

## **VULNERABILIDADE DOS REMANESCENTES ISOLADOS DE DUNAS NA ORLA DA LAGOA DOS QUADROS – LITORAL NORTE DO RS**

*Eléia Righi<sup>1\*</sup>; Luís Alberto Basso<sup>2</sup>; Nelson Gruber<sup>3</sup>*

**Resumo** – O estudo objetiva fazer uma análise da vulnerabilidade dos remanescentes isolados de dunas ao longo da orla da Lagoa dos Quadros no litoral Norte do Rio Grande do Sul. A metodologia foi estruturada em quatro etapas de trabalho: I - levantamento bibliográfico e base cartográfica; II - geração dos mapas temáticos; III - enquadramento da legislação ambiental, e; IV - análise multitemporal. O relevo próximo às margens da Lagoa dos Quadros possui baixa declividade, excetuando a noroeste, contribuindo para um uso do solo intenso tanto para agricultura e pecuária, tanto para condomínios e loteamentos. A análise multitemporal e os trabalhos de campo realizados evidenciaram a depletação dos remanescentes isolados de dunas devido à atuação dos processos morfodinâmicos (ação eólica), pois se verifica a ocorrência de erosão gradual nas cristas individuais, assim como à intensa antropização ao longo da faixa costeira que descaracterizou e/ou suprimiu as áreas de proveniência de areia que eram carreadas da faixa costeira até a área de estudo. Com essas análises, pretendemos contribuir com um trabalho técnico para os municípios, pois serve de base para estudos posteriores que venham a indicar ações pontuais para cada caso.

**Palavras-Chave** – Vulnerabilidade, Dunas, Lagoa dos Quadros.

## **VULNERABILITY OF REMAINING ISOLATES DUNES IN SHORE OF LAGOON OF THE QUADROS - NORTHERN COAST OF RIO GRANDE DO SUL**

**Abstract** – The study aims to analyze the vulnerability of remaining isolates dunes along the shore of Lagoon of the Quadros on the northern coast of Rio Grande do Sul. The methodology was structured in four stages of work: I - bibliographic and cartographic base II - generation of thematic maps; III - a framework of environmental legislation, and IV - multitemporal analysis. The terrain near the shores of Lagoon of the Quadros has low slope, except northwest, contributing to an intensive use of land for both agriculture and livestock for both condominiums and subdivisions. The multitemporal analysis and field work revealed the abrasion isolated remnants of dunes due to the actions of morphodynamic processes (wind action), since it was observed to occur in the gradual erosion of individual ridges, as well as the intense human disturbance along the coastline that misread and/or suppressed areas of provenance of sand that were entrained the coastline to the area of study. With these analyzes, we intend to contribute technical work for municipalities, it serves as a basis for further studies that may indicate specific actions for each case.

**Keywords** – Vulnerability, Dunes, Lagoon of the Quadros.

<sup>1</sup> Doutoranda, Instituto de Geociências - Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFRGS; (leiarighi@yahoo.com.br).

<sup>2</sup> Professor Dr. Instituto de Geociências - Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500. Prédio 43113 - Sala 203. CEP: 91501 900 - Porto Alegre/RS; (lbasso@terra.com.br).

<sup>3</sup> Professor Dr. Instituto de Geociências - Programa de Pós-Graduação em Geografia – CECO - UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500. Prédio 43113 - Sala 203. CEP: 91501 900 - Porto Alegre/RS; (nelson.gruber@ufrgs.br).

\* Autor Correspondente: Eléia Righi – leiarighi@yahoo.com.br.

## INTRODUÇÃO

A estrutura fundiária da ocupação inicial na faixa litorânea do Rio Grande do Sul, composta por extensas faixas de terra, da margem das lagoas até a beira do mar, deixou suas marcas na estrutura urbana. Os processos de parcelamento destas grandes glebas não obedeceram somente ao critério de expansão do centro da cidade, mas criaram também núcleos distantes e rarefeitos, principalmente nos municípios de Xangri-lá, Capão da Canoa, Terra de Areia e Maquiné.

A partir da década de 1970, a abertura da BR-290 (Free-Way), ligando Porto Alegre a Osório, permitiu o intenso desenvolvimento da atividade de veraneio na região do litoral. Contudo, foi a abertura da Estrada do Mar (RS 389), na década de 1990, que alterou a lógica de crescimento das áreas urbanas naquela região.

Assim, a crescente expansão urbana no entorno da Lagoa dos Quadros por empreendimentos imobiliários está descaracterizando a paisagem, fazendo com que as áreas de preservação permanente das dunas fiquem vulneráveis a ação antrópica.

Neste trabalho a vulnerabilidade é definida como um arranjo de atributos que caracterizam a fragilidade de trechos costeiros (TABAJARA *et al*, 2005), principalmente do sistema de dunas e das áreas próximas dos recursos hídricos, levando a sua erosão e degradação (DAVIES *et al*, 1995).

Assim, o objetivo deste estudo é analisar a vulnerabilidade ao longo da orla da Lagoa dos Quadros em relação aos remanescentes isolados de dunas.

## LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O litoral norte do Rio Grande do Sul é formado por um conjunto de lagoas interligadas por pequenos canais até a sua ligação com o mar através do rio Tramandaí. A Lagoa dos Quadros é a maior deste sistema (Figura 1) com volume da ordem de 374 hectômetros. Ao norte é ligada (pelo rio Quirinos) a lagoa de Itapeva, com um volume da ordem de 195 hectômetros (1 hectômetro = 1 milhão de m<sup>3</sup>). A Lagoa dos Quadros liga-se ao sul a um sistema de lagoas: Pinguela, Palmital e Malvas pelo rio João Pedro. Este conjunto de lagos tem um volume total da ordem de 104 hectômetros (SEMA/DRH, 2004).

O ambiente costeiro do Rio Grande do Sul faz parte de um sistema tipo Laguna-Barreira que, a partir do sistema deposicional de leques aluviais que se desenvolveu no contato com as terras altas, evoluiu para leste através da coalescência lateral de quatro sistemas deposicionais desse tipo (sistemas 1 a 4), cada um registrando um pico de transgressão seguido de um evento regressivo. Cada sistema é composto por três subsistemas geneticamente relacionados, o lagunar, o de barreira e o de canal de ligação (inlet). O subsistema lagunar se desenvolve no espaço de retrobarreira, região topograficamente baixa, situada entre a barreira e os terrenos interiorizados mais antigos, o subsistema barreira envolve as praias arenosas e o campo de dunas eólicas adjacentes e o de canal a unidade que faz o contato do subsistema lagunar com o mar (VILLWOCK e TOMAZELLI, 1995).

A característica do clima da região é representativo das planícies litorâneas do Brasil Meridional, com uma variedade de clima subtropical do tipo Cfa, segundo o sistema de classificação de Köppen (1948).

A precipitação no litoral norte é bem distribuída, sendo controlada no inverno pela passagem mais frequente de sistemas frontais. Já no verão a precipitação passa a ser mais controlada por processos convectivos, mais intensos, porém de curta duração (HASENACK e FERRARO, 1989).

A sequência de vegetação está associada a fatores ambientais como vento, solo e pluviosidade, ficando evidenciada uma vegetação herbácea na porção leste, nas proximidades do mar e vegetação arbórea no extremo oeste (SEMA, 2003).

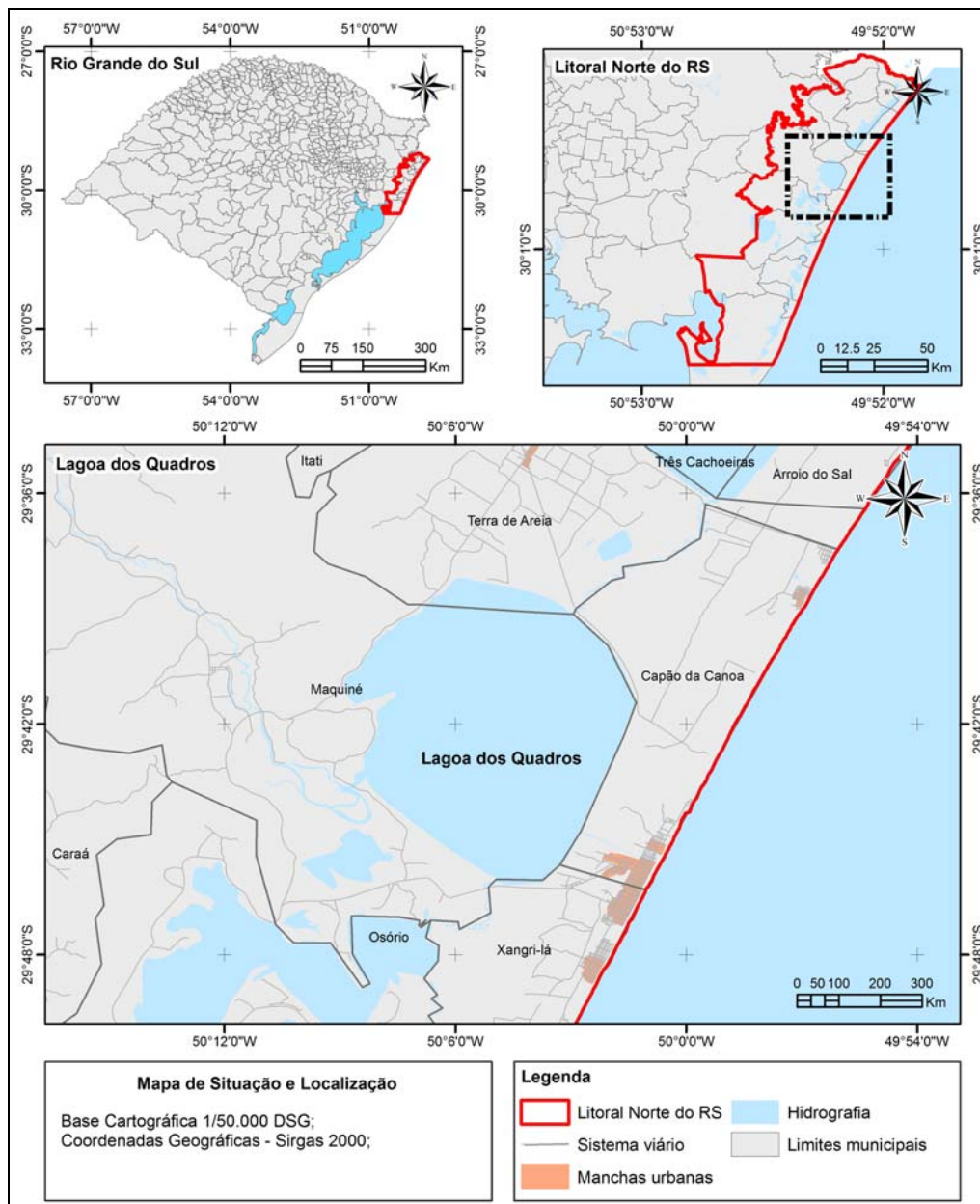


Figura 1 - Mapa de Localização e Situação Geográfica da Lagoa dos Quadros.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Visando a melhor compreensão dos procedimentos metodológicos adotados neste trabalho, optou-se por uma estruturação em quatro etapas de trabalho.

- Etapa I: Nesta etapa, foi realizado o levantamento bibliográfico referente ao tema em questão e de informações básicas já produzidas sobre o lugar de interesse da pesquisa.

O material cartográfico utilizado consiste na base cartográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército na escala 1:50.000. Os recortes de imagens QuickBird derivadas do software Google Earth™ foram obtidas do Google Earth-Pró do ano de 2010 e a imagem SRTM foi adquirida gratuitamente através do LABGEO - UFRGS ([www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/index.php](http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/index.php)).

O trabalho de campo foi realizado para mapear as dunas encontradas, bem como fazer sua caracterização em relação à sua forma e grau de degradação.

- Etapa II: Na segunda etapa, foi organizado o banco de dados e confeccionados os mapas temáticos (localização e declividade), utilizando o software ArcGIS 10 desenvolvido pela ESRI.

No processamento das imagens SRTM, a resolução espacial do pixel de 90 metros foi transformada para uma resolução de 30 metros e a partir dessa nova imagem foi obtido o modelo digital de elevação do terreno. Deste modelo de elevação foi gerado o mapa de declividade, sendo delimitadas cinco classes. A classe inferior a 8% são as áreas planas, localizadas normalmente junto aos cursos d'água.

- Etapa III: A etapa três consistiu no mapeamento das áreas dos remanescentes isolados de dunas, conforme seu enquadramento da legislação ambiental nos níveis federal, estadual e municipal.

Esse mapa foi elaborado no software AutoCAD 2010, com auxílio das imagens QuickBird e dos trabalhos de campo. Neste momento foi possível espacializar e finalizar a caracterização do uso e ocupação nestas áreas.

Em relação à legislação, verifica-se que o artigo 3º da Resolução do CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002 constitui Área de Preservação Permanente a área de duna.

A Lei complementar nº 003 de 16 de outubro de 2004 institui o PPDUA e consideram como APA (área de proteção ambiental) as áreas de preservação ambiental, entre elas as dunas.

- Etapa IV: Na etapa quatro foi realizada a análise multitemporal entre as imagens do Google do ano de 2010 e a fotografia aérea de 1964 para verificar o deslocamento da ocupação urbana e das dunas.

## RESULTADOS

O relevo próximo às margens da Lagoa dos Quadros possui baixa declividade (Figura 02), excetuando a noroeste, contribuindo assim para um uso do solo intenso tanto para agricultura e pecuária, tanto para condomínios e loteamentos.

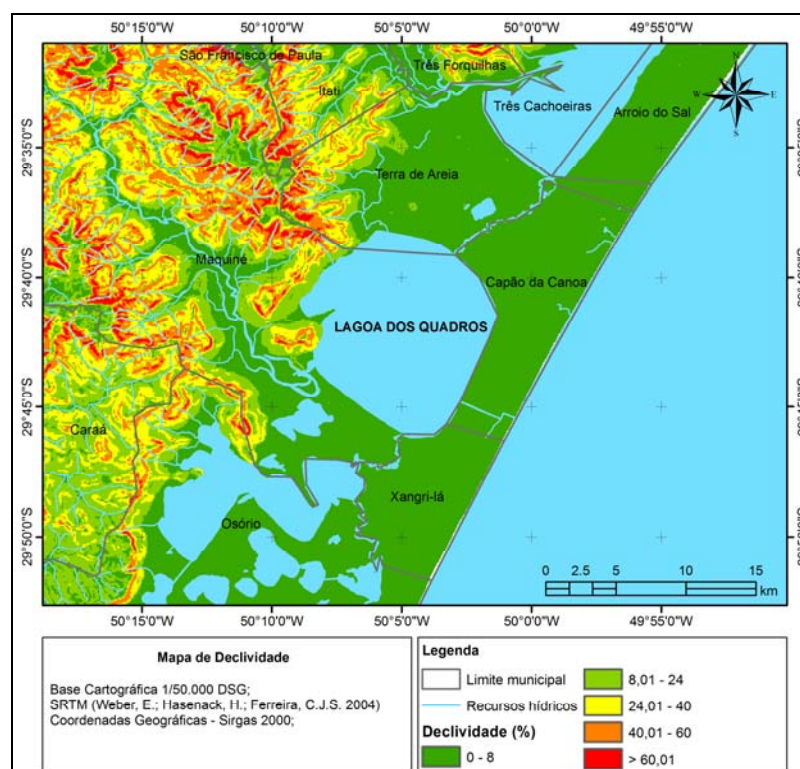


Figura 02 - Mapa de Declividade da área de entorno da Lagoa dos Quadros.

Nos municípios de Maquiné e Terra de Areia existe uma paisagem heterogênea, com usos rurais (agricultura irrigada, pecuária e vegetação exótica) ou semi-rurais, indo até as margens da lagoa que são áreas de preservação. Nos setores leste e sudeste (municípios de Capão da Canoa e Xangri-lá) verifica-se uma grande proliferação de loteamento e condomínios.

Nos trabalhos de campo, verificou-se que a orla da Lagoa dos Quadros possui dezessete pontos identificados como dunas que estão sendo gradativamente destruídas pela ação eólica e antrópica (Figura 3). O maior número de dunas isoladas encontradas foi nos municípios de Capão da Canoa (nove) e Maquiné (sete), em Terra de Areia foi encontrado somente uma e em Xangri-lá não foram observados pontos isolados de dunas.

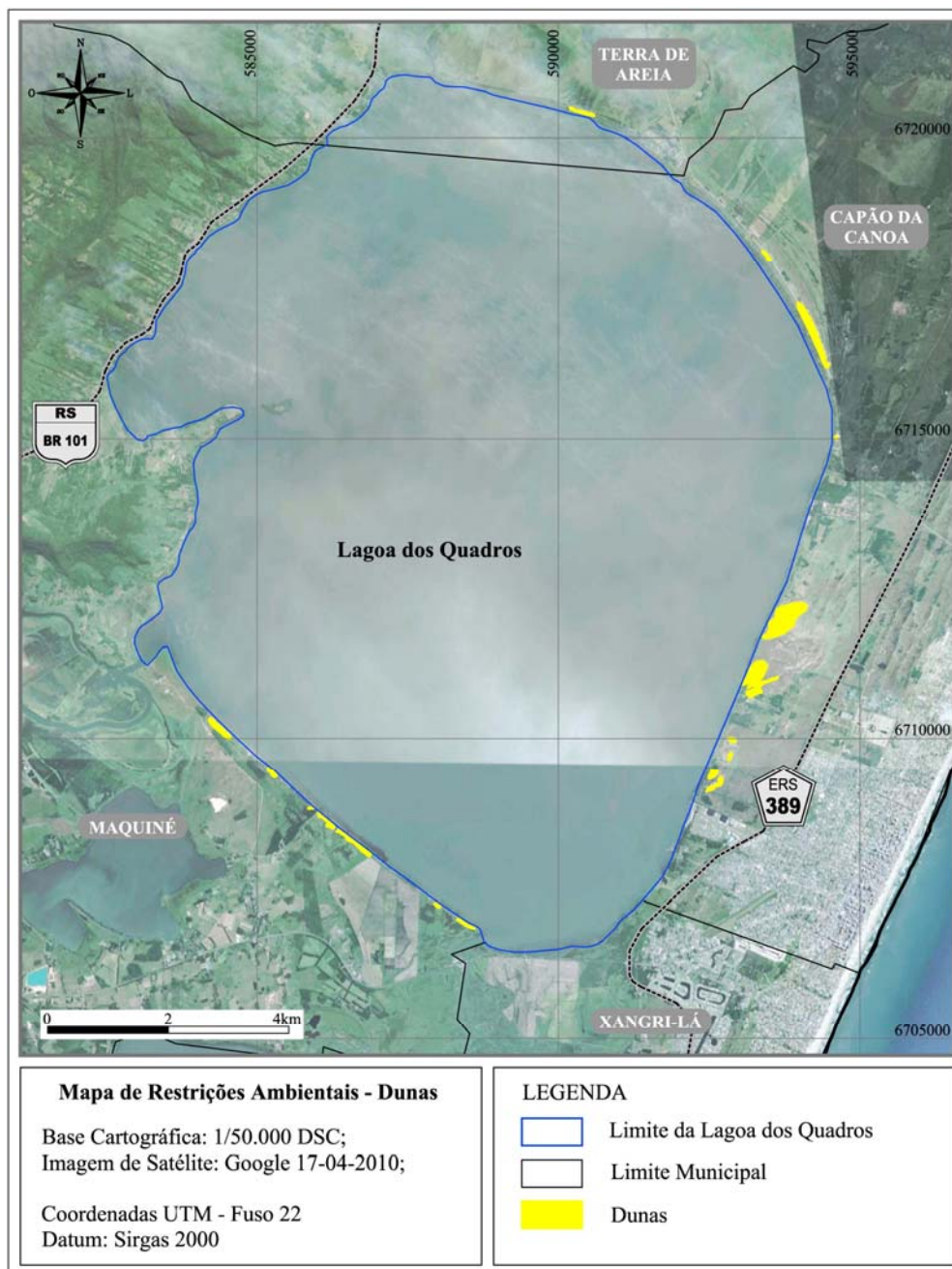


Figura 3 - Mapa de Restrições Ambientais – Dunas - no entorno da Lagoa dos Quadros.

Observou-se que as dunas possuem morfologia suave e arredondada, cuja porção topograficamente mais elevada é caracterizada pela presença de depósitos eólicos que estão sendo gradativamente depletados (Figura 4).



Figura 4 - Duna depletada pela ação humana.

A maior porção da área estudada (excetuando a noroeste) constitui uma extensa planície úmida, recoberta por depósitos arenosos, resultantes da colmatção de depósitos lagunares que foram recobertos por areias retrabalhadas por processos eólicos. Na faixa costeira atual, a partir da Estrada do Mar até a beira-mar, ocorrem depósitos marinhos que constituem as barreiras litorâneas e os campos de dunas que caracterizam o Sistema Laguna-Barreira IV (VILLWOCK *et al*, 1986).

Os trabalhos de campo também permitiram verificar que a área estudada é constituída por uma interdigitação de depósitos arenosos, relacionados a diferentes processos. A quase totalidade da área caracteriza uma planície arenosa úmida, com lençol freático posicionado em baixas profundidades na maior parte do ano, pois o solo apresentava-se encharcado.

Geneticamente, a área é caracterizada por extensos lençóis de areias (sands sheets) que formam grandes áreas planas. As areias são transportadas pelo vento a partir da barreira litorânea atual, posicionada para leste-nordeste da área, bem como, a partir dos depósitos lagunares existentes ao longo da margem da Lagoa dos Quadros, a oeste.

Nas proximidades da Lagoa dos Quadros também existem depósitos arenosos, localizados em cotas mais elevadas, constituídos por areias finas, quartzosas, que sugerem retrabalhamento eólico. Associado às cotas mais baixas, no interior desses depósitos arenosos, se observa a existência de areias finas a médias, com matriz argilosa, relacionadas aos processos lagunares, conforme verificado nos trabalhos de campo e na Figura 5.



Figura 5 - Nas cotas superiores se observa uma pequena duna, parcialmente revegetada.

Na foto aérea de 1964 (Figura 6) observa-se que a ocupação urbana estava concentrada na porção sul, na área onde atualmente está situado Xangri-lá e Capão da Canoa, e ainda não havia sido construída a Estrada do Mar (RS-389), nem desenvolvida a praia de Capão Novo.

Podemos verificar que as dunas isoladas presentes na área, bem como as do entorno, começavam a apresentar superfícies de deflação, evidenciando a atuação de processos eólicos e/ou hídricos, caracterizando a erosão, de acordo com a terminologia empregada por Carter *et al.* (1990). Vê-se, também, que a mancha urbana se desenvolve ao longo da faixa costeira e aumenta no sentido norte.

A relação entre a imagem do Google do ano de 2010 (Figura 3) e a fotografia aérea datada de 1964, permite verificar que as elevações individuais arenosas presentes na área, estão em intenso processo de depletação, devido a modificações na geometria e espessura das áreas elevadas, causadas pelo avanço da expansão urbana no sentido norte e oeste. Esse fato modificou completamente a atuação dos processos eólicos responsáveis pela formação e/ou manutenção destas áreas.

Outro fato relevante a ser considerado foi à construção da RS-389 (Estrada do Mar) que atua como uma espécie de barreira limitante para o suprimento e transporte de areia para os entornos da área.



Figura 6 - Fotografia Aérea de 1964.

Como resultado desse condicionamento morfodinâmico o modelamento atual dos depósitos arenosos tendem ao aplainamento da superfície, e, em alguns casos, atingem o nível base de erosão, que corresponde ao elevamento do lençol freático.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise multitemporal e os trabalhos de campo realizados evidenciaram a depletação dos remanescentes isolados de dunas devido à atuação dos processos morfodinâmicos (ação eólica), pois se verifica a ocorrência de erosão gradual nas cristas individuais, assim como à intensa antropização ao longo da faixa costeira que descaracterizou e/ou suprimiu as áreas de proveniência de areia que eram carreadas da faixa costeira até a área de estudo.

Neste sentido, os quatros municípios limítrofes com a lagoa devem se conscientizar da degradação que está ocorrendo e gerenciar de forma que essas áreas vulneráveis sejam conservadas.

Com essas análises, pretendemos contribuir com um trabalho técnico para os municípios, pois serve de base para estudos posteriores que venham a indicar ações pontuais para cada caso.

## REFERÊNCIAS

CARTER, R. W. G.; HESP, P.; NORDSTROM, K.F. (1990). Erosional landforms in coastal dunes. In: NORDSTROM, K. F.; PSUTY, N. P.; CARTER, R. W. (Ed.). *Coastal Dunes: Form and Process*. Chichester: Wiley, Chapter 11, p. 217-250.

DAVIES, P. *et al.* (1995). *Decision making in dune management: theory and practice*. Journal of coastal conservation, 1: 87-96.

HASENACK, HEINRICH; FERRARO, LILIAN W. (1989). *Considerações sobre o Clima da Região de Tramandaí, RS*. Pesquisas, v.22, n.1, p.71-88.

KÖPPEN, W. (1948). *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Econômica. México. 479p.

SEMA, Secretaria Estadual do Meio Ambiente. (2003). *Relatório da Bacia do Rio Tramandaí*. SEMA, DRH.

SEMA/DRH. (2004). *1ª Etapa do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí; Relatório Temático A.2. – Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas*. Porto Alegre.

TABAJARA, L.L. *et al.* (2005). Vulnerabilidade e classificação das dunas da praia de Capão da Canoa, Litoral Norte do Rio Grande do Sul. In: MARTINS, L.R.; BARBOZA, E.G. (Eds.). *GRAVEL*, Porto Alegre, n. 3, p. 71-84.

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J.; LOSS, E. L.; DEHNHARDT, E. A.; HORN FILHO, N. O.; BACHI, F. A.; DEHNHARDT, B. A. (1986). Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 4, p. 79-97.

VILWOCK, J. A., TOMAZELLI, L. J. (1995). Centro de estudos de geologia costeira e oceânica. *Notas técnicas*. Instituto de Geociências – UFRGS, Porto Alegre, n.8, p.1-45.