08' W e 29°.46' S), fazendo parte da Grande Porto Alegre (33 km da capital). A área total do município é de 103,10 km² e altitude média de 26 m sobre o nível do mar. Com uma população de 203.445 habitantes, o município apresenta clima Subtropical, temperatura média anual em torno de 19°C e precipitação pluviométrica anual de 1.350mm. Tem como limites as cidades de Novo Hamburgo, Portão, Estância Velha, Sapucaia do Sul. A cidade de São Leopoldo está localizada no trecho inferior do Rio dos Sinos e é um dos municípios mais industrializados da região.

A formação vegetal característica do município de São Leopoldo é constituída por parques de maricás (*Mimosa bimucronata*), densamente distribuídos sobre a planície de inundação do rio dos Sinos e seus afluentes. A vegetação emergente que acompanha o maricá é constituída principalmente por galerias de ingás (*Inga uruguensis*) e salgueiros (*Salix humboldtiana*), podendo ocorrer em menor abundancia angicos (*Parapiptadenia rigida*) e figueiras (*Ficus organensis*) (RAMBO, 2000).

Material e métodos

A coleta de macroinvertebrados aquáticos foi realizada usando o programa “Aqua-Rap” (CHERNOFF et al., 1996), uma extensão do programa “RAP” – “Rapid Assessment Program” (MITTERMEIER & FORSYTH, 1992). Este programa utiliza uma combinação de métodos rápidos de registro de espécies, buscando maximizar o número de pontos amostrados e o número de espécies coletadas por habitats.

Um total de 25 áreas úmidas foram selecionadas de acordo com as seguintes características: acesso, presença de macrófitas, tamanho, classe e altitude das áreas úmidas (Figura 1). As áreas úmidas amostradas foram divididas em quatro classes: planície de inundação, formação palustre, lagoa e sistema misto (Tabela II). A maioria das áreas úmidas analisadas recebe influência de água proveniente de precipitação, escoamento superficial, e descarga de água subterrânea em diferentes combinações. A característica fundamental das áreas úmidas de uma forma geral é a variação do nível de água, com uma perturbação hidrológica bem definida, a inundação (STENERT *et al.*, 2002).

As coletas de macroinvertebrados foram realizadas entre janeiro e abril de 2003 utilizando uma rede entomológica aquática (15 cm de raio e 0,42 mm de abertura). O tempo de coleta variou entre 20 e 70 minutos dependendo do tamanho da área úmida. O tamanho das áreas úmidas foi medido com uma trena de 50 m (até 2 ha). As áreas úmidas com tamanhos entre 2 e 10 ha foram estimadas através de um fragmento do sistema de 2 ha (medido com a trena). Os macroinvertebrados foram coletados ao longo de toda área úmida, distribuída por vários habitats (profundidades e distância da margem). Nós acreditamos que o esforço amostral realizado entre as áreas úmidas de diferentes tamanhos foi suficiente para percorrer a margem e a maioria dos habitats dos sistemas analisados e constatar a diferença na riqueza de espécies.

As amostras foram acondicionadas em baldes de plástico de 3,5 litros, fixadas *in situ* com formaldeído 10 % e levadas ao laboratório para triagem. No laboratório, as amostras foram lavadas com o auxílio de peneira com malha de 0,42 mm de diâmetro para remoção de sedimento, restos vegetais e triagem preliminar dos macroinvertebrados. De cada amostra, uma sub-amostra (de 250 ml) foi triada sob estereomicroscópio (7X). Os organismos encontrados foram guardados em tubetes de vidro com álcool 70 %. As amostras foram armazenadas no Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas

Aquáticos da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. A identificação taxonômica foi realizada utilizando MERRITT & CUMMINS (1996), LOPRETTO & TELL (1995) e USINGER (1963), sendo feita aos níveis de classe para os grupos de zooplâncton e família para os macroinvertebrados.

A diversidade de macroinvertebrados aquáticos corresponde ao número de famílias e classes encontradas em cada área úmida analisada, devido à falta de especialistas capazes de identificar a níveis de gênero e espécie. A localização das áreas úmidas foi obtida através do Sistema de Posicionamento Global (Personal Navigator, model GPS III Plus). Quanto à frequência, as espécies foram classificadas como constantes (100% das coletas), freqüentes (99-50%), esporádicas (49-10%) e ocasionais (9-1%) (ÁVILA, 2002). A relação entre riqueza de macroinvertebrados, tamanho e altitude de áreas úmidas foi calculada através da regressão linear e a relação entre riqueza de macroinvertebrados e classe de área úmida foi comparada através de uma análise de variância (ANOVA).

Resultados e Discussão

Um total de 64 táxons de macroinvertebrados foi encontrado nas áreas úmidas amostradas (Tabela I). A diversidade de macroinvertebrados no município foi alta, principalmente quando comparada com outros estudos realizados na bacia do Rio dos Sinos onde foram encontrados 57 táxons. A classe Hexapoda esteve representada por 70,8% das famílias encontradas, sendo Diptera a ordem com maior riqueza com 14 famílias (21,5%), seguida por Hemiptera com 10 famílias (15,4%), Coleoptera com oito famílias (12,3%), Odonata com cinco famílias (7,7%), Trichoptera com quatro famílias (6,1%), Collembola e Ephemeroptera com duas famílias (3,1%) e Lepidoptera com uma família (1,5%). A classe Gastropoda esteve representada por 9,23% das famílias encontradas (Tabela I).

Quanto à frequência somente à família Chironomidae, 1,5% do total de táxons, foi categorizada como constantes, sendo presente em todas as áreas úmidas coletadas. Um total de 20% dos demais táxons foram categorizadas como freqüentes, 43,1% como esporádicas e 35,4% dos táxons foram categorizados como ocasionais. Os macroinvertebrados apresentam uma ampla distribuição geográfica (STENERT *et al.*, 2002). Os resultados dos grupos categorizados como constantes e freqüentes podem ser justificados pela alta capacidade de recolonização apresentada pelos insetos alados, entre as diferentes manchas de áreas úmidas de uma região (SILVA-FILHO & MALTCHIK, 2000).

Já os resultados obtidos para grupos categorizados como esporádicos e ocasionais, indicaram uma alta variabilidade espacial na composição de macroinvertebrados.

Nas áreas úmidas do município de São Leopoldo, a riqueza de macroinvertebrados não esteve relacionada com o tamanho da área úmida ($R^2=0,112$, $F= 0.291$, $P= 0.595$). Foram encontradas áreas úmidas de pequeno tamanho, com alta (barreira com 0,05 ha e riqueza de 41 táxons) e baixa riqueza de macroinvertebrados (Imigrante III com 0,2 ha e riqueza de 10 táxons) e áreas úmidas de maior tamanho com baixa (Imperatriz II com 10ha e riqueza de 16 táxons) e alta riqueza de macroinvertebrados (Parque do trabalhador com 10 ha e riqueza de 25 táxons). Estes resultados sustentaram que o tamanho da área úmida não pode ser usado para identificar áreas de maior riqueza de macroinvertebrados no município de São Leopoldo, corroborando trabalhos realizados na bacia hidrográfica do rio dos Sinos. Embora esse último resultado possa estar relacionado com a qualidade da água comprometida fortemente pela ação antrópica presente em todas as áreas, não foram feitas análises dos fatores físico-químicos da água para confirmar essa relação.

A riqueza de macroinvertebrados não esteve correlacionada com a classe das áreas úmidas ($F= 1,532$; $P= 0,236$). Enquanto que a maior riqueza foi observada em uma Formação Palustre (Barreira com 41 táxons), a menor riqueza foi encontrada em uma Planície de Inundação (Ponte de Ferro com 7 táxons). A classe de área úmida também não deve ser usada como critério para identificar sítios de alta diversidade de macroinvertebrados do município. A riqueza de macroinvertebrados esteve positivamente relacionada com a altitude das áreas úmidas ($R^2= 0,497$; $F= 7,549$; $P= 0,011$). Mesmo apresentando uma pequena variação de altitude (7-47m) este critério identificou áreas de alta diversidade de macroinvertebrados em São Leopoldo.

Os resultados obtidos neste estudo indicaram que somente a altitude apresentou correlação com a diversidade de macroinvertebrados nas áreas úmidas do município de São Leopoldo. Seria interessante avaliar também outros critérios como conectividade com rio e arroios e a pressão antrópica, considerando o desenvolvimento urbano e a qualidade de água do rio dos Sinos. É importante conservar áreas úmidas de diferentes classes pelo fato de apresentarem características exclusivas, possibilitando a conservação de grupos importantes de macroinvertebrados e conservar áreas úmidas de tamanhos diferentes, principalmente porque as áreas úmidas de pequeno tamanho são importantes para o estabelecimento de espécies raras ou endêmicas (SHINE & KLEMM, 1999), enquanto que

áreas úmidas grandes, há uma maior possibilidade de encontrar um maior número de habitats (ESTEVES, 1998).

Referências Bibliográficas

- AVILA, I.R. 2002. Diversidade e estabilidade de fitoplancton em uma lagoa associada a uma planície de inundação do Rio dos Sinos, RS. *Dissertação (Mestrado em Biologia)*. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 67p.
- BARBOSA, F.A.R. & CALLISTO, M. 2000. Rapid assessment of water quality and diversity of benthic macroinvertebrates in upper and middle Paraguay River using the Aqua-Rap approach. *International Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie* 27: 1-5.
- BROWN, M. & DINSMORE, J.J. 1986. Implications of marsh size and isolation for marsh bird management. *J. Wildlife Manag.*, 50:392- 397.
- CHERNOFF, B.; BARRIGA, R.; FORSYTH, A.; FOSTER, R.; LEON, B.; MACHADO-ALLISON, A.; MAGALHÃES, C.; MENEZES, N.; MOSKOVITS, D.; HORTEGA, H. & SARMIENTO, J. 1996. Aqua-Rap. Rapid Assessment Program for the Conservation of Aquatic Ecosystems in Latin America. Mimeo., 8p + Annex.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos da Limnologia. Interciência, 2 ed. 1998. 602pp.
- FERNANDEZ, F.A.S. 1997. Efeitos da fragmentação de ecossistemas: A situação das unidades de conservação. *Anais do Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação* 1: 48-68.
- FONSECA, G.A.B. 2001. Proposta para um Programa de Avaliação Rápida em Âmbito Nacional. p. 150-156. In: GARAY, I. & DIAS, B. (org.). *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais. Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento*. Petrópolis, Editora Vozes.
- HARRIS, L.D. 1984. *The Fragmented Forest: Island Biogeographic Theory and the Preservation of Biotic Diversity*. Chicago, Chicago University Press, 211 p.
- LOPRETTO, E.C. & TELL, G. 1995. *Ecossistemas de Aguas Continentales. Metodologia para su estudio*. La Plata, Ediciones Sur, Tomo III, 1401 p.
- MACARTHUR, R.H. & MACARTHUR, J. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- MALTCHIK, L.; ROLON, A.S.; GROTH, C. 2002. Diversidade de macrofitas aquáticas em áreas úmidas da Bacia do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul. *Pesquisas Botânica*, 52:143-154.

- MATSUBARA, C.P.; MALTCHICK, L. & TORGAN, L.C. 2002. Diversidade de algas planctônicas e sua relação com o tamanho de área úmida na Bacia do Rio dos Sinos (Rio Grande do Sul). *Pesquisas: Botânica*. 52: 155-165.
- MERRIT, R. & CUMMINS, K.W. 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Iowa, Kendall/Hunt Publishing Company, 862 p.
- MITTERMEIER, R.A. & FORSYTY, A. 1992. Conservation Priorities: The Role Of Rap. In: PARKER, T.A. & CARR, J.L. (eds.). *Rapid Assessment Program: status of forests remnants in the cordillera de la Costa and Adjacent areas of south-western Ecuador*. Washington, Conservation International.
- PETIT, L.J. & PETIT, D.R. 1999. Factors governing habitat selection by Prothonotary Warblers: field tests of fretwell-Lucas models. *Ecological Monographs* 66: 367-387.
- RAMBO, B. 2000. *A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural*. São Leopoldo, Unisinos. 473 p.
- SAUNDERS, D.L.; MEEUWIG, J.J. & VINCENT, A.C.J. 2002. Freshwater Protected Areas: strategies for conservation. *Conservation Biology*, 16(1): 30-41.
- SHINE, C. & KLEMM, C. *Wetlands, water and the law – using law to advance wetland conservation and wise use*. IUCN. 1999. 332pp.
- SILVA-FILHO, M.I. & MALTCHIK, L. 2000. Stability of macroinvertebrates to hydrological disturbance by flood and drought in a Brazilian semi-arid river (NE Brazil). *International Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie* 27: 2661-2466.
- SNODGRASS, J.W.; KOMOROSKI, M.J.; LAWRENCE BRYAN, A. & BURGER, J. 2000. Relationships among isolated wetland size, hydroperiod, and amphibian species implications for wetland regulation. *Conservation Biology* 14: 414-419.
- STENERT, C.; SANTOS, E.M.; OLIVA, T.D. & MALTCHIK, I. 2002. Diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas na Bacia do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia*. 24(2): 157-172.
- TYSER, R.W. 1983. Species-area relation of cattail marsh avifauna. *Passenger Pigeon*, 45:125-128.
- USINGER, R.L. 1963. *Aquatic Insects of California with keys to North American genera and California species*. Berkeley, California University Press, 508 p.

Tabela I: Lista das espécies de macroinvertebrados presentes em São Leopoldo

Phylum	Classe	Sub classe	Ordem	Família	Pontos	F (%)
ARTHOPODA	HEXAPODA		COLLEMBOLA	Isotomidae	02, 08, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 23, 24, 25	44%
			COLEOPTERA	Sminthuridae	24	4%
				Curculionidae	04, 05, 12, 15, 20, 23, 24, 25	32%
				Dytiscidae	01, 02, 03, 04, 05, 06, 08, 09, 10, 11, 14, 16, 23, 24, 25	60%
				Elmidae	15, 23	8%
				Gyrinidae	02, 04, 05, 12, 13, 14, 19, 22, 23	36%
				Hydrophilidae	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 25	84%
				Lampiridae	03, 04, 05, 11, 15, 16	24%
				Noteridae	01, 03, 04, 05, 06, 07, 09, 11, 12, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	72%
				Scirtidae	03, 04, 05, 06, 08, 11, 15, 16, 19, 20, 25	44%
			DIPTERA	Canacidae	3	4%
				Ceratopogonidae	04, 05, 18, 19, 23	20%
				Chaoboridae	05, 06, 23	12%
				Chironomidae	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	100%
				Culicidae	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 22, 23, 24, 25	76%
				Dixidae	23	4%
				Dryopidae	3	4%
				Ephydriidae	08, 22, 23	12%
				Sciomyzidae	03, 08, 09, 12, 19, 20, 22, 23, 24, 25	40%
				Simuliidae	23	4%
				Stratiomidae	01, 05, 06, 08, 09, 11, 12, 15, 16, 20, 21, 23, 24, 25	56%
				Syrphidae	03, 06, 08, 09, 12, 16, 22, 24	32%
				Tabanidae	01, 03, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 14, 23, 24, 25	56%
				Tipulidae	06, 07, 10, 13, 14, 20	24%

EPHEMEROPTERA		Baetidae	14, 19, 23, 24	16%
HEMIPTERA		Caenidae	05, 09, 23, 25	16%
		Belostomatidae	01, 02, 03, 04, 05, 06, 08, 09, 10, 11, 12, 14, 16, 19, 20, 22, 23, 24, 25	76%
		Corixidae	05, 14, 18, 24	16%
		Gelastocoridae	04, 10, 15, 20	16%
		Gerridae	02, 17, 23	12%
		Hydrometridae	2	4%
		Naucoridae	03, 04, 05, 08, 09, 14, 16, 21, 22, 25	40%
		Nepidae	15, 16	8%
		Notonectidae	01, 02, 04, 05, 11, 12, 13, 19, 24	36%
		Pleidae	06, 08, 14, 19, 24, 25	24%
		Veliidae	23	4%
		Pyrallidae	23	4%
		Aeshnidae	02, 06, 08, 11, 12, 15, 16, 18, 21, 22, 23, 25	48%
LEPIDOPTERA		Calopterygidae	23	4%
ODONATA		Coenagrionidae	02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 11, 12, 13, 16, 21, 22, 23, 24, 25	68%
		Gomphidae	23	4%
		Libellulidae	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25	96%
TRICHOPTERA		Brachycentridae	24	4%
		Calamoceratidae	23	4%
		Hydroptilidae	23	4%
		Leptoceridae	24	4%
MALACOSTRACA		Hyalellidae	03, 04, 10, 14	46%
EUMALACOSTRACA		Parastacidae	23	4%
DECAPODA		Trichodactylidae	23	4%
OSTRACODA			05, 06, 08, 09, 11, 13, 15, 19, 22, 23, 24, 25	48%
BRANCHIOPODA			04, 24	8%
DIPLOSTRACA		Cyclopidae	05, 08, 09, 11, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 25	48%
CYCLOPOIDA				

ARACHNIDA	ACARINA	Halacaridae	03, 04, 07, 09, 10, 11, 13, 15, 16, 22, 25	44%
GASTROPODA	PROSOBRANCHIA	Ampullariidae	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 09, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25	76%
MOLLUSCA	MESOGASTROPODA	Hydrobiidae	13, 14, 23	12%
	PULMONADA	Planorbidae	01, 03, 04, 05, 06, 08, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 22, 23, 24, 25	68%
		Ancylidae	02, 04, 11, 12, 22	20%
		Lymnaeidae	23, 24	8%
		Physidae	03, 04, 06, 07, 09, 11, 15, 20, 22, 25	40%
		Planorbidae	01, 03, 04, 05, 06, 08, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 22, 23, 24, 25	68%
BIVALVIA		Sphaeriidae	01, 02, 03, 11, 13, 14, 17, 18, 23	36%
ANNELIDA	OLIGOCHAETA		01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24	80%
	HIRUDINEA	GNATHOBDELLIFORMES	8	4%
		RHYNCHOBDELLIFORMES	01, 02, 03, 04, 05, 08, 09, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 24, 25	76%
PLATYHELMINTHES	TURBELLARIA	TRICLADIDA	05, 23	8%

Tabela II: Áreas úmidas amostradas no município de São Leopoldo

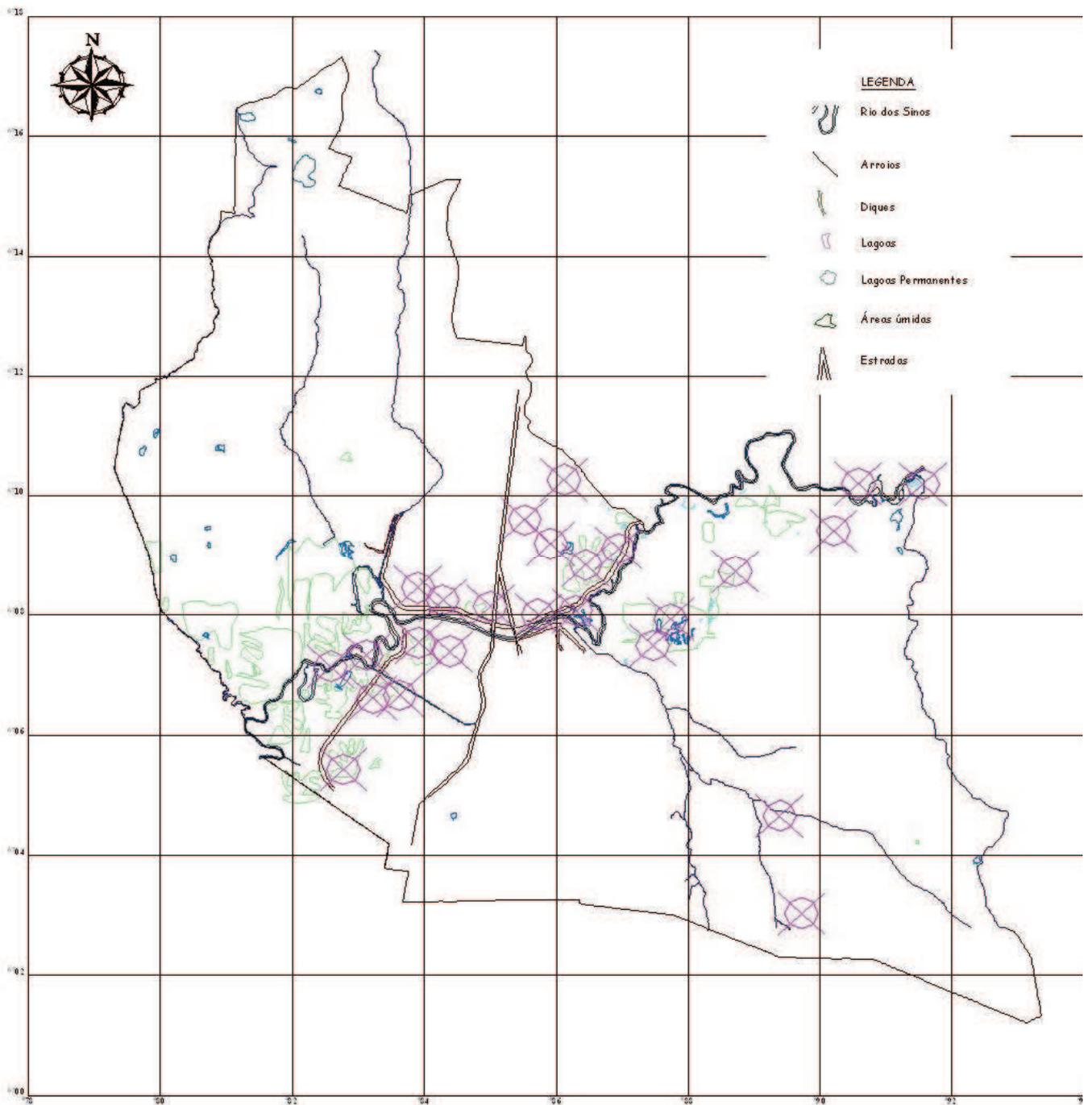
Local	Tipo de Formação	Riqueza	Área (ha)	Altitude (mts)
01. Base Ecológica Rio Velho	Sistema Misto*	15	2	14
02. Estrada da Base	Lagoa	18	0,3	9
03. Vila Paim	Planície de Inundação	24	10	9
04. Parque do Trabalhador	Planície de Inundação	25	10	18
05. Vicentina I	Lagoa	27	1,5	21
06. Charrua	Lagoa	21	10	25
07. Imperatriz I	Lagoa	12	0,2	7
08. Staigleder	Sistema Misto**	23	0,7	9
09. Wasum	Lagoa	20	2	24
10. BR 116 I	Sistema Misto*	12	0,3	14
11. BR 116 II	Lagoa	23	2	21
12. Campina	Lagoa	18	10	9
13. Imperatriz II	Sistema Misto*	16	10	29
14. Independencia	Sistema Misto*	20	10	28
15. Vicentina II	Formação Palustre	20	0,5	24
16. St° Dumont I	Formação Palustre	21	0,5	15
17. Ponte de Ferro	Planície de Inundação	7	0,8	9
18. Ponte 25 de julho	Planície de Inundação	8	0,8	7
19. Imigrante I	Sistema Misto**	18	10	18
20. Imigrante II	Sistema Misto***	18	0,5	31
21. Imigrante III	Lagoa	10	0,2	26
22. Morro de Paula	Lagoa	20	0,8	44
23. Barreira	Formação Palustre	41	0,05	47
24. St° Dumont II	Formação Palustre	16	0,2	18
25. BR 116 III	Formação Palustre	25	0,8	17

* Planície de inundação + lagoa

** Lagoa + Formação Palustre

*** Planície de Inundação + Formação Palustre + Lagoa

Figura 1. Localização das áreas úmidas coletadas em São Leopoldo.



CONSERVAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO, RS.

*Vilma Daniela Mânica Bertoluci**
*Leonardo Maltchik**

Resumo

A seleção de áreas prioritárias é um grande desafio para a conservação da biodiversidade. O Programa de Avaliação Rápida para Biodiversidade, protocolado para ecossistemas aquáticos (Aqua-RAP) foi criado para gerar informações que possam rapidamente catalisar ações de conservação e auxiliar na proteção da biodiversidade de regiões biologicamente prioritárias. O objetivo deste trabalho foi gerar subsídios para o delineamento de estratégias de conservação para áreas úmidas do município de São Leopoldo, usando como base, o inventário rápido das comunidades de macrófitas aquáticas e macroinvertebrados. O levantamento da biodiversidade em áreas úmidas do município de São Leopoldo possibilitou a elaboração de algumas diretrizes que deveriam ser utilizadas nos planos de manejo e conservação das áreas úmidas do município.

Apresentação

A seleção de áreas prioritárias é um grande desafio para a conservação da biodiversidade e a riqueza de espécies e a composição das comunidades são critérios importantes para a conservação (SARKAR & MARGULES, 2002). A priorização de áreas para a conservação com base exclusivamente em sua riqueza não é suficiente para avaliação da diversidade (PRESSEY & NICHOLLS, 1989; WILLIAMS et al., 1994; MARGULES & PRESSEY, 2000). As estratégias de conservação da biodiversidade terão maior chance de êxito se os processos e as condições ecológicas forem considerados, além de elementos da flora e fauna (BEATLEY, 1991). Com base nessas análises, o Programa de Avaliação Rápida para Biodiversidade (“Rapid Assessment Program” – RAP) foi criado em 1992 pela “Conservation International” para gerar informações que possam rapidamente catalisar ações de conservação e auxiliar na proteção da biodiversidade de regiões

* Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, UNISINOS, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil. www.saude.unisinos.br/laboratorios/lecea

biologicamente prioritárias. A partir de 1995, foram criados os levantamentos rápidos da biodiversidade de sistemas aquáticos continentais (FONSECA, 2001).

Nem sempre o tamanho e o local das áreas protegidas no mundo são determinados por critérios biológicos e/ou ecológicos (PRIMACK & RODRIGUES, 2001; MALTCHIK & STENERT, 2003). Por isso, é fundamental o levantamento da biodiversidade em diferentes ecossistemas para auxiliar as decisões tomadas por agentes ligados à conservação (FONSECA, 2001).

Quanto ao tamanho de uma reserva, existe uma antiga controvérsia na área da biologia da conservação, que surgiu a partir da questão de que o tamanho do fragmento influencia a diversidade de espécies (DIAMOND, 1975; SIMBERLOFF & ABELE, 1976; TERBORGH, 1976). As grandes reservas poderiam abrigar mais espécies e maior quantidade de indivíduos de espécies de grande porte, e teriam maior diversidade de habitats do que uma reserva pequena. Por outro lado, as reservas pequenas e bem localizadas seriam vantajosas caso o fragmento fosse constituído por vários habitats (SIMBERLOFF & GOTELLI, 1984). LESICA & ALLENDORF (1992) e RODRIGUES (1998) sustentaram que pequenas reservas são importantes especialmente para a proteção de espécies de plantas, invertebrados e pequenos vertebrados.

O objetivo deste trabalho foi gerar ferramentas importantes para o delineamento de estratégias de conservação para áreas úmidas do município de São Leopoldo, usando como base, o inventário rápido das comunidades de macrófitas aquáticas e macroinvertebrados.

Diretrizes para conservação de áreas úmidas de São Leopoldo:

Baseando-se nos critérios da Convenção de Ramsar, foram identificados quatro argumentos que justificam a inclusão de algumas áreas úmidas do município de São Leopoldo como áreas Ramsar:

1. São sistemas ecológicos característicos do sul do Brasil,
2. Manchas de alta diversidade biológica e produtividade primária,
3. Áreas estratégicas para reprodução de aves e outros organismos aquáticos e terrestres,
4. Habitats para inúmeras espécies endêmicas.

O levantamento da biodiversidade no município de São Leopoldo possibilitou a elaboração de algumas diretrizes que deveriam ser utilizadas nos planos de manejo e conservação das áreas úmidas do município, entre as quais destacam-se:

1. Conservar áreas úmidas pequenas por representarem a maioria das áreas úmidas da região;
2. Conservar áreas úmidas grandes por apresentar uma maior diversidade de habitats, podendo comportar uma maior diversidade biológica;
3. Conservar áreas úmidas de classes diferentes por apresentarem características específicas e diferentes composições nas comunidades de macrófitas aquáticas;
4. Priorizar a conservação de áreas úmidas com influências diferentes do rio e arroios, para garantir a manutenção de processos funcionais e o intercâmbio genético através da conectividade;
5. Conservar áreas úmidas em diferentes altitudes por apresentarem diferença significativa na diversidade de macroinvertebrados;
6. Conservar áreas úmidas de alta diversidade biológica;

A preocupação com a conservação das áreas úmidas de São Leopoldo aumenta quando se sabe que não existem áreas de proteção ambiental no município e a pressão de urbanização é muito acentuada. Os processos de urbanização normalmente resultam em mudanças irreversíveis do ambiente como drenagem de áreas, supressão da cobertura vegetal, compactação do solo e redução das descargas subterrâneas. Classificar ecossistemas aquáticos considerando suas funções, além de aspectos socioeconômicos e culturais, pode ser essencial para o estabelecimento de políticas e estratégias para a conservação e manejo destes ecossistemas.

Referências bibliográficas

BEATLEY, T. 1991. Protecting Biodiversity in Coastal Environments: Introduction and Overview. *Coastal Manage* 19: 3-19.

DIAMOND, J.M. 1975. The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biol. Conserv.* 7: 129-146.

FONSECA, G.A.B. 2001. Proposta para um Programa de Avaliação Rápida em Âmbito Nacional. p. 150-156. In: GARAY, I. & DIAS, B. (org.). *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais. Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento.* Petrópolis, Editora Vozes.

LESICA, P. & ALLENDORF, F.W. 1992. Are small populations of plants worth preserving? *Conserv. Biol.* 6: 135-139.

MALTCHIK, L. & STENERT, C. 2003. Áreas úmidas da bacia do rio dos Sinos: diretrizes para programas de conservação. *Acta Biológica Leopoldensia, São Leopoldo – RS,* 25 (1).

MARGULES, C.R. & PRESSEY, R.L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature (London)* 405: 243-253.

PRESSEY, R.L. & NICHOLLS, A.O. 1989. Efficiency in conservation evaluation: scoring versus iterative approaches. *Biol. Conserv.* 50: 199-218.

PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. 2001. *Biologia da Conservação.* Londrina, SINAUER, 328p.

RODRIGUES, E. 1998. Edge effects on the regeneration of forest fragments in North Paraná. Harvard University, Tese de Ph.D.

SARKAR, S. & MARGULES, C. 2002. Operationalizing biodiversity for conservation planning. *J. Biosci.* 27: 299-308.

SIMBERLOFF, D.S. & ABELE, L.G. 1976. Island biogeography theory and conservation practice. *Science* 191: 285-286.

SIMBERLOFF, D.S. & GOTELLI, N. 1984. Effects of insularization on plant species richness in the prairie-forest ecotone. *Biol. Conserv.* 29: 27-46.

TERBORGH, J. 1976. Island biogeography and conservation: Strategy and limitations. *Science* 193: 1029-1030.

WILLIAMS, P.H.; GASTON, K.J. & HUMPHRIES, C.J. 1994. Do conservationists and molecular biologists value differences between organisms in the same way?. *Biodiver. Lett.* 2: 67-78.