



Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Biociências
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal
Curso de Especialização em
Diversidade e Conservação da Fauna

Efeitos da pressão antrópica e urbanizadora sobre as Áreas de Preservação Permanente das Lagoas Costeiras - o caso da lagoa dos Quadros, costa norte do Estado do Rio Grande do Sul/Brasil.

Fernanda Germano Bitencourt de Andrade

Porto Alegre
2012

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Biociências
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal

**Efeitos da pressão antrópica e urbanizadora sobre as
Áreas de Preservação Permanente das Lagoas Costeiras –
o caso da lagoa dos Quadros, costa norte do Estado do
Rio Grande do Sul/Brasil.**

Fernanda Germano Bitencourt de Andrade

Dra. Clarice Bernhardt Fialho

Trabalho apresentado no Departamento de Zoologia da UFRGS como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso Pós-Graduação *Lato Sensu*, na área de Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna.

Porto Alegre
2012

Fernanda Germano Bitencourt de Andrade

Efeitos da pressão antrópica e urbanizadora sobre as Áreas de Preservação Permanente das Lagoas Costeiras – o caso da lagoa dos Quadros, costa norte do Estado do Rio Grande do Sul/Brasil.

Trabalho apresentado no Departamento de Zoologia da UFRGS como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso Pós-graduação *Lato Sensu*, na área de Diversidade e Conservação da Fauna.

Orientadora: Dra. Clarice Bernhardt Fialho

Porto Alegre, 31 de maio de 2012.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Vinicius Lampert
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Luiz Roberto Malabarba
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*O verdadeiro desastre começou com aquilo que hoje designamos "progresso" e "desenvolvimento". O pensamento básico deste novo contexto cultural faz com que queiramos sempre atingir eficiência Máxima em todos os nossos empreendimentos, eficiência esta, medida em termos de fluxo de dinheiro apenas, e quase nunca em termos de harmonia, sustentabilidade, integração, beleza, riqueza, de vida, etc.
(José Antonio Lutzemberger, 1988)*

Resumo

Efeitos da pressão antrópica e urbanizadora sobre as Áreas de Preservação Permanente das Lagoas Costeiras – o caso da lagoa dos Quadros, costa norte do Estado do Rio Grande do Sul/Brasil.

A costa norte do Rio Grande do Sul, embora seja uma das menores regiões do Estado, concentra os principais balneários e sofre a crescente expansão das ocupações urbanas e do adensamento populacional, frequentemente desordenados, tendenciosos ou escusos. A lagoa dos Quadros e sua Área de Preservação Permanente (APP) destacadamente vêm sofrendo impactos e danos constantes, que devem gerar preocupação coletiva e nova postura imediata da sociedade e dos governantes locais. Estradas vicinais ou pavimentadas; agricultura irrigada, agropecuária; silvicultura; piscicultura e pesca; urbanização intensiva; turismo e esportes náuticos; são atividades que, como atualmente desenvolvidas, oferecem riscos e causam ou desencadeiam alterações drásticas e espoliações. De acordo com a lei que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (LEI FED. N.º 9605/1998), configuram crimes ambientais evidentes. Espaços comuns e protegidos são alijados, e transformações de paisagens naturais marcam novas tendências, com modelos que se apropriam de bens públicos intangíveis, poluem, alteram e fragmentam habitats, traçando e induzindo novas regras de urbanização em todo o litoral norte gaúcho, potencializando o risco e a irreversibilidade do dano. A riqueza, a complexidade e a fragilidade desses ecossistemas, as comunidades tradicionais e a saúde pública geral são negligenciadas. Nesse contexto, essa revisão bibliográfica tem o intuito de - sob a égide da lagoa dos Quadros - abordar os reais e potenciais efeitos da pressão antrópica e urbanizadora sobre as APP's das lagoas costeiras ao meio ambiente, à biodiversidade e à população humana. Além disso, aspira ser um instrumento de informação, alerta e estímulo para ações sustentáveis ordenadas e integradas, propiciando a perseverança da flora e fauna, a humana e a de qualquer empreendimento que esteja ou venha se instalar nos municípios integrantes, frente à manutenção e salubridade das fontes vitais, como a água e o solo, promovendo a sustentabilidade, assegurando os direitos às sociedades atuais, sem comprometer os das gerações futuras.

Palavras-chave: fragmentação de habitat; poluição; saúde pública; sustentabilidade.

Abstract

Effects of urbanizing anthropogenic pressure on the Lagoas Costeiras Preservation Areas – the case of Quadros Lagoon, north coast of the state of Rio Grande do Sul/Brazil.

The north coast of Rio Grande do Sul, even though it is one of the smallest areas in the state, concentrates the main beaches and suffers from the increasing expansion of urban occupations and population density increase, often disorganized, biased or vested. The Quadros Lagoon and its Permanent Preservation Area (PPA) has prominently been suffering impacts and constant damage, which shall immediately generate collective concern and change of attitude in the society and local authorities. which should generate collective concern and immediate new position in society and local governments. Paved roads; irrigated agriculture, livestock, forestry, aquaculture and fisheries, intensive urbanization, tourism and water sports; are activities that, as currently performed, are offering risks and causing or initiating drastic alterations and spoliations. According to the law that disposes over the criminal penalties derived from conducts and activities that harm the environment (Federal Law n.º 9605/1998), configure evident environmental crime. Common and protected spaces are jettisoned, and transformation of natural sights Mark new tendencies, with models that appropriate public intangible goods, pollute, change and disintegrate habitats, designing and inducing new rules of urbanization all over the North shore of the state, potentializing the risk and irreversibility of the damage. The abundance, the complexity and the fragility of this ecosystem, the local traditional community and general public health are neglected. In this context, this review intends to – using the case of Quadros Lagoon – approach real and potential effects that urbanizing anthropogenic pressure over the PPA's of the coast lagoons can cause to the environment, the biodiversity and the human population. Furthermore, this review intends to be an instrument to uplift, enlighten, in addition, aspires to be a tool for information, warning and encouragement for sustainable actions, providing the perseverance of the environment, the community and any establishment which is settled or plans to be settled in the cities of this área due to the maintenance and salubrity of vital resources as water and soil, promoting sustainability and assuring that communities have their rights fulfilled, without compromising the future generation's resources.

Key-words: disintegration of habitats; pollution; health; sustainability.

Apresentação

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica apresentada ao Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como pré-requisito para a obtenção do Certificado de Conclusão de Curso Pós-graduação *Lato Sensu*, na área de Diversidade e Conservação da Fauna, no ano de 2012.

Em forma de monografia, foi elaborado de acordo com as orientações do Manual de Elaboração, provido pelo referido curso, e com as da Revista Brasileira de Zoologia (RBZ), salvo o por seguinte detalhado. Estruturado em títulos e respectivos subtítulos, abordou, primeiramente, os aspectos bióticos e abióticos regionais da área de estudo, a lagoa dos Quadros e sua Área de Preservação Permanente, seguindo-se pelo que transcorreu, especificamente, sobre o tema geral: os efeitos da pressão antrópica e urbanizadora sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP's) das Lagoas Costeiras.

Conforme as instruções da RBZ, fotografias, desenhos, gráficos e mapas serão denominados figuras. Valendo-se da discricionariedade posta no Manual, foram inseridas logo após a primeira citação, com legendas adjacentes à incursão, de forma a tornar a leitura mais agradável e dinâmica. As dimensões foram ajustadas avaliando-se funcionalidade e formatação. Conflitantes o contexto amplo do tema com o anseio da máxima ilustração e concisão, diferentemente do indicado pela Revista, mas em consonância com o Manual, desenhos e mapas não serão exclusivamente apresentados a traço de nanquim ou similar, e gravuras e fotografias a cores serão mescladas a textos, recortes, traços e desenhos indicativos pertinentes, de forma a eficazmente se atingir o objetivo.

A cargo do tema amplo e globalizado, compartilhado por uma série de pesquisadores e abundantemente investigado na conjuntura científica, do qual excertos, ideias e conceitos satisfazem à tônica e a compreensão geral, somado às dificuldades de aquisição, além da especificidade e pormenorização (que fogem à proposta dessa revisão), com o similar objetivo de abrangente, porém sintética, elucidação, esse trabalho, excepcionalmente, se valeu do recurso de citações de trabalhos não consultados na íntegra. Salienta-se, contudo, dotadas de senso científico comum e oriundas de fontes fidedignas relacionadas. No mesmo âmbito, usufruiu de uma diversificada gama de fontes de pesquisa, e não apenas artigos estritamente publicados em revistas científicas.

Sumário

Resumo	v
Abstract	vi
Apresentação	vii
Lista de Siglas	viii
1. INTRODUÇÃO	10
1.1 JUSTIFICATIVA DO TEMA	13
1.2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	15
3. RESULTADOS	16
3.1 ÁREA DE ESTUDO	16
3.1.1 Geologia, Geomorfologia e Clima	22
3.1.2 Contexto Hídrico Regional	24
3.1.3 Fitogeografia e Vegetação	28
3.1.4 Diversidade Faunística	32
3.1.5 Áreas de Preservação Permanente	35
3.2 EFEITOS DA PRESSÃO ANTRÓPICA E URBANIZADORA	44
3.2.1 Desmatamentos, queimadas e assoreamento	45
3.2.2 Alteração e fragmentação de habitat	50
3.2.3 Bombeamento de água e efluentes químicos	59
3.2.4 Efluentes cloacais e eutrofização	63
3.2.5 Depósito e queima irregular de resíduos sólidos	68
3.2.6 Piscicultura desordenada, pesca predatória e êxodo pesqueiro	71
3.2.7 Espécies exóticas invasoras e extinções	74
3.2.7.1 <i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker 1857)	76
3.2.7.2 O gênero <i>Pinus</i>	89
3.3 POTENCIALIDADES E TENDÊNCIAS DE DESENVOLVIMENTO	96
4. DISCUSSÃO	98
Agradecimentos	101
Referências Bibliográficas	102

Lista de Siglas

APP - Áreas de Preservação Permanente
APA - Área de Proteção Ambiental
CDB - Convenção sobre Diversidade Biológica
CF/88 - Constituição Federal de 1988
CI - Conservação Internacional
CMMAD - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
COBRAMAB - Comissão Brasileira para o Programa O Homem e a Biosfera
CONABIO - Comissão Nacional de Biodiversidade
DRH – Departamento de Recursos Hídricos
EMATER - Instituto de Assistência Técnica de Extensão Rural
FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação).
FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler
GERCO - Programa de Gerenciamento Costeiro
IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IPEA - Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas
MAB – *Man and the Biosphere* (Homem e a Biosfera)
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MPF - Ministério Público Federal
ONU – *Organization of the United Nations* (Organização das Nações Unidas)
PANBIO - Plano de Ação para Implementação da Política Nacional da Biodiversidade
PNAP - Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas
PNGC – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PROBIO - Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
PRONABIO - Programa Nacional da Diversidade Biológica
RBZ - Revista Brasileira de Zoologia
RBMA - Reserva da Biosfera da Mata Atlântica
SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
IUCN – *International Union for Conservation of Nature* (União Mundial para a Natureza)
UNEP - *United Nations Environment Programme environment for development* (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento)
UNESCO – *United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization* (Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura)
ZEE – Zoneamento Econômico Ecológico
WWF - *World Wildlife Fund for Nature* (Fundo Mundial para a Natureza)

1. INTRODUÇÃO

Os efeitos de boa parte das ações humanas, de alguma forma, são danosos ao meio ambiente, aos outros seres vivos e à própria espécie. A intensificação do efeito estufa, as chuvas ácidas, ilhas de calor nas cidades, a redução da camada de ozônio, poluição dos oceanos, desmatamento, o rápido esgotamento dos recursos não renováveis e altas taxas de extinção de espécies, caracterizam fenômenos oriundos de interações desarmônicas, em detrimento da salubridade da Biosfera e do ser Humano. O Relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO 2011) expressa o diagnóstico alarmante de que mais de 1 bilhão de pessoas - 18% da população mundial - não têm acesso a uma quantidade mínima aceitável de água potável. A Organização informa que 1,7 bilhão de pessoas não têm acesso a sistemas de saneamento básico, e 2,2 milhões morrem a cada ano em todo o mundo por consumirem água contaminada e contraírem doenças. A FAO acentua que a degradação generalizada e o aprofundamento da escassez dos recursos do solo e da água colocaram em risco vários sistemas essenciais de produção alimentar no mundo. O índice do "Relatório Planeta Vivo" - principal pesquisa bianual do Fundo Mundial da Natureza (WWF 2012) sobre a saúde do Planeta, divulgado no mês de maio - mostra um declínio na biodiversidade global de 28% entre 1970 e 2008, com base em 9.014 populações de 2.688 espécies de aves, mamíferos, anfíbios, répteis e peixes.

Os recursos naturais essenciais à vida estão sendo esgotados e alterados de forma tão ávida e veloz, que não poderão se recompor no mesmo ritmo, caso não mudemos de atitudes imediatamente. É evidente que o planeta Terra está enfrentando o seu maior desafio desde o seu surgimento: a humanidade. Cada indivíduo possui crucial importância nos intrincados ciclos da vida. Podemos e devemos reverter esse quadro de degradação e extermínio, pois a permanência da vida na Terra, com sua riqueza e diversidade atuais, depende disso.

Os humanos modernos originaram-se na África há cerca de 200 mil anos e adquiriram o comportamento moderno há apenas 50 mil, tempo ínfimo se comparado à idade da Terra. Hoje somamos mais de 7 bilhões de indivíduos, compondo uma única espécie, entre outras 1,8 milhões descritas, das 100 milhões possíveis de existirem, conforme o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

(UNEP 2010). Vivemos em um diminuto corpo celeste, formado há 4,5 bilhões de anos, em translação ao Sol, uma irrisória estrela, bastante comum (entre 100 bilhões de estrelas), compondo uma única galáxia (entre outras 200 bilhões) e, segundo teorias da Física Quântica, num dos universos possíveis e que vai desaparecer! “Somos o vice-treco do subtroço”! (CORTELLA 2007). Nós, *Homo sapiens*, no entanto, apesar da insignificância frente à imensidão do Universo e da vulnerabilidade como seres, paradoxalmente conseguimos, principalmente nos últimos cinquenta anos, perturbar os ciclos naturais, indispensáveis à vida na Terra. Conquistamos faixas de territórios como nenhuma outra espécie e apoderamo-nos de quase a integralidade de habitats do Planeta. Consumimos em excesso e estamos extinguindo os recursos naturais, legado que a Terra levou bilhões de anos para conceber, sendo que apenas 20% da população mundial consomem 80% desses recursos (ARTHUS-BERTRAND 2009). Cientistas estimam que entre 150 a 200 espécies sejam extintas a cada 24 horas. Sempre houve períodos de extinção em massa de espécies na história global, mas a taxa de extinção é a maior do que qualquer outra que o Mundo tem experimentado nos últimos 65 milhões de anos, desde o desaparecimento dos dinossauros (UNEP 2010).

Poluímos nossas águas e a escassez de recursos hídricos não ameaça apenas com a sede, mas com a fome e os riscos à saúde pública, podendo trazer a morte na forma de doenças. A FAO (2011) evidencia que em todo o mundo os mais pobres têm menos acesso ao solo e à água e são apanhados na armadilha da pobreza das pequenas propriedades, com solos de má qualidade, alta vulnerabilidade à degradação e às incertezas climáticas. Milhares de pessoas morrem todos os dias por beberem água contaminada. A organização manifesta que a degradação generalizada e o aprofundamento da escassez dos recursos do solo e da água colocaram em risco vários sistemas essenciais de produção alimentar no mundo, abrangendo outros aspectos dos ecossistemas afetados, como a perda de biodiversidade. Segundo o Relatório, alguns sistemas enfrentam o risco de um colapso progressivo da sua capacidade produtiva, devido a uma combinação entre a excessiva pressão demográfica e a prática insustentável da agricultura. Balanceados o uso de recursos pela capacidade produtiva de cada nação, comparados com a população real e o consumo por pessoa, o Relatório Planeta Vivo (WWF 2012) determinou a “pegada ecológica” de cada nação. Mesmo fora das 25 nações com maior consumo *per capita* e das 25 com menor consumo, o

Relatório afirma não significar que o Brasil não está superexplorando seus recursos naturais, pelo contrário, aponta que o país e outras economias emergentes (como Rússia, Índia, China e África do Sul) aumentaram o consumo *per capita* de recursos naturais. Apesar de não sermos os maiores consumidores, a WWF alega que hoje consumimos 65% a mais que nos últimos 50 anos e confirma as principais causas: agricultura e a pecuária (representando dois terços do consumo), pesca, emissão de carbono, uso florestal e áreas construídas em cidades.

Apesar de quadros alarmantes, contudo, como destacado por Iann Arthus-Bertrand (2009), no filme *Home*, “é tarde demais para sermos pessimistas” e temos pouco tempo para estancarmos e revertermos nossas agressões à Biosfera. Para a possibilidade de mudanças de atitude, no sentido de ações racionais e sustentáveis, é substancial aprofundar o conhecimento acerca das questões pertinentes às interações ambientais, principalmente a respeito de qual a contribuição de cada um, e de que forma tudo pode afetar a todos. A conservação e a utilização racional da diversidade biológica estão intimamente vinculadas a fatores de ordem social, cultural, política e econômica, de tal forma que ações nessas esferas são imprescindíveis, conforme declarado pelo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO 2006). Nesse âmbito, a presente revisão destacou o contexto regional dos ricos e peculiares recursos naturais contidos na área em estudo e região, as agressões que vêm sofrendo e os reais e potenciais riscos, oriundos das atividades ali indiscriminadamente desenvolvidas, especialmente as decorrentes da antropização e da pressão urbanizadora sobre áreas de Preservação Permanente das lagoas costeiras do litoral do Estado do Rio Grande do Sul. O legado natural do Planeta, junto ao homem e a reação de suas ações, indiscutivelmente devem ser compreendidos e planejados de maneira integrada – conectados e indissociáveis que são. O homem é “ao mesmo tempo criatura e criador do meio ambiente, que lhe dá sustento físico e lhe oferece a oportunidade de desenvolver-se intelectual, moral, social e espiritualmente” (ONU 1972), características que o configuram como poderoso instrumento para geração de reflexões, debates, mudanças de atitudes, quebra de paradigmas e a formação de verdadeiros cidadãos, para o bem comum do Mundo, dessa e das próximas gerações, de todos os seres vivos da Terra.

1.1 JUSTIFICATIVA DO TEMA

O litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul, detentor de riquezas plenas de fragilidade, vem sofrendo crassos e profundos danos e impactos ambientais, decorrentes de condutas antrópicas lesivas, principalmente oriundas da urbanização desordenada. Eles ocorrem ou repercutem principalmente em Áreas de Preservação Permanente e nas de amortecimento. Optou-se pela lagoa dos Quadros e, destacadamente, o município de Capão da Canoa, em função do peculiar modelo de ocupação vigente, que vem traçando regras urbanísticas e ditando tendências insustentáveis na região, ameaçando a médio e longo prazo a salubridade de todo o cordão lagunar gaúcho. A escolha do tema e da área foco desse trabalho valia-se, portanto, pelo fato da constatação de atividades e condutas lesivas ao meio ambiente na lagoa dos Quadros, sua APP e adjacências, que colocam em risco a saúde pública, a biodiversidade e os recursos naturais, detentores de extrema relevância econômica, sociocultural e ambiental para a região.

A lagoa dos Quadros recebe emissões de efluentes ou carreamento de materiais que podem provocar o perecimento de espécimes da fauna aquática. É constatado o uso de recursos com infringência das normas de proteção, e o risco de contaminação que pode tornar necessário interromper o abastecimento público de água para as comunidades é iminente. Destruição e danos à vegetação das APP's e de amortecimento, inclusive em formação, são constantes, principalmente através do corte de árvores sem permissão da autoridade competente. Queima irregular de resíduos sólidos, incêndios e poluição atmosférica, que podem resultar em danos à saúde humana, provocar a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora, são comumente registrados. De fato, existe a restrição e o impedimento do uso público dos balneários. Nos últimos anos foi intensificada a alteração de aspectos locais e a construção em solos não edificáveis especialmente protegidos por lei, dotados de valor paisagístico, ecológico, turístico, artístico, histórico, cultural, religioso, arqueológico, etnográfico ou monumental, sem autorização da autoridade competente, em desacordo com a concedida ou, ainda, à revelia da lei maior ou das municipais. Somando, não raro os detentores do dever legal ou contratual relacionado a questões ambientais deixam

de cumpri-lo, em benefício de interesses pessoais escusos e/ou obtusos, e em detrimento do interesse público socioambiental.

1.2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO

Sob a égide da lagoa dos Quadros e sua Área de Preservação Permanente, o objetivo geral dessa revisão bibliográfica é transcorrer acerca dos efeitos da pressão antrópica e urbanizadora sobre as lagoas costeiras ao meio ambiente, à biodiversidade e à população humana. Nesse contexto, foi evidenciado o município adjacente de Capão da Canoa, onde se destaca a clara e equivocada discrepância entre o aparato legal definido e pretendido pelo conjunto normativo e o modelo atual de ocupação, representado pelo avanço e densificação da construção civil, somados à intensa especulação imobiliária dessas áreas.

“A primeira condição para modificar a realidade consiste em conhecê-la” (GALEANO 1971). A ignorância ou a indiferença humana pode gerar danos massivos e irreversíveis aos recursos naturais e à biodiversidade, dos quais toda e qualquer vida e bem estar dependem. Despertar o conhecimento, com uma visão voltada para os desafios que a humanidade terá de superar num futuro próximo, é o melhor mecanismo para nos prepararmos frente a essas incertezas (PROBIO 2006). A consciência expande perspectivas de visão do Mundo, do espectro biológico da Terra, estimulando ações lógicas, coerentes, em benefício da qualidade de vida, das atuais e das próximas gerações, de todos os seres, em um meio ambiente em sintonia com “as necessidades e esperanças humanas” (ONU 1972).

O conteúdo e a abordagem adotados, desse modo, objetivam, especificamente, servir como instrumento de informação e subsídio para a promoção de ações sustentáveis integradas, principalmente nos municípios adjacentes à lagoa dos Quadros, mas também nos que igualmente compõem a Bacia Hidrográfica do Tramandaí, visto que depende disso a perseverança de qualquer empreendimento que esteja ou venha se instalar na região, face à manutenção da salubridade de fontes vitais - como a água e o solo - assegurando os direitos às sociedades atuais sem comprometer os das gerações futuras.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Essa revisão bibliográfica não teve a pretensão de abordar a integralidade dos tópicos concernentes ao tema, tampouco exaurir os tópicos apreciados. Sustentou sim, em um panorama geral, a qualificação das riquezas naturais da região e o contraponto da pressão antrópica e urbanizadora sobre elas, aspirando ser instrumento para o incitar de sentimentos de valoração, atitudes de preservação e restauração.

Frente à carência de recursos bibliográficos acerca do tema especificamente direcionados à área foco de estudo, mediante a análise das condutas e atividades lesivas ao meio ambiente constatadas na lagoa Quadros e sua área de Preservação Permanente, foi traçado, principalmente, um paralelo com a ocasião de fenômenos análogos em locais distintos, de forma a referenciar o exposto e pretendido. A correlação é pertinente, visto que são ações e reações de panorama global, sendo referenciadas, inclusive, além da legislação pertinente, estudos, relatórios e convenções de organizações estaduais, nacionais e internacionais.

A metodologia empregada para a constituição dessa revisão bibliográfica consistiu, portanto, coleta de informações em fontes diversas, como as legislações federal, estadual e municipais; órgãos governamentais e não governamentais; artigos científicos publicados em revistas; teses e dissertações de mestrado e doutorado; manuais técnicos e cartilhas correlacionados; revistas eletrônicas; noticiários, filmes, documentários e entrevistas. Intermeado a esses estão incluídos, ainda, o aprendizado desperto mediante o curso de Graduação em Ciências Biológicas; a Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna – cujo trabalho pleiteia o fecho – a naturalidade e residência em um dos municípios adjacentes à área de estudo; e o integrando a coordenação e militância, há seis anos, de um Movimento Popular que luta pela desapropriação de uma área de 17 hectares para a criação de uma Unidade Conservação Natural às margens da lagoa dos Quadros, em Capão da Canoa, e pela preservação desse bem comum e vital, a água.

3. RESULTADOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área foco de estudo consiste na lagoa dos Quadros - corpo hídrico de 152 Km² de área, localizado na costa norte do Estado do Rio Grande do Sul/Brasil - e sua Área de Preservação Permanente (APP). Encontra-se sob as coordenadas geográficas 29°41'48.42" S e 50°05'01.73" W, sendo circundada pela rodovia BR 101 e o município de Terra de Areia, ao norte; a RS 407 e Xangri-lá ao sul; Capão da Canoa e, a poucos metros, a RS 389, a leste; e a RS 486 e Maquiné, a oeste. Integra a zona costeira brasileira, sendo subordinada às diretrizes e regulamentações do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Lei Federal n.º 7661, de 16 de maio de 1988, e Decreto Federal n.º 5.300, de 7 de dezembro de 2004, que a regulamenta), através do Programa de Gerenciamento Costeiro – GERCO - desenvolvido pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM. (Figuras 1 e 2).



Figura 1. Lagoa dos Quadros e municípios adjacentes.
Fonte: adaptado de *Map Maker NatGeo Interativo*, 2012.

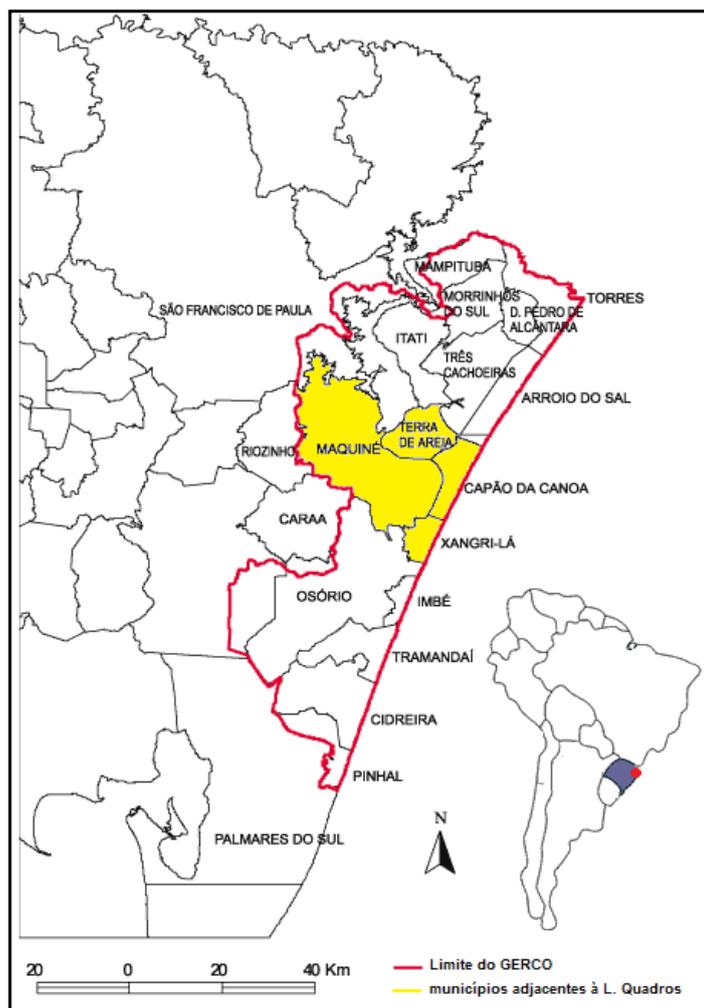


Figura 2. Municípios adjacentes à lagoa dos Quadros e integrantes do Programa de Gerenciamento Costeiro (GERCO). Litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil.
 Fonte: adaptado de ZEE/FEPAM – GERCO/SEMA, 2000.

De acordo com as diretrizes e o Macrozoneamento Ecológico-Econômico (FEPAM 2000), a lagoa dos Quadros é torneada por Zona de Lagoas, áreas com características de corredores de fauna e flora, importantes para a reprodução e alimentação de espécies, principalmente endêmicas e em extinção. Caracteriza-se por corpos de águas rasas, a maioria ainda com boa qualidade. O zoneamento, porém, destaca a grande pressão urbana no entorno. Zona de Campos: transição entre o sistema de lagoas e a faixa arenosa, onde se intercalam campos secos arenosos e banhados, com o predomínio de atividades agropecuárias. Zonas de Áreas úmidas e Banhados: áreas úmidas, entre as lagoas, formando lagos e pântanos com ocupação antrópica por agropecuária e sítios de lazer e, ainda, a Zona de Mata Atlântica (Figuras 3 e 4).

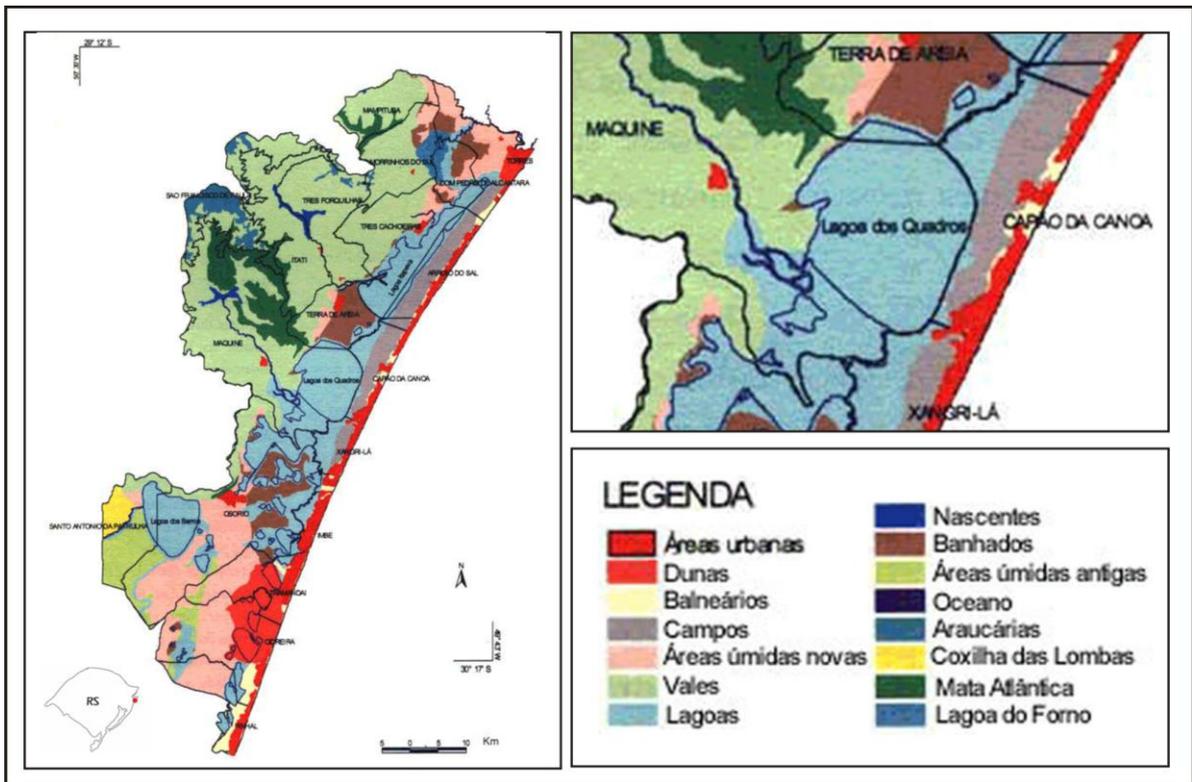


Figura 3. Macrozoneamento Costeiro - litoral norte do Rio Grande do Sul. Destaque: lagoa dos Quadros e municípios adjacentes.

Fonte: adaptado de ZEE/FEPAM – GERCO/SEMA, 2000.

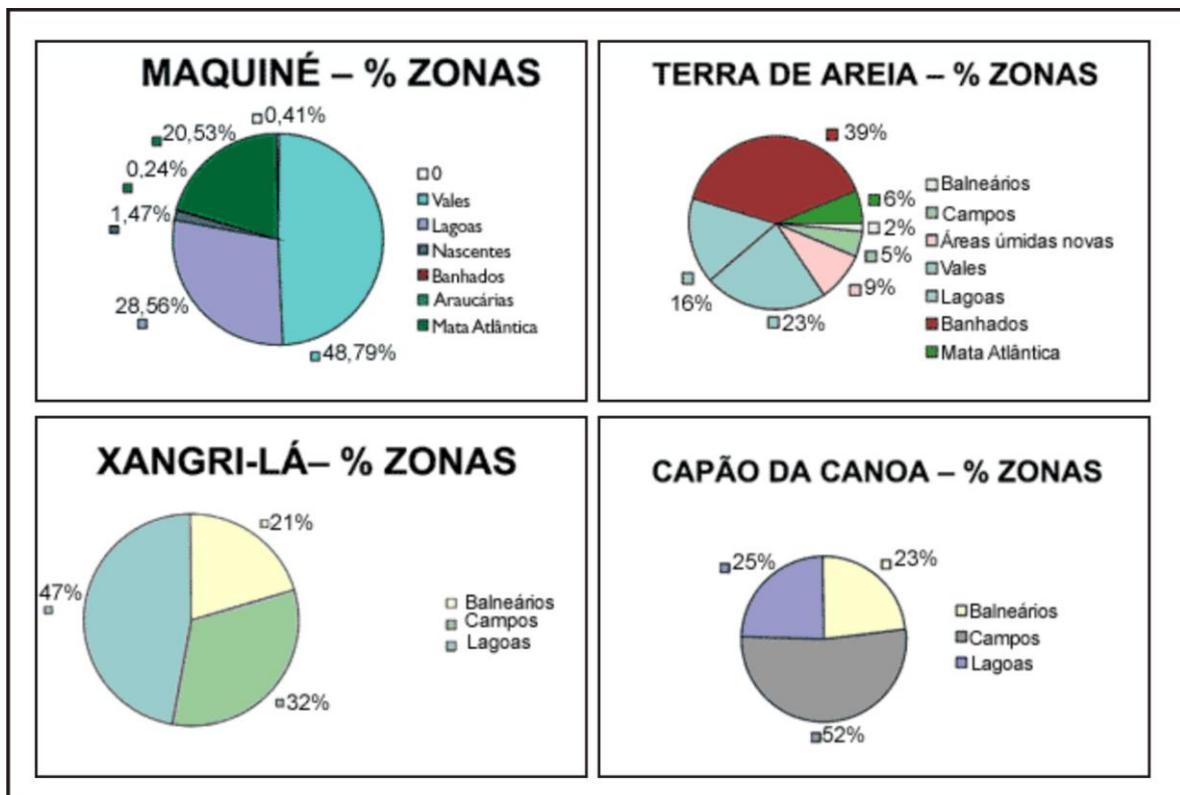


Figura 4. Zoneamento Econômico Ecológico – porcentagem de Zonas nos municípios adjacentes à lagoa dos Quadros.

Fonte: adaptado de ZEE/FEPAM – GERCO/SEMA, 2000.

De acordo com o artigo 38 da Lei Estadual n.º 9.519, de 21 de janeiro de 1992, (Código Florestal), a lagoa dos Quadros insere-se no Bioma Mata Atlântica e localiza-se nos limites da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – RBMA – que, junto aos seus ecossistemas associados, foi a primeira a ser reconhecida pela Organização das Nações Unidas para Educação, Ciências e Cultura (UNESCO 1991). Em 1994, foi reconhecida pelo Conselho do programa intergovernamental MaB – *Man and the Biosphere* (Homem e a Biosfera), estabelecido pela Organização, desenvolvido em conjunto com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a União Mundial para a Natureza (IUCN) e agências internacionais de desenvolvimento, possibilitando uma nova proposta de desenvolvimento para a região, com base na sustentabilidade ambiental.

No Brasil, as Reservas da Biosfera são definidas pelo capítulo VI (Das reservas da Biosfera), da Lei n.º 9985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. Conforme o Art. 41:

A Reserva da Biosfera é um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações (SNUC, 2000).

Seguindo a Legislação, as reservas da biosfera constituem-se por uma ou várias áreas-núcleo, destinadas à proteção integral da natureza; ou - zonas em que a lagoa dos Quadros está inserida – as de amortecimento (tampão), onde só são admitidas atividades que não resultem em dano para áreas-núcleo; e zonas de transição, sem limites rígidos, onde o processo de ocupação e o manejo dos recursos naturais são planejados e conduzidos de modo participativo e em bases sustentáveis (Figura 5).

A Lei foi regulamentada através do Decreto n.º 4.340, de 22 de agosto de 2002, e em seu capítulo XI (do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC), Artigo 42, determina que o gerenciamento das Reservas da Biosfera seja coordenado pela Comissão Brasileira para o Programa “O Homem e a Biosfera” – COBRAMAB - com a finalidade de planejar, coordenar e supervisionar as atividades relativas ao Programa (DECRETO N.º 4.340/02).

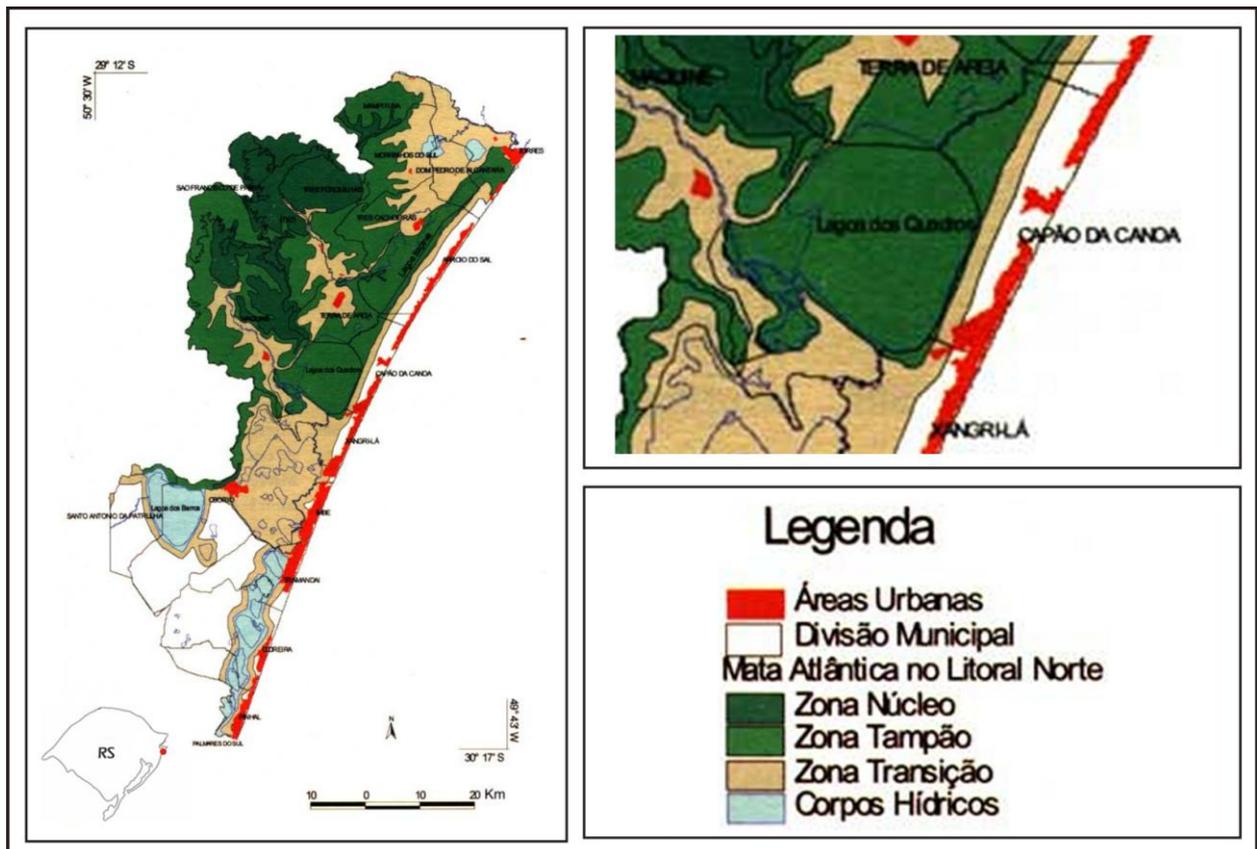


Figura 5. Mata Atlântica e Zonas da Reserva da Biosfera na costa norte do Rio Grande do Sul. Destaque: lagoa dos Quadros.
 Fonte: adaptado de ZEE/FEPAM – GERCO/SEMA, 2000.

As Diretrizes Ambientais para o Desenvolvimento dos Municípios do Litoral Norte, em seu Caderno de Planejamento e Gestão Ambiental (FEPAM 2000) salientam que o cordão de lagoas, as barreiras de dunas, os banhados e os contrafortes da Serra Geral conferem à região um cenário diferenciado no continente latino-americano. As peculiaridades, importância e vulnerabilidade da zona costeira motivaram o desenvolvimento de diversos projetos de planejamento ambiental. Além do GERCO, o Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO 1999) igualmente se destaca pela preocupação central com a conservação da biodiversidade e formam a base de dados e recomendações para o planejamento ambiental. O cordão lagunar paralelo à costa foi considerado Área Prioritária para a conservação da natureza pelo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), que tem como objetivo geral auxiliar o governo do Brasil no desenvolvimento do Programa Nacional de Biodiversidade. A (Figura 6) ilustra as Áreas Prioritárias atualizadas (instituídas pela Portaria MMA n.º 09, de 23 de janeiro de 2007).

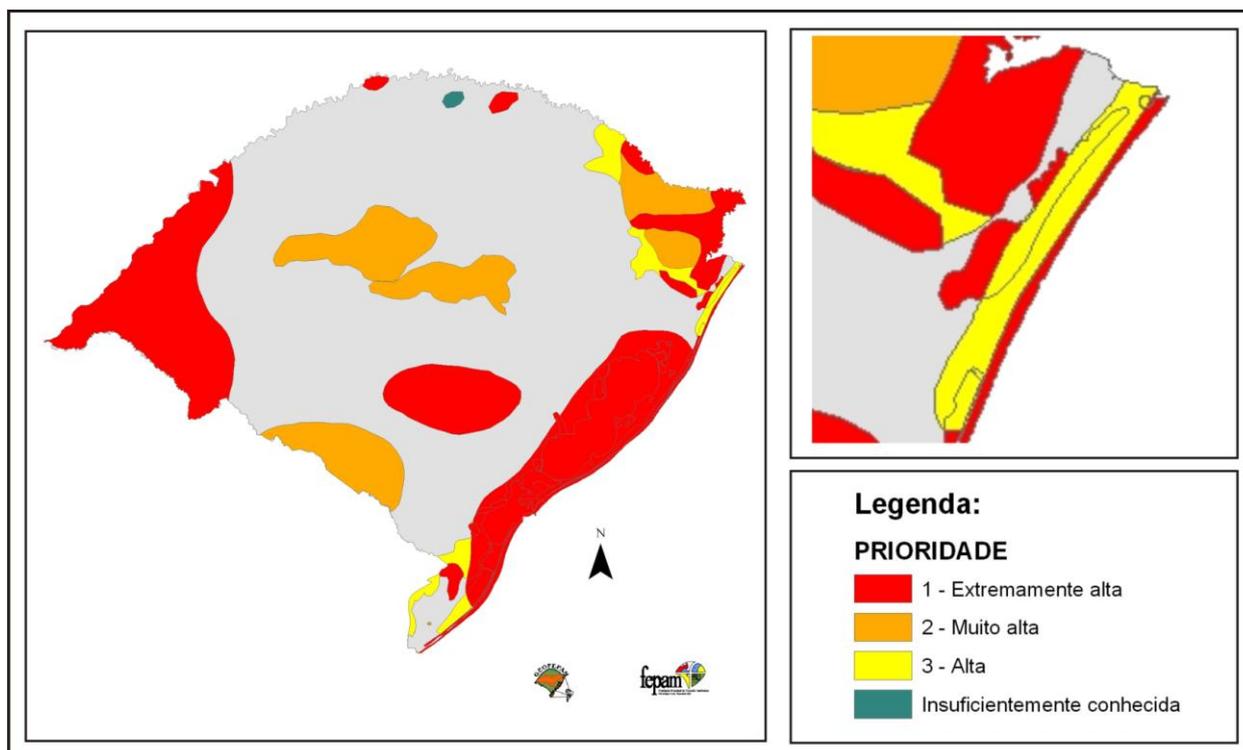


Figura 6. Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade no Rio grande do Sul. Destaque: costa norte do Estado. Fonte: adaptado de FEPAM/RS–PROBIO.

A classificação dessas áreas também está em consonância com as estratégias sugeridas pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), pelas Diretrizes e Prioridades do Plano de Ação para Implementação da Política Nacional da Biodiversidade (PANBio - Deliberação n.º 40, de 07 fevereiro de 2006, da Comissão Nacional de Biodiversidade - CONABIO) e pelo Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP (Decreto n.º 5.758, de 13 de abril de 2006).

Foram valorizadas a Serra do Mar e a Serra Geral, com ocorrência de espécies endêmicas, grande riqueza biológica e uma rede importante de unidades de conservação, com potencial para a implementação de corredores de biodiversidade. Os campos sulinos da Planície costeira igualmente foram ressaltados como áreas de máxima prioridade, com sua extensa área de vegetação de restinga. Contudo, as características regionais não foram nem estão sendo valorizadas e consideradas durante o processo de ocupação, e a antropização e a pressão urbanizadora vem trazendo sérios prejuízos à população e ao ambiente.

3.1.1 Geologia, Geomorfologia e Clima

Em função de sua idade geológica recente, a Planície Costeira gaúcha é uma região riquíssima sob o ponto de vista ambiental e seus ecossistemas são frágeis e raros. “Esse processo geológico ainda em transformação mostra uma sequência de ambientes de especial valor paisagístico e produtividade biológica” (FEPAM, 2000). O litoral norte do RS é formado pelas Unidades Geomorfológicas da Planície Costeira e da Serra Geral, pertencentes, respectivamente, ao Domínio dos Depósitos Sedimentares - marinhos e flúvio-lacustres inconsolidados, da Bacia de Pelotas - e ao Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares - Planalto Sul-Brasileiro – (JUSTUS *et al.* 1986). Integra o mais recente Sistema Depositional Laguna-Barreira IV (Figura 7), desenvolvido durante o Holoceno, como consequência da última grande transgressão pós-glacial (TOMAZELLI & VILLWOCK 2005).

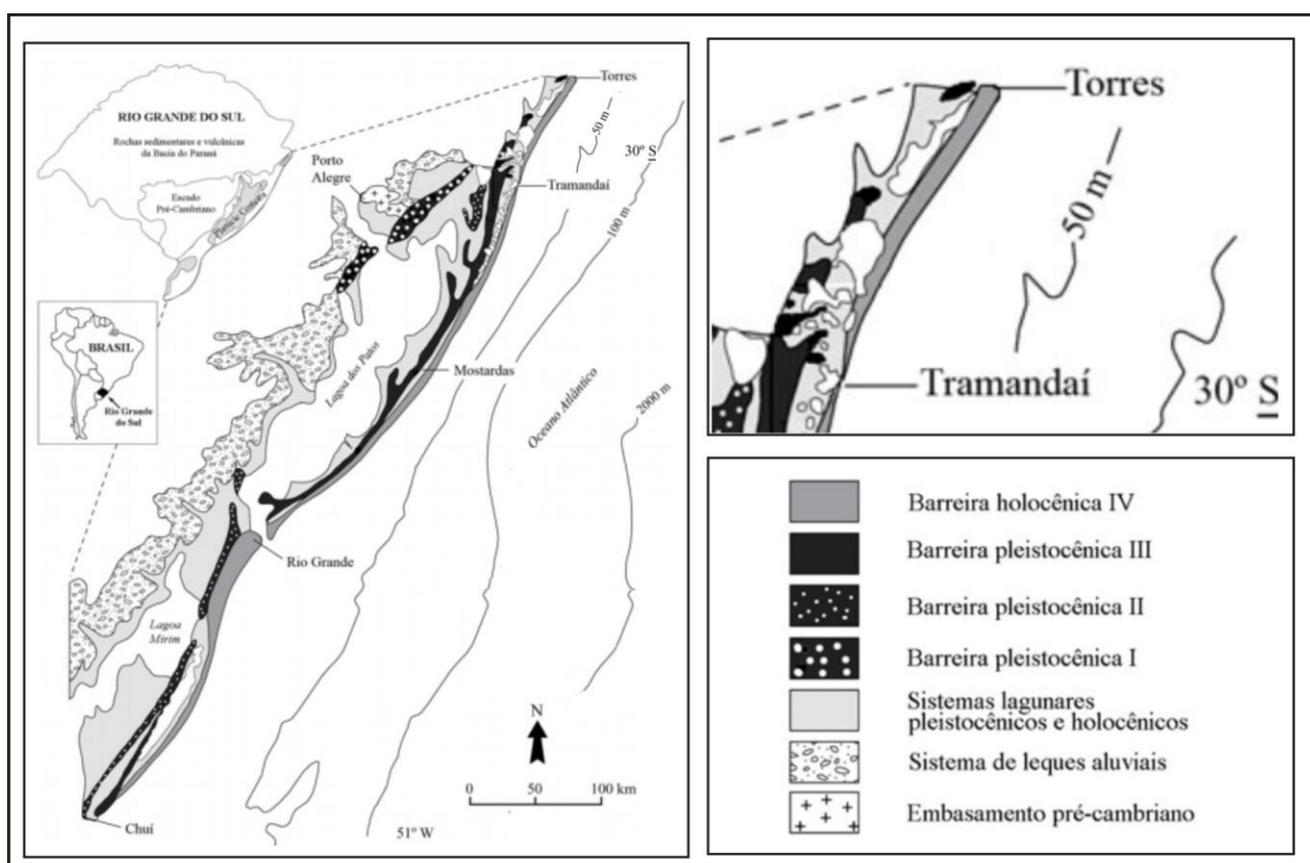


Figura 7. Geologia simplificada da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Destaque: lagoa dos Quadros e costa norte do Estado. Fonte: Programa Geologia do Brasil – CPRM.

O Sistema Lagunar engloba um grupo complexo de fácies, acumuladas em ambientes desenvolvidos no espaço de retrobarreira da Barreira IV, ocupado no pico transgressivo Holocênico por grandes corpos lagunares que, acompanhando a posterior progradação da barreira, evoluíram para um ambiente de complexos deposicionais que incluem: corpos aquosos costeiros (lagos e lagoas), sistemas aluviais (rios meandранtes e canais inter-lagunares), sistemas deltaicos (deltas flúvio-lagunares e deltas de "maré-lagunar") e sistemas paludiais (pântanos, alagadiços e turfeiras) (TOMAZELLI & VILLWOCK 1991) (Figura 8), que encerra um conjunto de feições geomorfológicas sob condições de clima subtropical úmido costeiro, com solos de baixa fertilidade natural e alta suscetibilidade eólica (FEPAM, 2000).

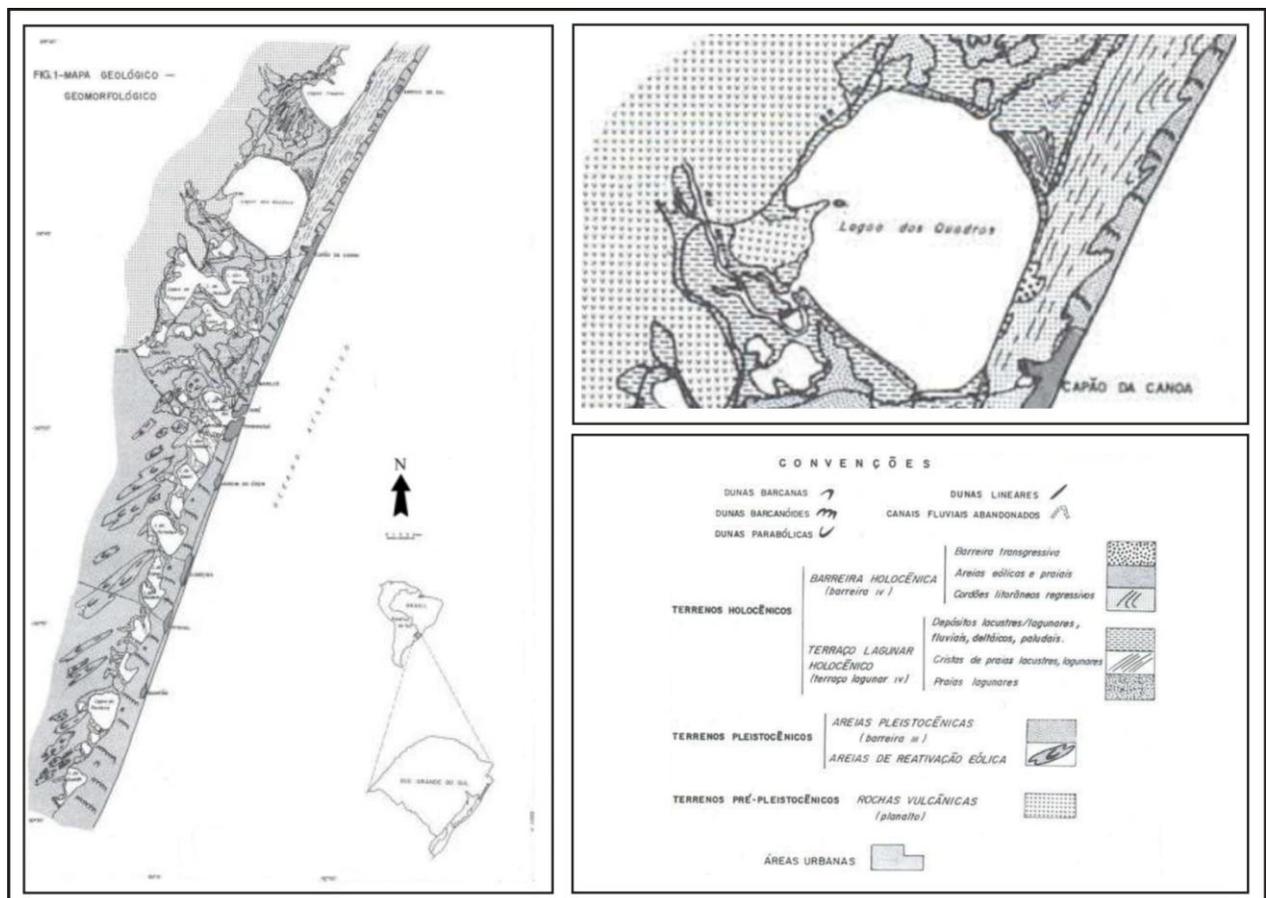


Figura 8. Mapa Geológico e Geomorfológico da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Destaque: lagoa dos Quadros
Fonte: adaptado de Tomazelli & Villwock, 1991.

O clima do Litoral Norte é classificado como clima Subtropical Úmido Costeiro (FEPAM 2000). BRACK (2006) destaca gradientes leste-oeste como vento, umidade, pluviosidade, temperatura e solo, bem como altitudinais, principalmente ligados à

temperatura, que diminui cerca de 1º Celsius a cada 150 metros de aumento da altitude da encosta da Serra Geral. A intensidade dos ventos, geralmente nordeste na maior parte do ano, caracteriza-se como um dos principais fatores climáticos no litoral, imprimindo uma dinâmica acentuada no relevo das dunas e na vegetação e desempenhando função vital na ciclagem das águas da lagoa dos Quadros, que recebe considerável aporte de carga orgânica na temporada de verão.

Na planície ou na porção baixa das encostas da serra, devido à proximidade com o oceano, a amplitude de temperaturas e a quantidade de geadas por ano são baixas, comparados com o restante do Estado. Quanto às chuvas, ocorre grande variação, desde 1.300 mm/ano, em Torres (Planície Costeira), até mais de 2.200 mm/ano, entre Maquiné e São Francisco de Paula (Serra Geral) (Oliveira & Ribeiro 1986). Mantém uma umidade do ar praticamente constante o ano inteiro, porém mais elevada na Serra Geral, o que também favorece a maior exuberância e a diversidade das florestas tropicais locais (BRACK 2009).

3.1.2 Contexto Hídrico Regional

O litoral norte do Rio Grande do Sul destaca-se na zona costeira brasileira pelo complexo sistema de lagoas interconectadas em rosário paralelo à linha da costa, desaguardo no mar através do rio Tramandaí, pelo qual também recebe aportes de água salgada. Esse sistema compreende o mais recente sistema lagunas da Planície Costeira (VILLWOCK 1972), formando a Bacia Hidrográfica do rio Tramandaí (Figura 9), na qual a lagoa dos Quadros está inserida. Abrange as duas Províncias Geomorfológicas, Planalto Meridional e Planície Costeira, possui área de 3.144,84 km² e população estimada em 220.296 habitantes, sendo que na época do veraneio a população chega a 580.212 hab. (SEMA 2010). Das escarpas da Serra Geral nascem os principais tributários, os rios Cardoso, Três Forquilhas e Maquiné.

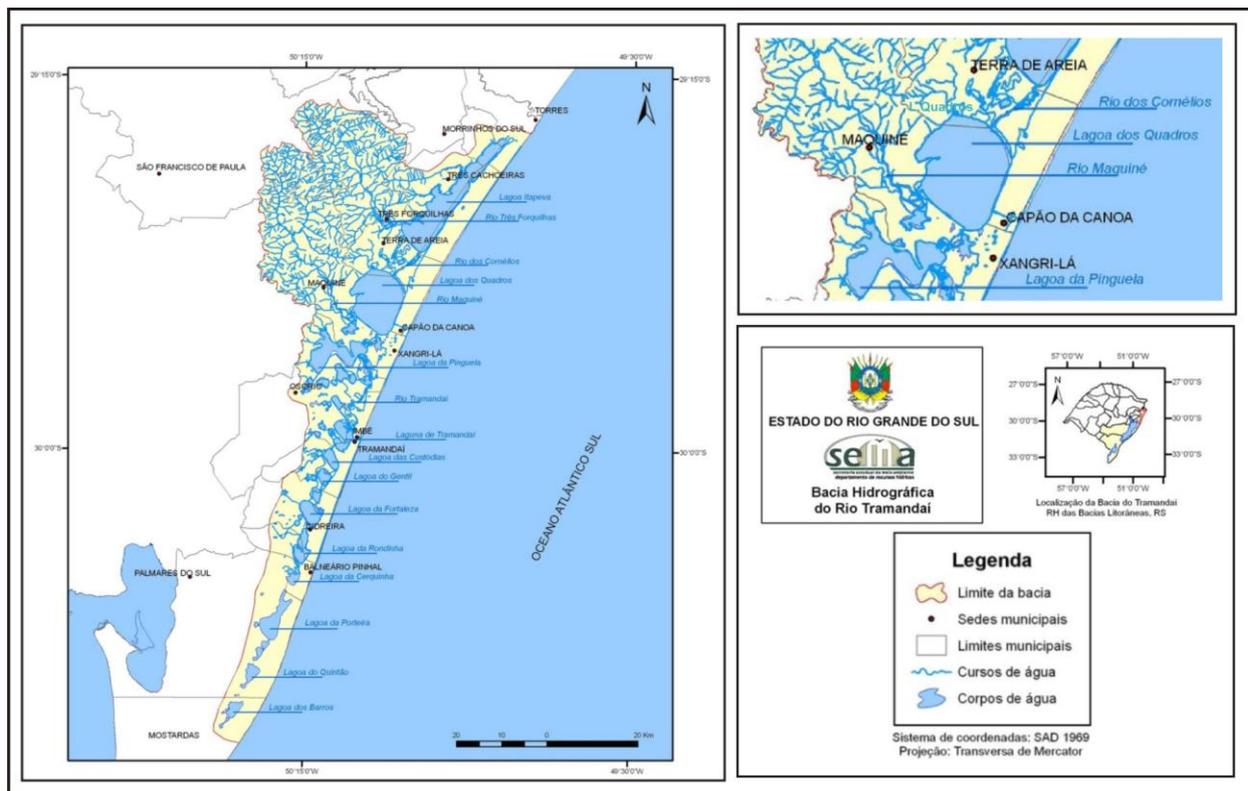


Figura 9. Bacia Hidrográfica do rio Tramandaí. Destaque: lagoa dos Quadros.
 Fonte: adaptado de DRH/SEMA.

A Lei Estadual n.º 10.350, de 30 de dezembro de 1994, instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos do RS, que destaca a água como um bem público. Integram o Sistema de Recursos Hídricos o Conselho de Recursos Hídricos o Departamento de Recursos Hídricos, os Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica e as Agências de Região Hidrográfica. No Litoral Norte, o Programa de Gerenciamento Costeiro – GERCO (vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal), por intermédio do Departamento de Recursos Hídricos (DRH), vinculado à Secretaria de Meio ambiente do Estado (SEMA), junto à Fundação de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) e Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí, vem implantando um processo de gestão costeira que busca apoiar-se em instrumentos de planejamento e gerenciamento, a exemplo do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE). O sistema consiste numa conexão de informações, planos de ação e gestão, monitoramento, licenciamento e fiscalização, que visa planejar e gerenciar de forma integrada, descentralizada e participativa as atividades socioeconômicas da zona costeira (RIO GRANDE DO SUL, 2006). Dessa forma, pretende melhorar a qualidade de vida das

populações locais e promover a proteção adequada dos ecossistemas, a partir de um desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, eleva-se a importância dos Planos de Bacias, previstos no Sistema Estadual de Recursos Hídricos, pois configuram instrumentos de planejamento de ações nas bacias hidrográficas, estabelecendo ações para garantir o futuro uso da água, definidos socialmente pelo processo de Enquadramento (FEPAM 2000). De acordo com a Fundação, os principais conflitos no uso do solo da Bacia do rio Tramandaí incluem a expansão da silvicultura de Pinus e Eucalipto sobre os campos secos; das lavouras de arroz irrigado sobre os campos úmidos e banhados; da área urbana sobre os sistemas de dunas e banhados; e pelo cultivo de banana sobre a mata de encostas, consideradas, até então, áreas de Preservação Permanente.

De acordo com a FEPAM, o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos superficiais da Região das Bacias Litorâneas vem sendo realizado, desde 1992, em 56 pontos de amostragem, distribuídos em lagoas, lagunas, canais, rios, arroios e estuários do litoral gaúcho. São analisados parâmetros como oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, DBO5, cloretos, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, fosfato, turbidez, condutividade, salinidade, transparência, temperatura da água e metais pesados. Conforme o GERCO/RS, a condição atual da qualidade da água foi definida através da comparação dos resultados encontrados com os padrões ambientais da Resolução CONAMA n.º 20/1986, posteriormente substituída pela Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Segundo o monitoramento, foram aplicadas técnicas de análise multivariada para determinação de Índices de Qualidade da Água (IQA's), de forma a melhor caracterizar os corpos hídricos da região (RIO GRANDE DO SUL 2006), sendo que a lagoa dos Quadros atualmente enquadra-se na "Classe 1" ao norte e na "Classe 2" ao sul (Figura 10).

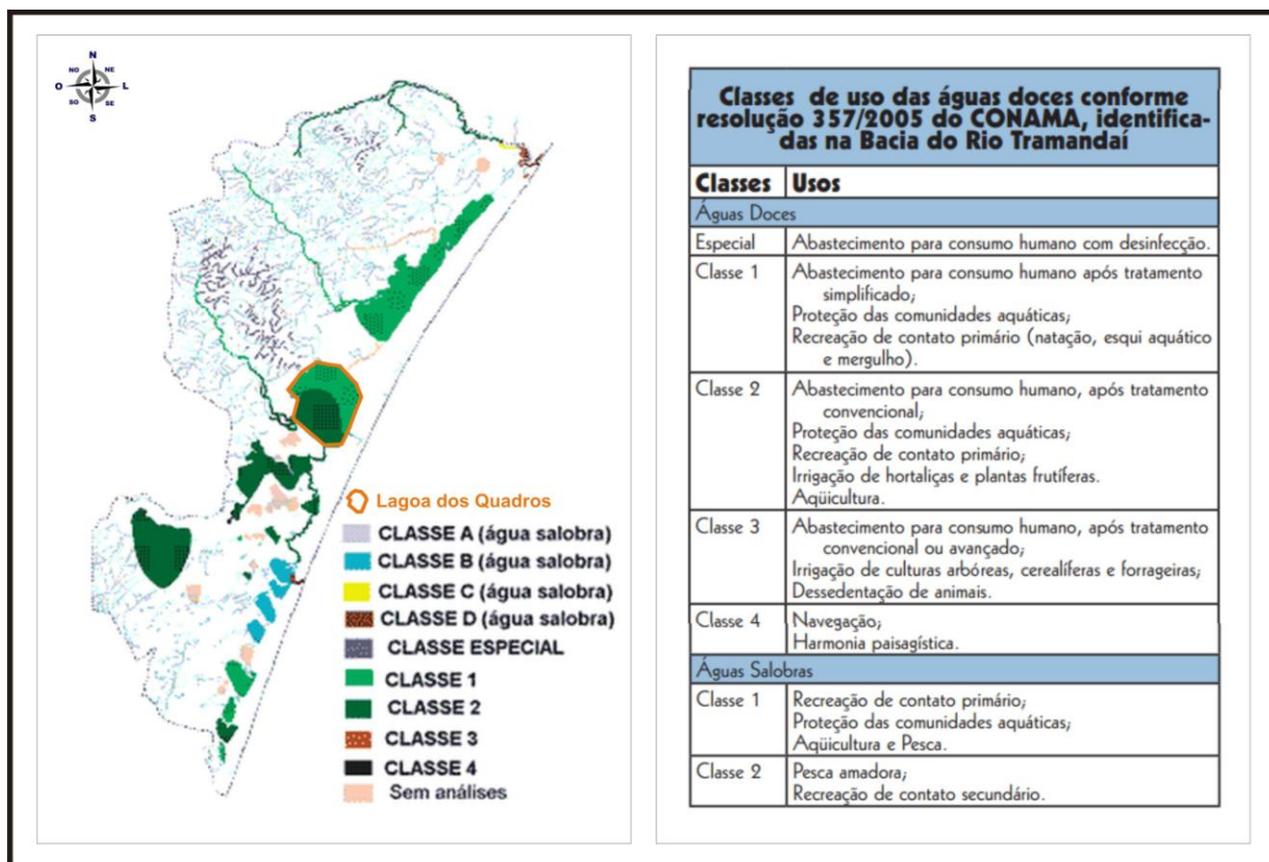


Figura 10. Enquadramento nas Classes de Uso das águas da Bacia Hidrográfica do rio Tramandaí. Costa norte do Estado do Rio Grande do Sul. Destaque: lagoa dos Quadros. Fonte: adaptado das Diretrizes Ambientais para o desenvolvimento dos municípios do Litoral Norte. Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM 2000).

Conforme a resolução, as águas Classe 1, após tratamento simplificado, podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n.º 274, de 2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. As águas Classe 2 podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aqüicultura e à atividade de pesca.

A bacia hidrográfica do rio Tramandaí e seus ambientes lênticos apresentam uma gama de funções, embora inadequadamente inventariadas, possuindo um grande valor em seu estado natural (GUADAGNIN 1999). Peixes e mamíferos endêmicos e

espécies ameaçadas são encontrados em vários ambientes desse sistema. Assim como outros corpos hídricos dessa e de outras bacias, a lagoa dos Quadros abastece a população residente e os veranistas dos municípios de Capão da Canoa e Xangri-lá, que aumentam consideravelmente suas populações na temporada de verão; a indústria; a agricultura irrigada; a criação e a dessedentação animal. Proporciona subsistência e fonte de renda aos pescadores. Está intrinsecamente arraigada na cultura dos municípios e comunidades adjacentes. É responsável pela manutenção da saúde pública, além de possuir uma beleza única, exprimindo inúmeros atrativos naturais, que favorecem o ecoturismo, maior potencial para o desenvolvimento sustentável da região, em detrimento da urbanização desenfreada e sem planejamento.

3.1.3 Fitogeografia e Vegetação

Apesar de quase retilíneo e muitas vezes chamado de monótono, o litoral gaúcho esconde uma série de surpresas. É o único no mundo que dispõe de mais de 600 quilômetros de linha de praia, com a conjunção da Mata Atlântica nos contrafortes da serra, um rosário de lagoas, campos verdejantes, restingas, dunas e matas paludosas. Há muitas espécies de plantas e animais, em um ambiente onde predominam ventos fortes e alta incidência de chuvas no verão (BRASIL 1998).

Formada por antigos movimentos de transgressão e regressão marinhos, o litoral gaúcho é formado por um relevo que constitui grande riqueza de vegetação e de paisagem, derivadas de uma conjugação de fatores ecológicos e de gradientes desde a Planície Costeira até a borda oriental da Serra Geral (BRACK 2006). As condições de maior umidade e temperaturas estáveis são fatores que propiciam o desenvolvimento de um verdadeiro Corredor Ecológico das espécies tropicais, que penetram no Estado através da chamada "Porta de Torres" (RAMBO 1950), sendo inúmeras espécies exclusivas da Floresta Atlântica e Formações Pioneiras do Litoral Norte, se comparadas com listas de flora de outras regiões do Estado. BRACK (2009) relata ainda que a sequência de vegetação associada a fatores ambientais, como vento, solo e pluviosidade, evidencia um gradiente que tende a espécies herbáceas na porção leste, nas proximidades do mar, e arbóreas no extremo oeste, no sopé da Serra. Como resultado, a sequência de faixas onduladas de dunas, planas ou em depressão, forma a

Restinga Litorânea, rico ecossistema do bioma Mata Atlântica. Na sequência leste-oeste, caracteriza-se pelas Formações Pioneiras (formada por Dunas, Campos Arenosos - secos ou úmidos - Banhados, Juncais, Sarandizais, Maricazais e Butiazais); que vai de encontro à Floresta Ombrófila Densa (Floresta Tropical Pluvial), na porção oeste que, quando situada na Planície Costeira Interna (até a altitude de 50 metros), denomina-se Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, e pode ser subdividida em Floresta Arenosa, Floresta Paludosa ou Brejosa, e Floresta de Transição Areno-argilosa (Figuras 11- 13).

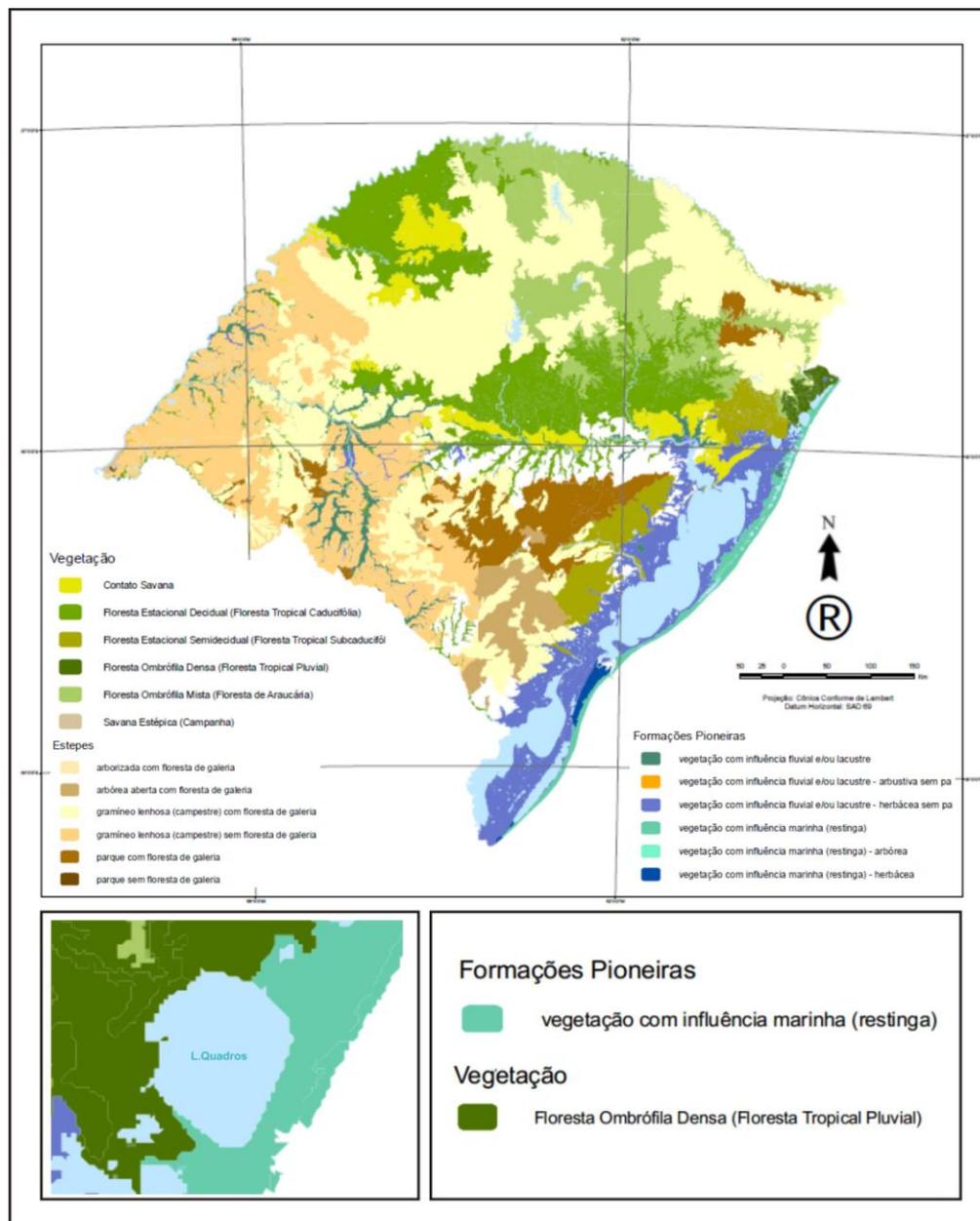


Figura 11. Mapa simplificado da vegetação do Estado do Rio Grande do Sul. Destaque: lagoa dos Quadros.

Fonte: adaptado de RADAMBRASIL/IBGE.

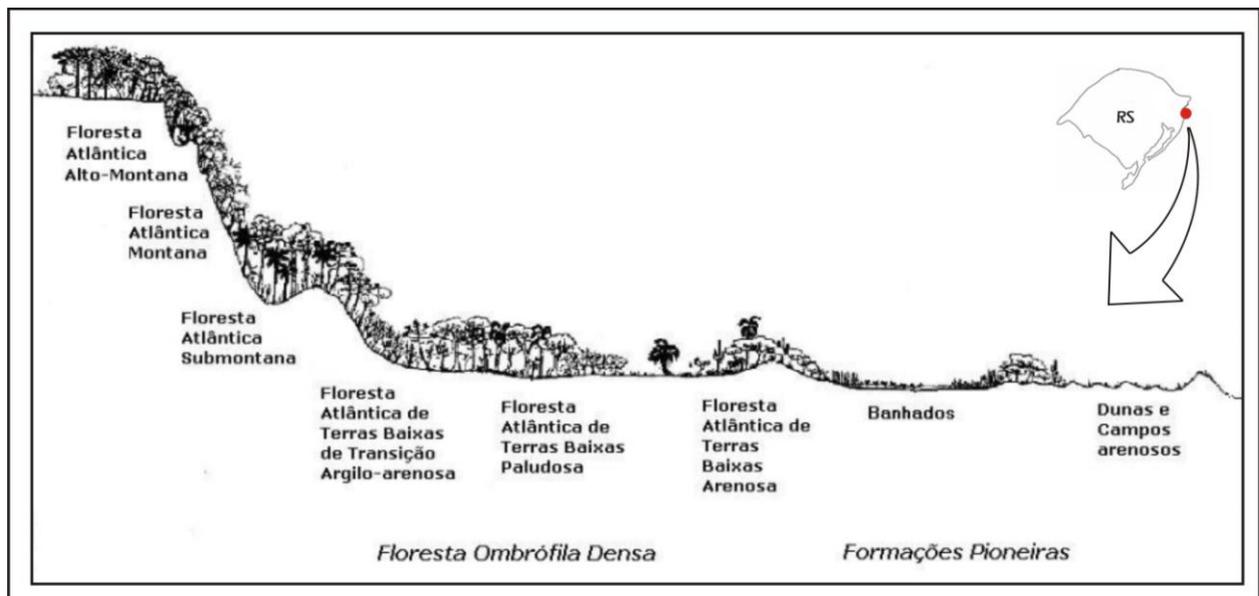


Figura 12. Perfil esquemático da seqüência de tipos fisionômicos de vegetação da costa norte do Estado Rio Grande do Sul.

Fonte: adaptado de Brack, 2006.

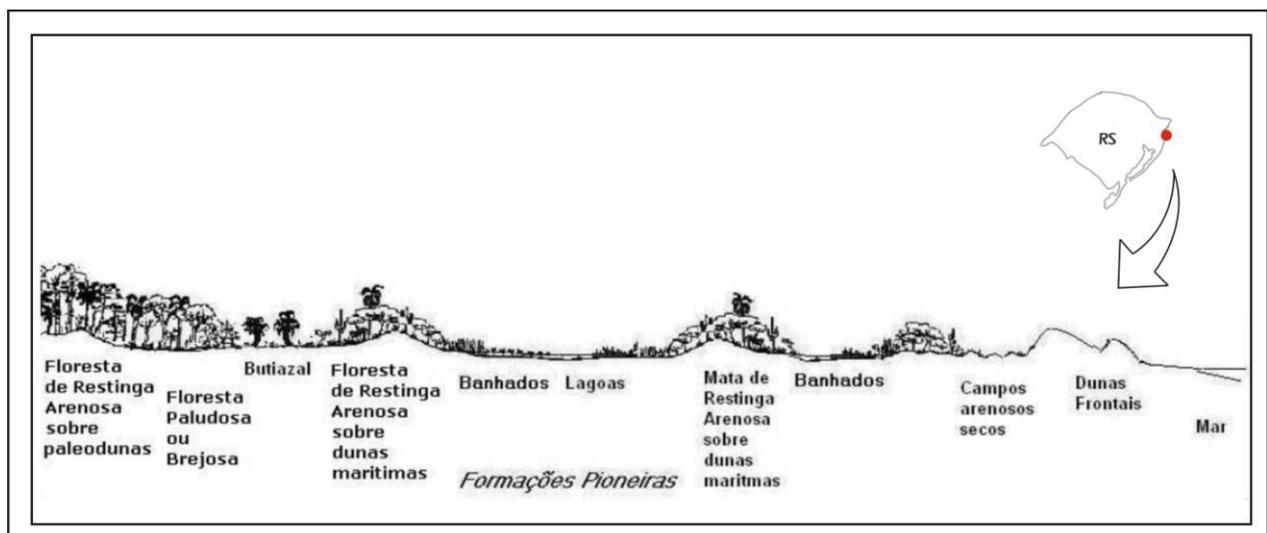


Figura 13. Perfil esquemático da seqüência de tipos fisionômicos de vegetação do extremo norte da costa norte do Estado Rio Grande do Sul (Torres a Pinhal).

Fonte: adaptado de Brack, 2006.

Segundo o mapa de vegetação do IBGE (2004), no RS temos os biomas Mata Atlântica e Pampa. Apesar de o IBGE traçar uma linha divisória latitudinal entre os dois, mais ou menos na metade do Estado (30° S) - com o primeiro ao norte e o segundo ao sul - esta divisão, na realidade, não é nítida. É comum a transição gradual e a interpenetração entre os dois, com encraves de campos pampianos na Mata Atlântica e de florestas típicas deste bioma no Pampa. Estes limites estão sendo revistos pelo Ministério de Meio Ambiente, pois existem situações pouco claras como, por exemplo, a extensão atual do limite nordeste do bioma Pampa na Planície Costeira do Litoral Norte (BRACK 2009).

Apesar de muitas vezes negligenciados, os Campos Sulinos (que integram os biomas Pampa e Mata Atlântica) são ecossistemas naturais com alta diversidade de espécies vegetais e animais, mantenedores de serviços ambientais significativos, como a conservação de recursos hídricos, a disponibilidade de polinizadores e o provimento de recursos genéticos (PILLAR *et al.* 2009). De acordo com esse estudo, têm sido ainda a principal fonte forrageira para a pecuária, abrigando alta biodiversidade e oferecendo beleza cênica, com destaque para o potencial turístico. Compõem um mosaico com os banhados e matas, abrigando espécies de gramíneas, leguminosas e ciperáceas, essas principalmente nas áreas inundáveis. Conforme (SCHWARZBOLD & SCHÄFER 1984), na Região Sul os banhados estão associados principalmente às lagoas costeiras e apresentam alta variedade de comunidades vegetais macrofíticas, que variam segundo o regime hidrológico, morfometria e outras características físicas de cada sistema. O nível superficial do lençol freático propicia o desenvolvimento de mais de uma centena de espécies de hidrófitos vasculares, caracterizando o litoral norte do Rio Grande do Sul como um dos dois principais centros de macrófitas aquáticas da América Latina (IRGANG 1999).

O litoral norte do RS constitui o principal canal de contato e migração de espécies tropicais atlânticas oriundas da Região Sudeste (Rambo ???) , típicas do bioma Mata Atlântica, que abrigam ecossistemas com a mais alta diversidade biológica no Mundo. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL 2007), 50% das plantas vasculares conhecidas da Mata Atlântica são endêmicas, ampliados quando as espécies da flora são divididas em grupos, chegando a índices de 53,5% para árvores, 64% para palmeiras e 74,4% para bromélias. As dunas, as matas de restinga e os butiazais estão entre os ecossistemas mais ameaçados do Estado pela expansão urbana e agricultura. É verificada uma vultosa diversificação ambiental, decorrentes do conjunto de fitofisionomias, criando as condições adequadas para a evolução de uma comunidade rica em espécies animais e vegetais (BRASIL 2007). É considerado um dos Biomas com mais altos valores de diversidade biológica do planeta e, de acordo com a Conservação Internacional (CI), um dos *Hotspots* terrestres.

Mesmo reduzida e muito fragmentada, a Mata Atlântica ainda abriga grande diversidade de plantas. Considerando-se apenas o grupo das angiospermas (vegetais que apresentam suas sementes protegidas dentro de frutos), acredita-se que o Brasil possua entre 55.000 e 60.000 espécies, ou seja, de 22% a 24% do total que se estima existir no

mundo. Desse total, as projeções são de que a Mata Atlântica possua cerca de 20.000 espécies, ou seja, entre 33% e 36% das existentes no País (BRASIL 2007).

3.1.4 Diversidade Faunística

A fauna e flora da zona costeira compõem um sistema biológico complexo e sensível, que abriga extraordinária inter-relação de processos e pressões, exercendo um papel fundamental na maior parte dos mecanismos reguladores costeiros (BRASIL, 2007), compondo ecossistemas repletos de substanciais funções ecológicas. A cargo da transição gradual e da interpenetração entre os dois biomas, com encaves de campos pampeanos na Mata Atlântica e de florestas típicas dessa no Pampa (BRACK 2009), o litoral norte do RS apresenta uma diversidade de paisagens, habitats e formas de vida.

Conforme estimativas do documento "Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira" (BRASIL 2007), existem no Pampa em torno de 3000 espécies vegetais, mais de 100 de mamíferos e quase 500 de aves. PILLAR *et al.* (2009) corroboram que os campos constituem o habitat principal de uma parcela expressiva da fauna do sul do Brasil e, em especial, do Rio Grande do Sul, onde esse ecossistema ocupa uma superfície maior. Os autores destacam que algumas das espécies mais populares e emblemáticas da fauna gaúcha são animais essencialmente campestres e a importância dessas formações como habitat para espécies ameaçadas de extinção e endêmicas. O estudo aponta que 21 espécies ameaçadas no RS são usuárias obrigatórias de campos, dependendo diretamente desses ecossistemas para sua sobrevivência, e o total (junto as que dependem em maior ou menor grau das formações campestres) é 49, representando 16% das 309 espécies da fauna gaúcha que constam em pelo menos uma das três listas vermelhas aplicáveis ao estado (a Estadual, Nacional e a global).

PILLAR *et al.* (2009) concluem que a abundância e a riqueza da avifauna tendem a ser consideravelmente maiores ao longo dos brejos lineares e das estreitas faixas de capinzais higrófilos ("campos ripários") que acompanham as drenagens. Além das aves e dos mamíferos campestres, que tendem a ocupar intensamente os ambientes méxicos, como matas de galeria, matagais arbustivos úmidos e capinzais altos em

margens de banhados, outros grupos da fauna também ocupam preferencialmente esses ambientes, notadamente os anfíbios, pela dependência em relação à umidade. Apesar de ainda negligenciados, a conservação é essencial, pois esses habitats mantêm o conjunto da biota típica dos campos, e sua conservação representa a proteção de diferentes organismos da fauna e da flora, conhecidos ou ainda desconhecidos, bem como da gama de interações ecológicas fundamentais (BRASIL 2007).

O Ministério do Meio Ambiente estima que há 1,6 milhão de espécies de animais no Bioma Mata Atlântica, em sua maioria insetos. Apesar da significativa biodiversidade, alerta que das 396 espécies de animais consideradas oficialmente ameaçadas de extinção no Brasil (Instrução Normativa MMA n.º 03 de 27 de maio de 2003), 350 ocorrem na Mata Atlântica. Entre as 20 espécies de répteis ameaçadas, 13 ocorrem no Bioma (65%), sendo 10 endêmicas e a maioria com ocorrência restrita aos ambientes de restinga, um dos mais pressionados pela expansão urbana. Conforme o estudo, restingas encontram-se em posição intermediária em relação à biodiversidade, enquanto as lagoas costeiras constituem sistemas férteis, servindo de abrigo e região de criadouro para numerosas espécies.

O sistema lacustre do RS é um dos mais extensos do Brasil e o que apresenta a maior diversidade de aves aquáticas. Peixes, mamíferos endêmicos e espécies ameaçadas de crustáceos e mamíferos são encontrados em vários ambientes deste sistema. As margens vegetadas das lagoas costeiras são também importantes habitats de crescimento de espécies de camarões e peixes de interesse comercial e de alimentação e reprodução de aves migratórias (GUADAGNIN & BECKER 2002). A RBMA foi reconhecida internacionalmente pela Convenção de Ramsar por conter zonas úmidas de importância mundial, especialmente como habitat de aves aquáticas (BRASIL 1998). A maior parte das espécies da fauna ameaçadas do Brasil só existe na Mata Atlântica, e frequentemente novas espécies são descritas. Uma grande diversidade de espécies ameaçadas é típica dessa região, onde ainda podem ser encontrados passeriformes estreitamente relacionados com a vegetação e que tem aqui o seu limite de distribuição (BURGER, 2009). Segundo a autora, a ictiofauna também merece atenção, pois estudos sobre o peixe-rei (*Odontesthes spp.*), descobriram espécies novas e endêmicas na região, identificando uma espécie que habita a parte sul das lagunas interligadas do sistema do rio Tramandaí, outra que ocupa a parte norte e ainda uma terceira,

encontrada em algumas lagoas isoladas mais interiores. A Figura 14 apresenta parte da fauna típica das adjacências da lagoa dos Quadros.



Figura 14. Diversidade da fauna na lagoa dos Quadros, Áreas de Preservação Permanente e de amortecimento. (1) *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (traíra), F.F.G. Roselet; (2) *Gymnogeophagus rhabdotus* (Hensel, 1870) (cará), J. Dubosc; (3) *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (lambari), R. Slaboch; (4) *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835) (peixe rei), S. Sverlij; (5) *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (jundiá), G. Galvis; (6) *Rhinella icterica* (Spix, 1824) (sapo-cururu), F. Gomes; (7) *Pseudis minutus* (Günther, 1858) (rã-boiadeira), D.R. Frost; (8) *Leptodactylus latrans* (Steffen, 1815) (rã-manteiga), W.J. Germano; (9) *Atractus reticulatus* (Boulenger, 1885) (cobra-da-terra-comum), *Biotero de Animales*

Ponzoñosos; (10) *Helicops infrataeniatus* (Jan, 1865) (cobra d'água), N.A. Melo; (11) *Bothrops jararaca* (Wied-Neuwied, 1824) (jararaca), *WikiSpecies*; (12) *Philodryas patagoniensis* (Girard, 1858) (cobra-papa-pinto), H.C. Costa; (13) *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) (jacaré-do-papo-amarelo), D. Bete; (14) *Furnarius rufus* (Gmelin, 1788) (joão-de-barro), R. Sorvillo; (15) *Turdus rufiventris* (Vieillot, 1818) (sabiá-laranjeira), S. Mota; (16) *Chauna torquata* (Oken, 1816) (tachã), J.G. Alberton; (17) *Jacana jacana* (Linnaeus, 1766) (jaçanã), A. Neto; (18) *Egretta thula* (Molina, 1872) (garça-branca-pequena), C. Ferreira; (19) *Rynchops niger* (Linnaeus, 1758) (talha-mar), J. Kisielowski; (20) *Sicalis flaveola* (Linnaeus, 1766) (canário-da-terra-verdadeiro), M. Camanho; (21) *Coereba flaveola* (Linnaeus, 1758) (cambacica), M. Bordignon; (22) *Rosthramus sociabilis* (Vieillot, 1817) (caramujeiro), A. Neto; (23) *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1776) (capivara), S. Tanaka; (24) *Myocastor coypus* (Molina, 1782) (rato do banhado), J.R. Fonseca.

As lagoas e banhados ainda apresentam uma grande diversidade de espécies, apesar da ausência de grandes carnívoros e herbívoros, localmente extintos (BURGER 2009). As maiores espécies que ainda habitam região são a capivara e o jacaré-do-papo-amarelo. Levantamentos da autora acerca do esforço de estudo e avaliação do conhecimento da biodiversidade revelaram que as pesquisas estão concentradas em determinados ambientes, principalmente nas lagoas. De acordo com o Estudo Ambiental do Parque Náutico (CAMPANI *et al.* 2009),

A aprovação pelo Congresso Nacional da Lei que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica (n.º 11.428, de 22 de dezembro de 2006) foi um marco para a conservação dos remanescentes dessa floresta, impondo critérios e restrições de uso diferenciados para os remanescentes de vegetação nativa, considerando os diferentes estágios de regeneração. Isso abriu uma perspectiva concreta para a garantia da proteção e recuperação dos remanescentes, e também para a recuperação de áreas degradadas, especialmente através de corredores ecológicos.

3.1.5 Áreas de Preservação Permanente

O Artigo 1º da Lei Federal n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal Brasileiro), delimita o âmbito de aplicação da Lei:

As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem (LEI N.º 4771/65).

Áreas de Preservação Permanente são as especialmente protegidas pelo poder público, cujas determinações e limites de uso particular são definidos pelo Código Florestal (alterado e complementado pelas Leis Federais n.º 7.803, de 18 de julho de 1989 e n.º 9.519, de 21 de janeiro de 1992 – Código Estadual -, Medida Provisória n.º 2.166-67/2001 e Resolução CONAMA n.º 303, de 20 de março de 2002) que a define como:

[...] área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (LEI N.º 4771/65).

Difere-se da Reserva Legal (RL), que consiste em:

[...] área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas (LEI N.º 4771/65).

Exemplos de APP são as áreas marginais dos corpos d'água (rios, córregos, lagoas, lagos e reservatórios de águas naturais ou artificiais); nascentes, "olhos d'água"; topo de morros, montanhas e serras; em encostas acentuadas ou partes destas; restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues, entre outros. Consideram-se, igualmente, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas a atenuar a erosão das terras; a fixar as dunas; a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico; a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção; a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas e a assegurar condições de bem-estar público.

Conforme o Código, a supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal,

quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública:

As atividades de segurança nacional e proteção sanitária; as obras essenciais de infraestrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia e aos serviços de telecomunicações e de radiodifusão; demais obras, planos, atividades ou projetos previstos em resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (LEI FED. N.º 4771/65).

Ou as de interesse social:

As atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como: prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, conforme resolução do CONAMA; as atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área; e demais obras, planos, atividades ou projetos definidos em resolução do CONAMA (LEI FED. N.º 4771/65).

O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA - no exercício do seu poder regulamentar, editou as resoluções n.º 302 e 303/2002 (parâmetros, definições e limites) e a n.º 369. Essa, de 29 de março de 2006, dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente e estabelece:

Art. 2º O órgão ambiental competente somente poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP, devidamente caracterizada e motivada mediante procedimento administrativo autônomo e prévio, e atendidos os requisitos previstos nesta resolução e noutras normas federais, estaduais e municipais aplicáveis, bem como no Plano Diretor, Zoneamento Ecológico Econômico e Plano de Manejo das Unidades de Conservação, se existentes, nos seguintes casos:

I - utilidade pública:

- a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária;
- b) as obras essenciais de infraestrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia;
- c) as atividades de pesquisa e extração de substâncias minerais, outorgadas pela autoridade competente, exceto areia, argila, saibro e cascalho;
- d) a implantação de área verde pública em área urbana;
- e) pesquisa arqueológica;
- f) obras públicas para implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados; e

g) implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos privados de aquicultura, obedecidos os critérios e requisitos previstos nos §§ 1º e 2º do art. 11, desta Resolução.

II - interesse social:

a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, de acordo com o estabelecido pelo órgão ambiental competente;

b) o manejo agroflorestal, ambientalmente sustentável, praticado na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterize a cobertura vegetal nativa, ou impeça sua recuperação, e não prejudique a função ecológica da área;

c) a regularização fundiária sustentável de área urbana;

d) as atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, outorgadas pela autoridade competente;

III - intervenção ou supressão de vegetação eventual e de baixo impacto ambiental, observados os parâmetros desta Resolução.

Art. 3º - A intervenção ou supressão de vegetação em APP somente poderá ser autorizada quando o requerente, entre outras exigências, comprovar:

I - a inexistência de alternativa técnica e locacional às obras, planos, atividades ou projetos propostos;

II - atendimento às condições e padrões aplicáveis aos corpos de água;

III - averbação da Área de Reserva Legal; e

IV - a inexistência de risco de agravamento de processos como enchentes, erosão ou movimentos acidentais de massa rochosa.

Art. 4º - Toda obra, plano, atividade ou projeto de utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental, deverá obter do órgão ambiental competente a autorização para intervenção ou supressão de vegetação em APP, em processo administrativo próprio, nos termos previstos nesta resolução, no âmbito do processo de licenciamento ou autorização, motivado tecnicamente, observadas as normas ambientais aplicáveis.

§ 1º - A intervenção ou supressão de vegetação em APP de que trata o caput deste artigo dependerá de autorização do órgão ambiental estadual competente, com anuência prévia, quando couber, do órgão federal ou municipal de meio ambiente, ressalvado o disposto no § 2º deste artigo (RES. CONAMA N.º 369/06),

Segundo o Código Florestal Federal, no caso de áreas urbanas (assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal) e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, deverá ser observado o disposto nos respectivos Planos Diretores e Leis de Uso do Solo, respeitados, contudo, os princípios e limites delimitados pelas normas federais e

estaduais aplicáveis. Não há dúvidas quanto à aplicabilidade das normas disciplinadoras das APP's nas áreas urbanas, devendo a legislação suplementar emanada dos estados e municípios respeitar os limites e princípios deliberados pelo Código Florestal, em virtude de sua natureza de lei maior, podendo, inclusive, tomar medidas mais restritivas.

A Resolução CONAMA n.º 303, de 02 de março de 2002, apresenta os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Essa define APP de 100 metros para os cursos d'água com cinquenta a duzentos metros de largura – caso do Rio Cornélios (85m), afluente da lagoa dos Quadros; e o entorno de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de 30 metros (para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas); e mínima de 50 metros para as que estejam em áreas rurais com até vinte hectares de superfície. Com 152 Km², a Área de Preservação Permanente da lagoa dos Quadros, portanto - em análise conjunta com o atual Código Florestal, legislações agregadas e os respectivos planos diretores vigentes nos municípios do entorno - possui enquadramentos diversos e distintos. Analisando especificamente a Lei Orgânica de Capão da Canoa e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental do município (LEI MUNICIPAL N.º 003/2004, que considerou as características e importâncias ambientais, tendências de ocupação da área, o potencial turístico e a necessidade de manutenção da biodiversidade da lagoa dos Quadros), foram estabelecidas, ainda, Áreas de Usos Especiais (AUE), que são as Áreas de Interesse Público e Social (APS); Áreas de Interesse Paisagístico, Histórico, Cultural e Turístico (APT); e Áreas de Proteção Ambiental (APA).

Conforme o Plano Diretor do município - líder no que tange à construção civil, com densidade demográfica de 433,0 hab/km² (FEE 2010) e crescimento populacional de 37,87% em dez anos, enquanto a nacional foi de 12,33% (IBGE 2012) – as APS são as destinadas à implantação de equipamentos urbanos e projetos governamentais, como centros administrativos e outros prédios destinados à administração pública, estádios, auditórios, parques, centros de eventos, clubes e áreas de recreação de grande porte e outros equipamentos urbanos - como captação de água - comunitários e de serviços ao público, bem como programas de habitação popular para a população de baixa renda. As APT são as de lazer, recreação e turismo; as paisagens notáveis; os locais destinados à preservação do patrimônio histórico e da memória do município (como a margem da lagoa dos Quadros), numa faixa de 150 metros da média das

cheias; e a margem do rio Cornélios, numa faixa de 150 metros. São caracterizadas como APA, ainda, as margens da lagoa dos Quadros, numa faixa de 50 metros da média das cheias (esse, sim, dispositivo que vem gerando a corrida acirrada de empreendedores por laudos, frente à inexistência de estudos oficiais); a margem do Rio Cornélios, na faixa de 100 metros; os banhados, bosques e florestas nativas, dunas, arroios, sangradouros e mananciais de água doce (LEI MUNICIPAL N.º 003/2004). De acordo com as análises do Código Florestal e do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano ambiental de Capão da Canoa, portanto, as metragens das áreas destinadas à preservação ou com uso restrito foram assim definidas.

No âmbito das cidades, alguns defendem a autonomia e sustentam que os municípios teriam competência legislativa plena para disciplinarem assuntos de “interesse local” (Art. 30, I da Constituição Federal de 1988) e para “promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano” (art. 30, VIII da CF/88), contudo, tal entendimento não harmoniza com o sistema de repartição de competências instituído pela Constituição. No mesmo artigo, frisa-se o caráter legal suplementar dos municípios e o Art. 24 expõe que confere à União, aos Estados e ao Distrito Federal competência comum para legislar sobre florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição. A competência municipal restringe-se tão somente, portanto, ao licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos de “impacto ambiental local”, ou as delegadas por convênio firmado com os órgãos ambientais, conforme legislação em vigor, sob a égide da lei maior.

Áreas de Preservação Permanente, entretanto, quer sejam urbanas ou rurais, integram as denominadas “áreas protegidas”, de natureza *non aedificandi*. Na atividade de parcelamento do solo urbano, portanto, o Poder Público Municipal não pode aprovar lotes em áreas de preservação permanente, tampouco autorizar qualquer tipo de edificações nas faixas de proteção da APP, salvo as caracterizadas de utilidade pública e interesse social. No caso dos loteamentos antigos (considerados aqueles aprovados antes da edição da Lei Federal 7511/1986, que ampliou a faixa de proteção das margens dos córregos com largura de até 10 metros para 30 metros) não existe, inclusive, o direito adquirido do proprietário em edificar nessas áreas.

Além da expedição de laudo técnico que ateste o interesse social, a utilidade pública ou o baixo impacto do empreendimento, consoante critérios explicitados na Resolução CONAMA 369/2006, as intervenções em APP somente podem ser autorizadas pela autoridade ambiental competente, em regular procedimento administrativo, após a comprovação da inexistência de alternativa técnica e locacional, devendo ser indicadas medidas mitigatórias ou compensatórias pertinentes.

Em um pequeno, porém especial trecho de margem da lagoa dos Quadros em Capão da Canoa, tomado como exemplo, todavia, pode-se verificar um quadro grave, que representa a discrepância entre as normativas legais e a urbanização plena e em instalação (Figura 15).



Figura 15. Conflito urbano em Áreas de Usos Especiais (AUE)* definidas no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Capão da Canoa (Lei Complementar n.º 003/04). *Áreas de Interesse Público e Social (APS); Áreas de Interesse Paisagístico, Histórico, Cultural e Turístico (APT); Áreas de Proteção Ambiental (APA). (1) Condomínio fechado em operação; (2) Condomínio fechado em instalação; (3) Captação de água para o abastecimento público de Capão da Canoa (estação da CORSAN) e (4) captação do município de Xangri-lá; (5) Píer construído no local do histórico Porto da Camila; (6) Áreas remanescentes do extinto Parque Náutico de Capão da Canoa, onde ocorriam as carreiras, campeonatos de vela, *windsurf*, *motocross* e onde até hoje são realizados Batismos Evangélicos; (6,7) Áreas com características e histórico de balneário, acesso náutico, pesca artesanal, profissional e turismo ecológico; (8) Zona Úmida com remanescentes de vegetação típica de banhado e áreas inundáveis; (9) Remanescentes de Mata Atlântica.

Fonte: adaptado de *Map Maker Nat Geo Interativo*, 2012.

Conforme um estudo ambiental, contratado pela Prefeitura de Capão da Canoa em 2009, que avaliou o contexto ambiental regional e o estado de conservação das áreas remanescentes do antigo Parque Náutico do município, em vários pontos da lagoa dos Quadros pôde-se constatar a presença de atividades em desacordo com a legislação e as Diretrizes Ambientais para a área (Figura 16).

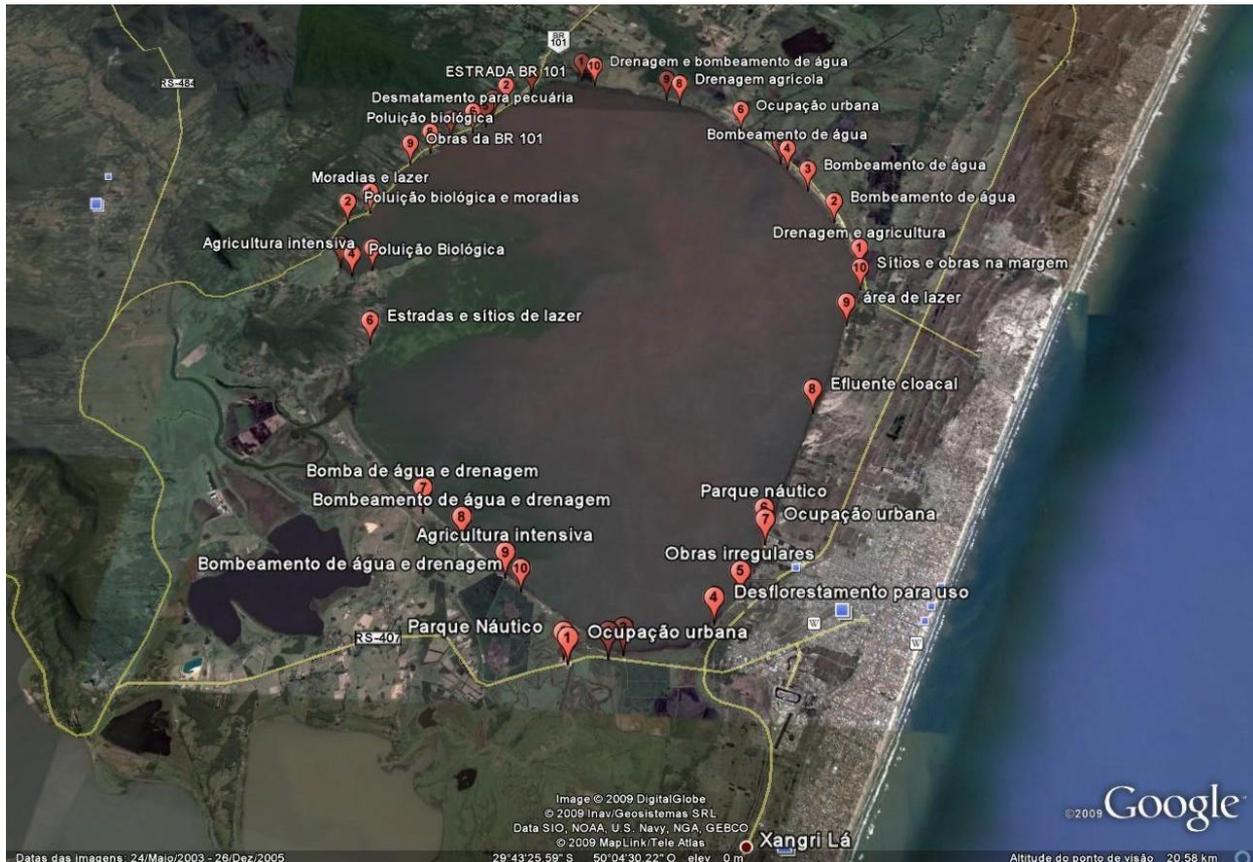


Figura 16. Situação das Áreas de Preservação Permanente da lagoa dos Quadros.
Fonte: Campani *et al.* 2009

Esse modelo de ocupação ignora o risco potencial e opta pela provável irreversibilidade do dano, oriundo da antropização e da irregular instalação urbana. Vem ditando regras e tendências na região, em detrimento biodiversidade, dos recursos hídricos, dos direitos e da saúde pública geral. SKORUPA (2003) relata os benefícios das Áreas de Preservação Permanente para o desenvolvimento sustentável enfatizando sua relevância como componente físico do ecossistema:

Em encostas acentuadas, a vegetação promove a estabilidade do solo, através do emaranhado de raízes das plantas, evitando sua perda por erosão e protegendo as partes mais baixas do terreno, como as estradas e os cursos d'água. Na área agrícola, evita ou estabiliza os processos erosivos e atua como quebra-ventos nas áreas de cultivo. Nas áreas de nascentes, a vegetação atua como um amortecedor das chuvas, evitando o seu impacto direto sobre o solo e a paulatina compactação (permite, pois, juntamente com toda a massa de raízes das plantas, que o solo permaneça poroso e capaz de absorver a água da chuva, alimentando os lençóis freáticos o que, por sua vez, evita com que o escoamento superficial excessivo de água carregue partículas de solo e resíduos tóxicos provenientes das atividades agrícolas para o leito dos cursos d'água, poluindo-os e assoreando-os). Nas margens de cursos d'água ou reservatórios, garante a estabilização, evitando que o solo seja levado diretamente para o leito dos cursos, atuando como um filtro ou como um "sistema tampão". A interface entre as áreas agrícolas e de pastagens com o ambiente aquático possibilita sua participação no controle da erosão do solo e da qualidade da água, evitando o carregamento direto para o ambiente aquático de sedimentos, nutrientes e produtos químicos provenientes das partes mais altas do terreno, que afetam a qualidade da água, diminuem a vida útil dos reservatórios, das instalações hidroelétricas e dos sistemas de irrigação. No controle hidrológico de uma bacia hidrográfica, regula o fluxo de água superficial e subsuperficial, e, assim, do lençol freático (SKORUPA 2003).

E associando-as aos serviços ecológicos prestados pela flora existente, incluindo todas as associações por elas proporcionadas com os componentes bióticos e abióticos do ecossistema:

Geração de sítios para os inimigos naturais de pragas para alimentação, reprodução. Fornecimento de refúgio e alimento (pólen e néctar) para os insetos polinizadores de culturas. Refúgio e alimento para a fauna terrestre e aquática. Corredores de fluxo gênico para os elementos da flora e da fauna, pela possível interconexão de APP adjacentes ou com áreas de Reserva Legal. Detoxificação de substâncias tóxicas provenientes das atividades agrícolas por organismos da meso e microfauna associada às raízes das plantas. Controle de pragas do solo. Reciclagem de nutrientes. Fixação de carbono, entre outros (SKORUPA 2003).

A Figura 17 ilustra um trecho preservado da APP da lagoa dos Quadros, nas áreas remanescentes do antigo Parque Náutico de Capão da Canoa (alvo de desapropriação e luta pelo Movimento Popular para a implantação de uma Unidade de Conservação Natural, de acordo com a Lei n.º 9985, de 18 de julho de 2000 – SNUC). O Movimento Popular surgiu como uma reação diante da possibilidade de perda da área (que desde 1981 vem reunindo esforços para a efetiva desapropriação), dotada de significado histórico-cultural, ambiental e principalmente social para a comunidade, a

qual passaria do domínio público para o privado para a implantação de um condomínio fechado. Conforme supracitado por SKORUPA (2003) é detentora de indispensáveis funções ecossistêmicas.



Figura 17. Vegetação típica da Área de Preservação Permanente da lagoa dos Quadros. Remanescentes do extinto Parque Náutico de Capão da Canoa.
Fonte: Andrade, 2010.

3.2 EFEITOS DA PRESSÃO ANTRÓPICA E URBANIZADORA

A valorização cultural dos espaços litorâneos como área de lazer, recreação e turismo impulsionou a implantação de loteamentos e empreendimentos imobiliários para fins de segunda residência para os estratos de média renda nas áreas menos valorizadas paisagisticamente, e de complexos hoteleiros, resorts, condomínios e loteamentos de luxo em áreas privilegiadas pela beleza cênica (STROHAECKER 2007).

O ambiente de transição entre o continente e o mar, com suas singularidades bióticas e abióticas e seu caráter naturalmente frágil característico da zona costeira, condicionam de forma crescente a ocupação e a densificação (STROHAECKER 2007) muitas vezes voraz e inconsequente. A urbanização amplia a utilização dos recursos naturais, geralmente comprometendo a qualidade ambiental e paisagística. Para a

autora, “os processos de urbanização, emancipações municipais, migração, promoção imobiliária e o empreendedorismo são os principais fatores para a dinâmica demográfica do litoral norte gaúcho”. O intenso povoamento provoca inúmeros impactos ambientais, e para se entender melhor a dinâmica de transformação dessas paisagens é preciso avaliar as interações biocenóticas, geográficas, políticas, sociais, econômicas, culturais e históricas de forma integrada e sistêmica (PEROTTO 2007).

Além das atividades em operação em toda a APP da lagoa dos Quadros, outras tantas estão em planejamento ou sendo instaladas ali ou em suas adjacências. Destacadamente estão as relacionadas ao parcelamento de solo no Município – detentor de aproximadamente 15 km de orla de lagoa, alta densidade demográfica e elevado crescimento populacional (IBGE 2012) - onde o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental, de encontro ao dispositivo das Áreas de Uso Especiais (AUE), estendeu a Área de Urbanização Intensiva Dois (AUI 2) até a margem da APP do reservatório. Esse enquadramento enfraquece a salvaguarda dessas áreas e da própria APP, favorecido pela corrupção nos licenciamentos, conhecimento limitado da legislação, inclusive nas esferas de poder, permeados por interesses financeiros, políticos, pessoais (não raro escusos, obtusos), que, normalmente, regem os acontecimentos locais e regionais.

É nítida a falta de coesão no que tange à compreensão acerca dos direitos e deveres relacionados ao meio ambiente em todas as esferas de poder e da sociedade. Novos projetos com a perspectiva de uso direto ou adjacente às margens da lagoa dos Quadros estão em andamento, destacadamente condomínios fechados. Esses cercam grandes áreas, alijando espaços que também pertencem à população. Costumam transformar drasticamente o ambiente, impactando ou destruindo bens comuns intangíveis. A especulação imobiliária sobre a APP da lagoa dos Quadros é intensa e não é conduzida com a seriedade e ao rigor da lei por aqueles que a deveriam fazê-la cumprir, à revelia e em detrimento da utilidade pública e interesses sociais atribuídos às áreas, independente da propriedade.

3.2.1 Desmatamentos, queimadas e assoreamento

A terra é o principal recurso natural que a sociedade moderna coloca sistematicamente sob o regime de propriedade privada, regido pelos princípios de mercado e da ação individual para fins agrícolas, pecuários e imobiliários (HERRMANN & SILVA 2008). A principal causa do desmatamento é a exploração humana sobre a natureza, caracterizada principalmente pela indústria madeireira, ampliação de áreas de cultivos agrícolas, criações animais ou expansão urbana.

Concernente à Legislação Federal, o Art. 8 da Lei n.º 11.428 (BRASIL 2006), que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, destaca que “o corte, a supressão e a exploração da vegetação do Bioma Mata Atlântica far-se-ão de maneira diferenciada, conforme se trate de vegetação primária ou secundária, nesta última levando-se em conta o estágio de regeneração”. O Art. 11 da Lei complementa que o corte e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração do Bioma Mata Atlântica ficam vedados quando:

- a) a vegetação abrigar espécies da flora e da fauna silvestres ameaçadas de extinção, em território nacional ou em âmbito estadual, assim declaradas pela União ou pelos Estados, e a intervenção ou o parcelamento puserem em risco a sobrevivência dessas espécies;
- b) exercer a função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão;
- c) formar corredores entre remanescentes de vegetação primária ou secundária em estágio avançado de regeneração;
- d) proteger o entorno das unidades de conservação; ou
- e) possuir excepcional valor paisagístico, reconhecido pelos órgãos executivos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA (BRASIL 2006).

O Art. 14 complementa exprimindo que:

A supressão de vegetação primária e secundária no estágio avançado de regeneração somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública, sendo que a vegetação secundária em estágio médio de regeneração poderá ser suprimida nos casos de utilidade pública e interesse social, em todos os casos devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto, ressalvado o disposto no inciso I do art. 30 e nos §§ 1º e 2º do art. 31 desta Lei.

O Art. 20 enfatiza que o "corte e a supressão de vegetação, no caso de utilidade pública, obedecerão, ainda, a realização de Estudo Prévio de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA".

O Decreto Federal n.º 6.660, de 21 de novembro de 2008 (BRASIL 2008), regulamenta os dispositivos da Lei n.º 11.428 e imprime ser permitido o corte de parte de vegetação da Mata Atlântica até o estágio inicial de sucessão (capoeira), onde afirma que a permissão da supressão de arbustos e árvores está limitada aos 3 metros de altura. A legislação veda a exploração de espécies incluídas na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção ou constantes de listas dos Estados, bem como aquelas constantes de listas de proibição de corte objeto de proteção por atos normativos dos entes federativos. O Art. 30 exprime que:

O corte e a supressão de vegetação secundária em estágio médio de regeneração para o exercício de atividades ou usos agrícolas, pecuários ou silviculturais imprescindíveis à subsistência de pequeno produtor rural e populações tradicionais e de suas famílias depende de autorização do órgão estadual competente (BRASIL 2008).

E o Art. 40 sela que o "corte ou supressão de vegetação para fins de loteamento ou edificação depende de autorização do órgão estadual competente".

Elevada biodiversidade e alta taxa de endemismos são características marcantes do bioma Mata Atlântica, que é considerada Patrimônio Nacional pela Constituição Federal e abrange total ou parcialmente 18 estados brasileiros. Contudo, vem sofrendo grandes alterações, perdas de habitat e intensa pressão antrópica. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE 2010), de 2005-2008, a taxa de desmatamento, que era de 1.039 hectares/ano no período, passou para 1.897 hectares de 2008-2010 no RS. O Estado possuía 48% do seu território (ou 13.759.380 hectares) no Bioma, e hoje restam apenas 7,31% (1.006.247 hectares) de sua área original em bom estágio de conservação.

Há cerca de 25 anos, a paisagem do Litoral Norte era distinta, podendo se perceber a presença de belíssimas dunas por entre vegetação de restinga, desde as moitas de vegetação herbácea e arbustiva até os capões e matas com suas majestosas figueiras e palmeiras que imprimiam feições típicas na paisagem do litoral. Nestes ambientes medravam milhares de espécies nativas, pouco conhecidas, sendo que atualmente centenas destas espécies constam em nossas listas de espécies ameaçadas de extinção (BRACK 2006).

Atualmente, a lagoa dos Quadros e sua Área de Preservação Permanente caracterizam-se pela notável ação antrópica, especialmente relacionada à supressão da mata ciliar, atrelada ao crescimento desordenado dos municípios do entorno; à expansão da agricultura e da pecuária; à extração de madeira sem manejo adequado; e às queimadas e incêndios criminosos. É frequente a retirada de vegetação nativa das margens ou adjacências para a utilização da madeira na queima para geração de energia, para dar espaço à implantação sistemas de cultivo de arroz e pastagens, e, principalmente, à construção de casas, condomínios fechados, estradas e demais obras civis, sem os devidos cuidados, acarretando danos à flora e fauna local, bem como à saúde da população, que utiliza o manancial para dessedentação, irrigação e outros usos diretos (Figura 18).



Figura 18. Desmatamento e queimadas nas Áreas de Preservação Permanente e de amortecimento da lagoa dos Quadros. (1-4) Para plantio de arroz e espécies florestais; (5,6; 9) Instalação de condomínio fechado; (7,8) Queima irregular de resíduos sólidos. Fonte: *Google Earth*, 2010; Ingá, 2009. PATRAM; Movimento Parque Náutico, 2011.

O Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – CNRBMA - (BRASIL 1998) afirma que os agricultores da zona de transição entre o planalto e a planície têm pouca preocupação com o manejo do solo, inclusive por questões culturais, falta de esclarecimento ou busca por soluções mais econômicas. O documento atesta o uso de agrotóxicos; o corte de vegetação nativa para as plantações (especialmente de banana, milho e feijão); e a prática da queimada, que contribui para o agravamento da erosão, para o desgaste do solo, para o assoreamento dos rios e arroios. O Conselho afirma, ainda, que grande parte dos produtores rurais do Litoral Norte usa agrotóxicos indiscriminadamente, derruba a mata para plantar nas encostas e não tem consciência acerca da importância de preservar os remanescentes de Mata Atlântica.

As matas ciliares (vegetação ribeirinha, ripária ou ripícola) são um elemento significativo na paisagem, servindo como corredores ecológicos naturais, possibilitando o fluxo de animais e propágulos (pólen e sementes) ao longo de sua extensão e interligando importantes fragmentos florestais (HERRMANN & SILVA 2004), e complementam:

A vegetação ciliar reduz o impacto de fontes de poluição de áreas a montante, através de mecanismos de filtragem (retenção de sedimentos), barreira física e processos químicos; minimiza processos de assoreamento dos corpos d'água e a contaminação por lixiviação ou escoamento superficial de defensivos agrícolas e fertilizantes. Além disso, mantém a estabilidade dos solos marginais, minimizando os processos erosivos e o solapamento das margens. A vegetação ciliar pode, ainda, reduzir a entrada de radiação solar e, dessa forma, minimizar flutuações na temperatura da água dos rios. (HERRMANN & SILVA 2004).

Conforme os pesquisadores, as matas ciliares apresentam grande biodiversidade. Suas folhas, frutos e sementes, além da diversidade de insetos que abrigam e subsidiam, quando de sua queda nos corpos hídricos, contribuem para a alimentação da ictiofauna e demais grupos do ambiente aquático. Elas também oferecem refúgio para a reprodução e alimentação da fauna, do qual diversas espécies dependem direta ou indiretamente. HERRMANN & SILVA (2008) salientam, ainda, que a destruição das matas ciliares propicia o aumento das possibilidades de inundações em áreas urbanas e rurais; a poluição das águas, pela presença de resíduos diversos, carregados diretamente para rios, barragens e lagos, tornando a água não utilizável e a perda da biodiversidade, com o desaparecimento de plantas e animais que cumprem

relevantes funções ecológicas, alguns, ainda, fonte de alimento tradicional do ser humano, a exemplo dos peixes. A vegetação ciliar é diretamente responsável pela quantidade e qualidade de água dos rios e sua recuperação é indispensável, entretanto, deve haver outras atividades compartilhadas com órgãos públicos e sociedade civil, como uso sustentável dos recursos hídricos, a correta destinação de efluentes domésticos e industriais e resíduos sólidos urbanos.

Devido ao acelerado processo de expansão agrícola iniciado nos anos 1970, o bioma Pampa igualmente tem sofrido grande perda de biodiversidade e de habitats, agravado pelos planos para conversão de extensas áreas de campos em monoculturas florestais (IBGE 2006). Atualmente, as grandes plantações de eucalipto causam preocupação aos técnicos da área ambiental, pois, além de todos os impactos inerentes à atividade econômica e sua cadeia produtiva, as plantações de árvores exóticas em áreas de campos nativos, como o *Pinus elliottii*, propiciam a perda da biodiversidade rupestre, alteração significativa da paisagem e da economia regional, que são a base da cultura gaúcha (PILLAR *et al.* 2006). A pecuária é uma das principais atividades econômicas desenvolvidas nos campos sulinos, devido à diversidade de plantas com alto valor forrageiro existente neste bioma (NABINGER *et al.* 2000), e às extensas áreas de pastagens naturais. Em consequência disso, o pastoreio intensivo tornou-se outro importante agente de degradação dos campos, uma vez que acelera fortemente o processo de arenização em boa parte do Estado (BRASIL 2003).

3.2.2 Alteração e fragmentação de habitat

A fragmentação de ecossistemas naturais é uma das principais ameaças à conservação e limita as oportunidades de utilização sustentável da biodiversidade no Brasil (PROBIO 2006). Com origens e características diversas, consiste em todo e qualquer processo que provoque a divisão de ecossistemas naturais contínuos, com efeitos lesivos sobre a biodiversidade original, podendo ter causas naturais, como flutuações climáticas, processos geológicos e alagamentos, mas está relacionada principalmente com a expansão da fronteira das atividades humanas, como a agricultura, pecuária, exploração florestal, mineração, urbanização, construção de barragens e estradas. O Programa aponta que o processo de fragmentação possui três

componentes: diminuição da quantidade de habitat, isolamento das manchas remanescentes e redução da diversidade biológica. A fragmentação gera o isolamento de populações da biota e a interrupção do fluxo genético das espécies. Dentro desse contexto, um dos instrumentos para a conservação da biodiversidade consiste na implementação de Corredores Ecológicos, que tentam estabelecer conexões geográficas protegidas entre distintos fragmentos de um determinado bioma, facilitando o fluxo genético e as interações interespecíficas.

A artificialidade das ocupações urbanas provoca alterações das feições naturais do ambiente, formado pelo corpo d'água e suas margens, e envolve manutenção ou alteração das características originais do leito, bordas e do solo (HERRMANN & SILVA 2008). O Litoral Norte, destacadamente os municípios de Xangri-lá e Capão da Canoa, ilustram bem a assertiva. O fenômeno dos condomínios fechados - especialmente em áreas que comportam APP's de dunas, lagoas, áreas úmidas e banhados - apresenta, dentre outros, a constituição de imensas barreiras físicas em áreas de preservação e adjacências, cercas elétricas que adentram o corpo hídrico, segurança e o impedimento de acesso, apesar de determinação judicial (Figura 19).

O empreendimento "Capão da Canoa Ilhas *Resort*" - dentre outras séries de irregularidades tramitando na justiça - merece, ainda, o destaque pela ausência de autorização normativa, expressa no art. 15 do atual Plano Diretor do município, para urbanização do lado sul da AUI-II (área de urbanização intensiva dois), compreendido pelo trecho entre o Arroio da Pescaria e a divisa com o município de Xangri-lá, na qual se localiza o empreendimento em tela. Vale registrar, ainda, que, caso seja dada continuidade a licenciamentos nestes moldes de urbanização, desconsiderando, inclusive, a legislação vigente, terão fim as áreas naturais na sede do município, desconstituindo o próprio objeto da lei, caracterizando uma varredura urbanizadora.



Figura 19. Barreiras físicas em condomínios fechados nas margens da lagoa dos Quadros. (1-6) Velas da Marina; (7-11) Capão Ilhas *Resort*; (12) localização dos empreendimentos.

Fonte: Ministério Público do Rio Grande do Sul; PATRAM; Movimento Parque Náutico.

HERRMAN & SILVA (2008) destacam que “o projeto de loteamento requer cuidados especiais, tanto no tocante ao espaço natural quanto à artificialidade que vai compô-lo”. Pode-se afirmar que, destacadamente no litoral norte gaúcho, o espaço natural é pouco ou nada considerado na maioria dos projetos urbanísticos, considerado apenas como um espaço físico para as novas atividades, independente do número e da quantidade e do impacto das alterações necessárias para a realização dos empreendimentos. As Áreas de Preservação Permanente, em especial, são ostentadas como espaços privilegiados a poucos e, a bel prazer, são descaracterizadas e adaptadas às atividades humanas, em detrimento das funções biológicas atinentes à área, e à condicionalidade do uso atrelado à utilidade pública e ao interesse social (Figura 20).



Figura 20. Alterações de habitat nas áreas de Preservação Permanente da lagoa dos Quadros. (1, 3-9) Condomínios Velas da Marina e (2) Capão Ilhas *Resort*.
 Fonte: *Google Earth*, 2011; *web site* Velas da Marina, 2011.

Cabe destacar que, atualmente, em toda a margem da lagoa dos Quadros, inexistem acessos públicos, caracterizando o cerceamento de um bem público, intangível e inalienável.

Os empreendimentos supracitados merecem amíúde destaque. Em documento enviado ao Movimento Popular Parque Náutico, o MINISTÉRIO PÚBLICO (2010) informou a instauração de Inquérito Civil para a verificação da ocorrência de dano ambiental em área de preservação permanente no empreendimento "Velas da Marina". Segundo ele, foram apontadas inúmeras licenças ambientais com limites extrapolados, que atingiram o meio ambiente local; apropriação de área pública e o impedimento do acesso à margem da lagoa dos Quadros (conforme ilustram as imagens), inclusive com a

divulgação na internet da existência de praia particular de 500 metros. O condomínio, localizado acerca de 500 metros da captação para abastecimento público do município, não possui rede de coleta de esgoto, sendo aplicado o sistema fossa/sumidouro. Na época o MP informou ainda que estava requerendo liminarmente que os demandados se abstivessem de realizar obras nas áreas de preservação permanente e recompusessem a vegetação ciliar na distância de 50 metros da lagoa, inclusive nas margens do canal de acesso às marinas, demolindo as obras que estivessem em distância inferior a 50 metros; que se abstivessem de armazenar e comercializar combustíveis; que construíssem local adequado, com impermeabilização do solo e cobertura para a deposição dos resíduos gerados no empreendimento; que colocassem placas informativas na parte externa do condomínio, garantindo a todos os cidadãos o acesso à lagoa dos Quadros e à marina, que fosse publicado no site de divulgação do empreendimento, assim como que o condomínio não dispunha de praia particular; que fosse proibido qualquer ato de alienação de lotes que estivessem compreendidos em área de preservação ou na faixa de 50 metros da margem da lagoa e das margens do canal de acesso e das marinas construídas. Por fim, no tocante à verossimilhança das alegações, concluiu demonstrado, através da documentação carreada, que efetivamente as obras realizadas pelos demandados não estavam de acordo com as restrições impostas pelas Licenças Ambientais expedidas pela FEPAM, tendo em vista a ocupação e construção irregulares da área de preservação permanente. Destacou, ainda, o Relatório Ambiental elaborado pelo Comando Ambiental da Brigada Militar (PATRAM), que corroborou a existência do muro de concreto que avança para dentro da lagoa com cercas elétricas, a comercialização de combustível armazenado em desacordo com as normas ambientais e sem licença ambiental, assim como a falta de controle dos resíduos sólidos e lixo doméstico para fins de coleta seletiva. Contudo, quanto à demolição das obras existentes dentro da área de preservação permanente, bem como a recomposição da vegetação do local, a promotoria indeferiu os pedidos, uma vez que “se esgotaria objeto da presente demanda, o que entendo inviável neste juízo perfunctório”. O fato é que hoje, dois anos depois, pouco ou quase nada mudou. As ocupações permanecem e continuam. A placa, por um tempo exposta, não existe mais. O acesso continua restrito, além, é claro, se fores morador ou estiveres acompanhado de um corretor de imóveis. A vegetação não foi recomposta. Os muros, a

segregação e o cerceamento permanecem e comprova-se, então a indiferença pública e legal frente à irreversibilidade do dano.

O município de Capão da Canoa, na contramão das questões ambientais, de saúde pública e a revelia do próprio Plano Diretor, acabou, por fim, autorizando a implantação do segundo empreendimento, o “Capão Ilhas Resort”, que segue os mesmos moldes (se não pior), em implantação no trecho mais estreito e frágil, de áreas inundáveis e banhados, entre a Estrada do Mar e a lagoa dos Quadros. Em outubro de 2011, a Promotoria de Justiça Especializada Criminal da Capital, com o apoio do 1º Batalhão de Policiamento Ambiental, deflagrou a “Operação Ouro Verde”, onde cumpriram oito mandados de busca e apreensão em Imbé, Tramandaí, Taquara e Parobé. Conforme a Promotoria, no total foram identificadas irregularidades em pelo menos 17 loteamentos de Capão da Canoa, Xangri-Lá e Tramandaí. Os problemas vão desde destruição de mata nativa, aterramento de banhados, destruição de dunas e até mesmo o licenciamento em áreas diversas das estudadas. A licença ambiental desse empreendimento em questão, inclusive, foi emitida pelo principal agente licenciador investigado, que teve até mesmo computadores particulares apreendidos, por acusação de fraude e beneficiamento em processos de licenciamento. Contudo, lamentavelmente, nenhuma obra parou, e os crimes ambientais seguem a olhos nus.

Os índices e a distribuição física dos elementos que compõem a paisagem influem na espacialização dos fragmentos e seus graus de conectividade, corredores ou algum tipo de ligação que seja estruturalmente similar ao habitat primário, que permitem a movimentação e dispersão entre fragmentos (HARRISON 1992). A constituição de barreiras na paisagem modificada pode alterar de modo significativo a dinâmica populacional das espécies sobreviventes, limitando a dispersão, movimentos e colonização, caracterizando a interrupção do fluxo gênico e processos biológicos.

Aterramento de áreas úmidas e ocupações irregulares

De acordo com BURGER (2009), banhados e áreas úmidas costeiras englobam vários ecossistemas, como lagoas de água doce e salobra sem influência marinha; savanas, campos e florestas de inundação temporária ou permanentemente, e os banhados. Segundo o estudo, banhados são áreas alagadas permanente ou temporariamente, conhecidos na maior parte do país como brejos e também

denominados pântanos, pantanal, charcos, varjões ou alagados, e que, na literatura, o termo banhado corresponde a apenas um dos tipos de ambientes incluídos na categoria áreas úmidas ou zonas úmidas (do inglês *wetlands*). Segundo a autora, as definições e os termos relacionados às áreas úmidas são muitos e, em sua maioria, confusos. No entanto, o estudo aponta que é possível identificar algumas características comuns, como a presença de água rasa ou solo saturado de água, o acúmulo de material orgânico proveniente da vegetação e a presença de plantas e animais adaptados à vida aquática.

Na classificação de vegetação do projeto RADAMBRASIL (IBGE 1986) os banhados aparecem como Áreas Pioneiras de Influência Fluvial. A CONVENÇÃO DE RAMSAR (ONU 1971) considerou as funções ecológicas fundamentais das zonas úmidas enquanto reguladoras dos regimes de água e enquanto habitats de uma flora e fauna características, especialmente de aves aquáticas (que nas suas migrações periódicas podem atravessar fronteiras e, portanto, devem ser consideradas como um recurso internacional), atestando constituírem recursos de grande valor econômico, cultural, científico e recreativo, cuja perda seria irreparável. De acordo com a Convenção:

Zonas úmidas são áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa (ONU 1971).

O Art. 51 do Código Florestal (Lei. Fed. 4771/65) destaca os banhados e as áreas de formação vegetal defensivas à erosão de encostas ou de ambientes de grande circulação biológica como objeto de especial proteção. O Art. 123 determina que nos processos de outorga e licenciamento de utilizações de águas superficiais ou subterrâneas deverão ser obrigatoriamente considerados pelos órgãos competentes a manutenção de níveis históricos médios adequados para a manutenção da vida aquática e o abastecimento público, no caso de lagos, lagoas, banhados, águas subterrâneas e aquíferos em geral. O Art. 155 caracteriza de preservação permanente, além das definidas em legislação, as áreas, a vegetação nativa e demais formas de vegetação situadas ao redor das lagoas, lagos e de reservatórios d'água naturais ou artificiais; ao redor das nascentes, ainda que intermitentes, incluindo os olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica; e os banhados. O Art. 241 destaca que, na Zona Costeira, os banhados e várzeas utilizados significativamente como áreas de

alimentação, reprodução, abrigo e refúgio para espécies de fauna nativa, assim definidas pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), deverão ser protegidas, onde somente serão permitidos usos que garantam a sua conservação.

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler (FEPAM) define banhados e áreas úmidas como:

Zonas de transição terrestre-aquáticas que são periodicamente inundadas por reflexo lateral de rios e lagos e/ou pela precipitação direta ou pela água subterrânea e que resultam num ambiente físico-químico particular que leva a biota a responder com adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas, fenológicas e/ou etológicas e a produzir estruturas de comunidades características para estes sistemas (FEPAM 1998).

A exemplo do município de Capão da Canoa e Xangri-lá, os ambientes de áreas úmidas ainda são consideradas áreas insalubres e que devem ser "saneadas", através de drenagem ou aterro. Beneficiados pelos planos diretores (que as vem classificando como áreas de urbanização intensiva) atualmente empreendedores as estão valorizando (muito mais por imposições legais, contexto estético agregador e publicidade), mas ainda sofrem uma série de impactos e suas áreas vêm sendo reduzidas drasticamente, principalmente em função de aterramentos para a instalação de grandes condomínios (com licenças escusas emitidas pela FEPAM, contrariando, inclusive, suas normas e diretrizes ambientais), ocupações desordenadas e irregulares (Figura 21), e a agricultura do arroz, largamente introduzida na APP e adjacências da lagoa dos Quadros.

O conjunto dessas atividades, realizadas em áreas de preservação permanente, de amortecimento, captação para o abastecimento público e as enquadradas em outras categorias de "usos especiais", desencadeia a erosão, compactação e impermeabilização do solo; altera regimes hídricos; descaracteriza a paisagem natural de lagoas e restingas; cria uma imensa barreira à fauna, inviabilizando o fluxo gênico entre populações de animais ameaçados (Decreto Estadual 41.672/02), raros e endêmicos do litoral norte; desencadeia poluição biológica e atinge, especialmente, processos de nidificação da avifauna, dessedentação, alimentação e reprodução animal (como a diminuição dos estoques pesqueiros das águas interiores), contribuindo para a perda da biodiversidade e o comprometimento dos recursos hídricos.

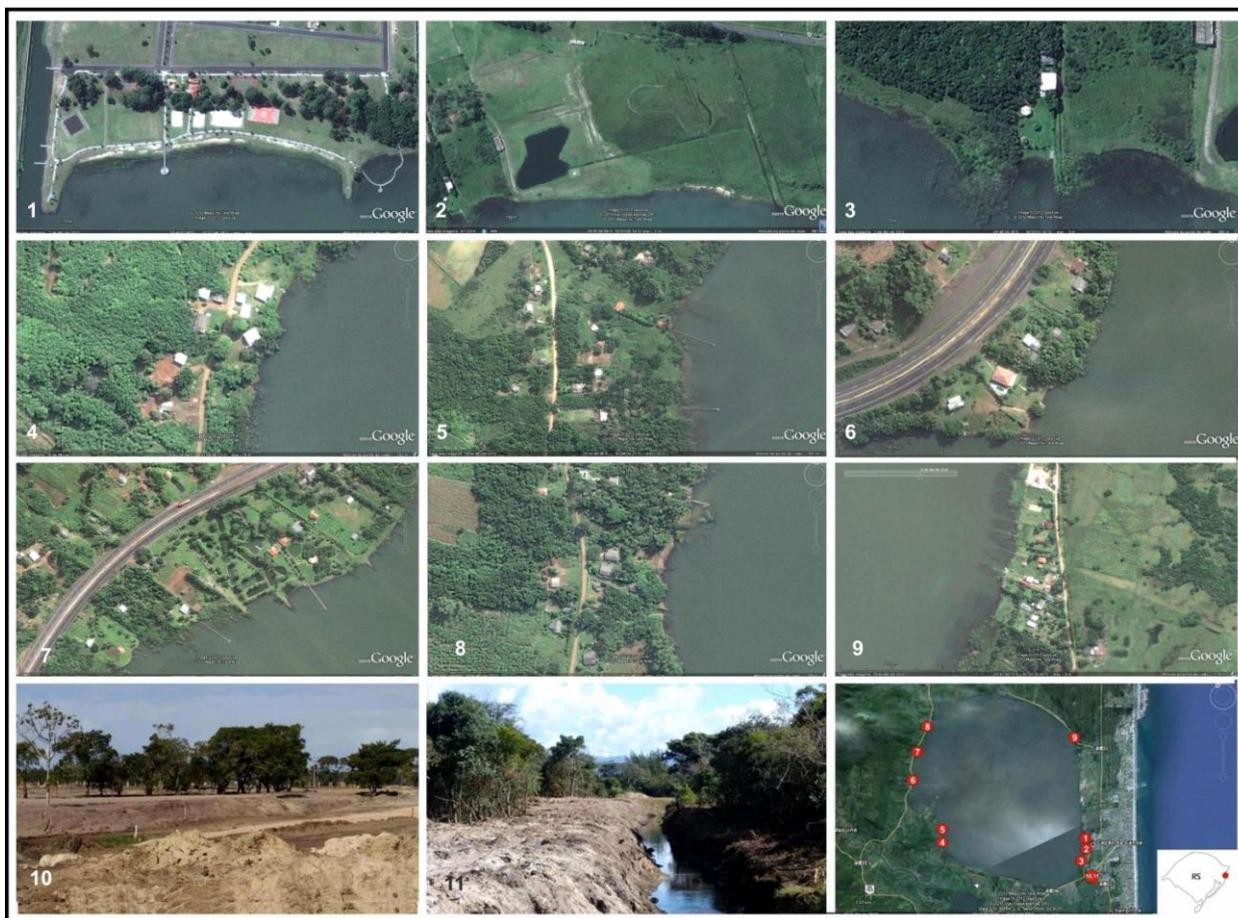


Figura 21. Aterramentos e ocupações irregulares em Áreas de Preservação Permanente e de amortecimento da lagoa dos Quadros. (1) Condomínio fechado Velas da Marina e (2) Capão Ilhas *Resort*; (3-9) Ocupações irregulares; (10, 11) Aterro, supressão da vegetação e abertura irregular de canal de drenagem no condomínio fechado Bosques de Atlântida.
 Fonte: *Google Earth*, 2010, PATRAM, 2009; Instituto Ingá, 2009.

As lagoas costeiras do RS e seus ecossistemas associados são ambientes altamente significativos e de grande sensibilidade ambiental. Comportam diversas espécies de macrófitas aquáticas, que constituem elemento de extrema utilidade para a manutenção de processos ecológicos fundamentais, desempenhando a função de 'esponja natural' (acumuladoras de água em períodos de cheias ou fornecedoras em períodos de estiagem) além de proteção contra a erosão e conservação da fauna de lagos, lagoas, rios, arroios e banhados. BURGER (2009) salienta que de um modo geral as pesquisas nessas áreas se limitam a grupos específicos de organismos, com estudos sobre a biologia das espécies ou das populações e trabalhos de limnólogos, abrangendo variáveis bióticas e abióticas. Os estudos sobre aves limnícolas, especialmente as migratórias, já são bastante numerosos, afirma, com trabalhos realizados em praticamente toda a Zona Costeira. Os chamados peixes anuais da família Rivulidae, merecem destaque, pois são especialmente afetados pela degradação e perda das

áreas úmidas, por viverem exclusivamente neste tipo de ambiente. Possuem ciclo de vida curto, são encontrados em breves períodos do ano na forma adulta, depositam seus ovos no substrato, que permanecem vivos durante períodos de seca em estágio de diapausa, aguardando a próxima estação chuvosa, quando irão eclodir e iniciar um novo ciclo (WOURMS 1972). Apesar da ameaça antrópica, são raros trabalhos que enfoquem a distribuição e conservação deste grupo de peixes. Em suma, faltam trabalhos sobre a estrutura e função destes ecossistemas, de forma a permitir o uso sustentável dessas áreas.

3.2.3 Bombeamento de água e efluentes químicos

A água potável é um bem raro por natureza. Quase 97,5% da água que cobre a superfície da Terra é salgada. Dos restantes 2,5%, dois terços estão em estado sólido, nas geleiras e calotas polares - de difícil aproveitamento. A maior parte da água em estado líquido encontra-se no subterrâneo. Lagos, rios e lençóis freáticos menos profundos são apenas 0,26% de toda a água potável. Dessa pequena fração, toda a humanidade, flora e fauna dependem para sobreviver (MILENA 2008).

O ciclo da água é constante – todos os seres desse planeta já beberam da mesma água - e fontes não deveriam se esgotar, salienta o autor. Esse ciclo garante a permanente renovação do volume de rios, lagos e lençóis freáticos, por meio das chuvas, originadas pela evaporação dos mares, em eterna reciclagem há bilhões de anos. Para MILENA (2008), o fato agora é o descompasso entre o tempo necessário para essa renovação, e o ritmo acelerado com que o ser humano explora e degrada os recursos hídricos.

A poluição química é muito comum nos corpos hídricos do Litoral Norte, originária tanto de elementos contidos nos esgotos domésticos, quanto de efluentes químicos e industriais. Destacadamente, as áreas de preservação permanente e de amortecimento da lagoa dos Quadros comportam grandes extensões dos sistemas de cultivo de arroz (Figura 22).



Figura 22. Rizicultura irrigada nas Áreas de Preservação Permanente e de amortecimento da lagoa dos Quadros. (1-7) Sistemas de plantio; (8) Localização. Fonte: *Google Earth*, 2005.

Em análise no sentido jusante da calha principal do rio Maquiné até a sua foz, junto à lagoa dos Quadros, SPEROTTO (2004) verificou a predominância de feições geomorfológicas de várzeas e terras baixas alagáveis, com solos relativamente profundos e de boa fertilidade, com uso predominante da orizicultura e, ainda, hortaliças, olarias e pecuária. As demandas associadas à agricultura irrigada

concentram-se no período de dezembro a março e atingem por safra cerca de 92 milhões de metros cúbicos captados (RIO GRANDE DO SUL 2005).

As atividades agrícolas de larga escala são fatores de degradação dos ecossistemas associados à lagoa dos Quadros que, frente às práticas indiscriminadas, representa o risco iminente de erosão, perda de matéria orgânica, compactação do solo superficial, salinização, poluição e perda de nutrientes. A orizicultura utiliza a água para irrigação, drena as áreas alagadiças para transformá-las em cultivos e contamina o ambiente com agrotóxicos, adubos e combustível. BURGER (2009) afirma não existirem números oficiais sobre as áreas de banhados perdidas em decorrência do plantio do arroz, no entanto, sabe-se que grandes áreas alagadas foram drenadas dando lugar à rizicultura.

As atividades ligadas ao uso de agroquímicos demonstraram estar prejudicando a saúde humana, a partir disso, podemos pensar sobre os danos causados aos demais organismos vivos da região, como mortandade de peixes observada *in situ* (LEMOS 2003).

O Plano da Bacia do Rio Tramandaí afirma que as regiões de serra (sub-bacias dos rios Três Forquilhas e Maquiné) constituem-se de rios e arroios torrenciais. No trecho baixo delas, onde se plantam hortaliças e utilizam-se da água para a irrigação, relata que a preparação do solo para o plantio frequentemente provoca assoreamento dos rios (RIO GRANDE DO SUL 2005). Destaca, ainda, a ligação do sistema de lagoas com o mar, que origina o estuário do Rio Tramandaí, onde a interferência oceânica faz com que a água seja naturalmente salobra (salinidade entre 0,05 a 3%) e salienta a possibilidade da intrusão de águas salinas nas lagoas, devido à conjugação de fatores como o vento sul, estiagem e excessiva retirada de água, ação igualmente destacada na atividade de aquicultura, frente à demanda para reposição das águas dos tanques, perdidas por evaporação.

De acordo com o Programa de Gerenciamento Costeiro - GERCO/FEPAM – (RIO GRANDE DO SUL 2000), a lagoa dos Quadros possui três pontos de monitoramento: GER 06– LQ-N (Terra de Areia); GER 07- LQ (Terra de Areia) e GER 08- LQ-MAQ (foz do Rio Maquiné). HAASE *et al.* (2003) atestam que as médias de transparência evidenciaram que o corpo hídrico possui baixa transparência no GER 07, apresentando um valor de

29 cm. O estudo demonstrou condutividade com ampla variação, desde 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na lagoa dos Quadros (G06) até 170.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na laguna Tramandaí (G15).

O Estado de terras do Mundo e Recursos Hídricos para a Alimentação e a Agricultura – SOLAW - (ONU, 2012), aponta que grandes massas de água interiores estão sob a pressão de uma combinação de fluxos reduzidos, e uma maior sobrecarga de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, presentes nos fertilizantes. Muitos rios não deságuam mais no mar, e os pantanais estão desaparecendo. Da elevação do teor de amônia e enxofre, oriundos da decomposição orgânica, verificam-se, ainda, perturbações ecológico-sanitárias. Segundo MULLER (2002), agentes redutores (compostos químicos ávidos de oxigênio, como os sais ferrosos), quando lançados na água, combinam-se rapidamente ao oxigênio dissolvido, provocando a diminuição do oxigênio independentemente da atividade microbiana. É a Demanda Química de Oxigênio (DQO), cuja combinação é espontânea. Muitos despejos industriais geram reduções da concentração de oxigênio dos rios por causa dessa demanda, desencadeando uma série de fatores deletérios ao ambiente.

Inúmeros inseticidas, herbicidas ou produtos para controle químico das plantas aquáticas usados nas lavouras, mesmo aqueles não aplicados diretamente na água, são lixiviados até os cursos d'água pela superfície, adsorvidos em partículas erodidas ou pelas águas freáticas (MULLER 2002). O autor ainda destaca a capacidade surpreendente de persistência e difusão desses agentes químicos nos tecidos dos seres vivos, que frequentemente os efeitos não perceptíveis nas condições normais, mas que se salientam em situações ambientais críticas, como estiagens, cheias, inversões térmicas dos corpos d'água. Atuam de forma sinérgica ou cumulativa, podendo apresentar resultados ecologicamente devastadores (MULLER 2002). Nesse contexto, pode-se destacar o fato de o abastecimento público nos municípios do litoral ser complementado através de poços unifamiliares, as "ponteiras", e pequenos poços coletivos, não licenciados, potencializadores do risco de contaminação. O Aquífero Guarani, que comporta água suficiente para abastecer 500 milhões de pessoas, abrangendo o solo de oito estados brasileiros, igualmente está ameaçado pela contaminação proveniente da exploração desordenada e criminosa. O aumento do teor de nutrientes no corpo d'água desencadeia, ainda, a proliferação desenfreada de algas, fitoplâncton e macrófitas aquáticas, caracterizando o processo de eutrofização.

3.2.4 Efluentes cloacais e eutrofização

Ao contrário do consenso de até pouco tempo, água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, e os recursos hídricos não são um bem abundante e gratuito. Para TRENNEPOHL (2009), a Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei n.º 9.433, de 08 de janeiro de 1997), que propõe a utilização racional, com o intuito de assegurar às futuras gerações a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados, comprova a mudança de paradigma. A Lei reforça a possibilidade de cobrança pelo uso, cria o sistema de informações e elenca, dentre outras, as características da outorga, captação para o consumo, irrigação e usos industriais. Contraditoriamente, a legislação prevê a concessão do direito de uso dos recursos hídricos para o “lançamento de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final”, e dispensa a outorga “das derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes”, na contramão das diretrizes e proteção ambiental mundial, como as da União Europeia, destaca a autora, onde o tratamento adequado das “águas residuais urbanas” exige, no mínimo, um tratamento primário. O contrassenso do PNRH, frente à permissão do lançamento de esgotos não tratados, provavelmente esteja atrelado à previsão de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, com os valores pelos lançamentos de esgotos e outros resíduos líquidos e gasosos calculados a partir do volume e características tóxicas (TRENNEPOHL 2009). No entanto, isso configura uma deturpação do intuito da cobrança pelo uso do recurso, que, segundo a autora, objetiva acima de tudo o reconhecimento da água como um bem econômico e dar ao usuário uma indicação real do seu valor. A dicotomia legal configura, assim, o desrespeito ao patrimônio, na medida em que ainda o utiliza como “estações naturais de tratamento de esgoto”, deixando a cargo da natureza a responsabilidade pelos efluentes que geramos.

O esgoto sanitário ou cloacal são as chamadas “águas servidas”, escoadas dos tanques de roupa, pias de cozinha, banheiros e vasos sanitários. O esgoto pluvial constitui-se de chuva e águas da lavagem de pátios, carros, calçadas, ruas e rega de jardins. O industrial, por fim, possui origens e características diversas. A coleta e o tratamento de esgotos domésticos são indispensáveis para a garantia da saúde pública, da qualidade de vida e das águas para os fins diversos. A emissão e o carreamento são

uma ameaça à salubridade da lagoa dos Quadros e demais corpos e cursos d'água. Diversas doenças estão associadas à água contaminada com coliformes fecais e outros agentes oriundos do esgoto doméstico, como diarreia infecciosa, cólera, leptospirose, esquistossomose, hepatite ou micoses. As crianças, idosos ou pessoas com baixa resistência imunológica são as mais suscetíveis a desenvolverem doenças ou infecções após o banho em águas sem condições de balneabilidade.

Na Bacia do Rio Tramandaí, o tratamento é, majoritariamente, através de fossas (80% das moradias); dos municípios que possuem zona urbana integrada, apenas cinco apresentam rede coletora de esgoto: Capão da Canoa, Cidreira, Osório, Tramandaí e Xangri-lá, e menos de 50% da área urbana dos municípios tem drenagem pluvial (RIO GRANDE DO SUL 2005). Fossas ou sumidouros contaminam o lençol freático com efluentes cloacais, que também são carreados pela rede pluvial quando do transbordamento ou ocorrência de ligações clandestinas nas cidades, atingindo as lagoas.

O GERCO (RIO GRANDE DO SUL 2006) informa que a maioria das lagoas e cursos d'água do Litoral Norte apresenta, ainda, boa qualidade. Contudo, há de se destacar os rios Maquiné (tributário da lagoa dos Quadros) e o Três Forquilhas (afluente da lagoa da Itapeva, que mantém ligação com a lagoa dos Quadros através do rio Cornélios), pois recebem considerável carga poluidora, provenientes da criação animal, dos depósitos de lixo e de efluentes industriais. STROHAECKER (2007) atenta para os índices urbanísticos de Capão da Canoa permitidos pelo Plano Diretor, que indicam uma expectativa de crescimento no setor da construção, promovendo a atuação implacável dos agentes fundiários e imobiliários. Segundo a autora, as alterações no Plano promovidas em 2005, ampliando os parâmetros construtivos e permitindo a verticalização em setores não atendidos por rede de esgoto cloacal e pluvial, expõem a política adotada pelo Município: privilegiar o crescimento desenfreado, em detrimento da capacidade de suporte do meio físico, da biota e funções associadas e, conseqüentemente, da saúde pública.

A carga orgânica disposta nas lagoas, oriunda dos esgotos domésticos, favorece a proliferação de cianobactérias, microorganismos procarióticos autotróficos (também conhecidos como cianofíceas ou algas azuis), que ocorrem, especialmente, em mananciais com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo, presentes nas fezes

e urina, nos restos de alimentos, nos detergentes, outros subprodutos das atividades humanas e nos fertilizantes). As cianobactérias são ancestrais vitais de todas as espécies de plantas do planeta, seus bilhões de descendentes mudaram o destino do nosso Planeta, transformando a atmosfera. Determinadas espécies, contudo, a exemplo da *Euglena vermelha*, produzem toxinas com efeitos adversos à saúde. Quando verificadas altas taxas de reprodução, com formação de florações abundantes, o "Bloom" de algas (Figura 23), constata-se o efeito tóxico crônico, deletério aos organismos vivos, causado pelos agentes físicos ou químicos.

As consequências são alterações diversas em funções biológicas, como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele. Segundo a CORSAN, a abertura de marinas e atracadouros na lagoa dos Quadros em Capão da Canoa (Figura 24) cria um novo ecossistema aquático (ambientes lênticos), o qual, igualmente, propicia a proliferação das algas, prejudicando o tratamento de água e o abastecimento público. O fenômeno supracitado denomina-se eutrofização.



Figura 23. Bloom (altas taxas de reprodução) de cianobactérias na foz do rio Maquiné. Fonte: adaptado de *Google Earth*, 2010.



Figura 24. Marinas e atracadouros adentrando a Área de Preservação Permanente da lagoa dos Quadros. Fonte: adaptado de *Google Earth*, 2010.

Os agentes eutrofizantes enriquecem a vida aquática, face à atividade fotossintética do fitoplâncton e o oxigênio disponível, levam à proliferação do zooplâncton e dos peixes que dele se nutrem. Porém, o excessivo desenvolvimento de algas constitui o desequilíbrio ecológico. O excesso de carga orgânica nos corpos hídricos faz com que haja o aumento da biomassa, que eleva a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO - oxigênio consumido na degradação da matéria orgânica por processos biológicos), que desencadeia a redução da aeração até condições anaeróbias, provocando a morte de organismos sensíveis, o predomínio de bactérias anaeróbias e facultativas no bentos e a ocorrência de uma estreita camada superficial de algas (Figura 25), associada ao desenvolvimento descontrolado de macrófitas, como o da *Eichornia crassipes*, o aguapé, com características invasoras, conforme a (Figura 26). A figura ilustra, ainda, um comparativo entre uma laguna impactada no Rio de Janeiro e o risco potencial na lagoa dos Quadros, frente ao semelhante modelo de ocupação vigente.



Figura 25. Eutrofização na foz do rio Maquiné, tributário da lagoa dos Quadros. Fonte: Esch, 2010.



Figura 26. Proliferação de macrófitas e cianobactérias. (1) Na lagoinha de Taxas e (2) laguna de Jacarepaguá, Rio de Janeiro; (3) O risco potencial na lagoa dos Quadros. Fonte: Sampaio, 2012; Google Earth, 2010.

Macrófitas, como o aguapé, possuem extrema importância como abrigo natural para microrganismos, moluscos, insetos, peixes, anfíbios, répteis, aves e, ainda, serve de alimento para peixes e alguns mamíferos aquáticos herbívoros. Atuam eficazmente na filtração dos nutrientes presentes nos esgotos, contudo, na ausência de predadores e, principalmente, beneficiadas por ambientes aquáticos ricos em fósforo e nitrogênio, formam gigantescas comunidades capazes de cobrir a totalidade da superfície dos rios e lagos, impedindo a entrada da luz solar, comprometendo a realização da fotossíntese, desencadeando uma série de danos à micro e macro biota aquática (plânctons e peixes). As frequentes florações nas águas e o crescimento excessivo da vegetação causam, ainda, problemas estéticos e recreacionais; proliferação de mosquitos, insetos e maus odores.

Conforme VON SPERLING (1995), as estratégias de controle usualmente adotadas podem ser classificadas em duas categorias amplas: medidas preventivas e corretivas. Dentre outras, as preventivas compreendem a redução do aporte de fósforo, através de atuação nas fontes externas, mediante estratégias de controle da contaminação por esgotos e drenagem pluvial; controle do uso e ocupação do solo na Bacia e recomposição das matas ciliares. Conforme o autor, as corretivas incluem processos mecânicos, como a correta remoção e cobertura dos sedimentos, algas, macrófitas, e o povoamento com peixes herbívoros.

De acordo com o Programa de Gerenciamento Costeiro:

O litoral norte do Rio Grande do Sul apresenta lagoas costeiras, normalmente em contorno cordiforme, em função de mecanismos eólicos, em direção predominantemente NE-SW; corpos d'água rasos o que facilita a ação dos ventos e provoca modificações dinâmicas em curtos períodos de tempo, e com ventos atuantes na região que influenciam a dinâmica e morfologia do sistema lagunar, bem como a distribuição das comunidades vegetais e animais (RIO GRANDE DO SUL 2006).

Apesar de os mecanismos eólicos nos corpos d'água rasos influenciarem a dinâmica do sistema lagunar, contribuindo na ciclagem e depuração da carga orgânica despejada, principalmente, na temporada de verão - não se devem poupar esforços no sentido da ampliação e modernização de sistemas de tratamento, retidão na fiscalização, revisão e o cumprimento de Planos Diretores, como o de Capão da Canoa, que deve priorizar a ocupação ordenada e sustentável, em detrimento do hostil modelo

de urbanização vigente, para a salutar permanência da lagoa dos Quadros e demais cursos e corpos hídricos da Bacia do Rio Tramandaí. O Plano Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL 2006) registra que a mineração, os efluentes industriais, as cargas de natureza difusa decorrentes da drenagem de solos urbanos e agrícolas e os resíduos sólidos são problemas verificados em escala nacional, ocorrendo em praticamente todas as regiões hidrográficas. Nesse contexto, salienta que as medidas e práticas devem estimular a inovação tecnológica, sobretudo na indústria e na irrigação; fortalecer no saneamento o componente de tratamento dos esgotos domésticos, dos efluentes industriais e dos resíduos sólidos, e não simplesmente a coleta; intensificar o planejamento urbano nas áreas mais carentes e de expansão recente e de maior dinâmica, adotando medidas preventivas e não apenas corretivas; promover a gestão da demanda, considerando a otimização e a racionalização do uso da água, por meio da diminuição do consumo e da geração de efluentes, assim como as necessidades de modificações e adequação dos padrões de consumo e variáveis de uso e ocupação do solo.

3.2.5 Depósito e queima irregular de resíduos sólidos

A Norma Técnica Brasileira NBR 10.004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública em duas classes distintas: classe I (perigosos, com propriedades de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade) e classe II (não perigosos). A classe II é subdividida, ainda, em classe II A (não inertes) e classe II B (inertes). Na Área de Preservação Permanente e adjacências da lagoa dos Quadros, em especial nas áreas remanescentes do antigo Parque Náutico de Capão da Canoa, é comum o depósito e queima irregulares de resíduos sólidos de todas as classes, oriundos da área urbana (através, principalmente, da atuação dos carroceiros), indústrias, ocupações irregulares, turismo insustentável e, ainda, de cerimônias tradicionais religiosas, frequentemente realizadas no local (Figura 27). A área, de 17 hectares, é alvo de desapropriação por parte de antigos e do atual executivo municipal, com fins de criação de uma Unidade de conservação Natural (luta de um Movimento Popular desde 2006) e, apesar de ter sido feito o pedido imissão da posse, frente ao risco iminente de dano

ambiental, esse foi indeferido, e segue o processo de desapropriação nos lentos trâmites legais, principalmente no que tange a preservação ambiental, APP e UC.



Figura 27. Depósito e queima irregular de resíduos sólidos nas Áreas de Preservação Permanente e de amortecimento da lagoa dos Quadros nas remanescentes do extinto Parque Náutico de Capão da Canoa.

Fonte: Movimento Popular em Defesa do Parque Náutico e da lagoa dos Quadros, 2011.

Em outubro de 2010 a Emater-Ascar/RS, a Associação dos Pescadores Artesanais Profissionais da Prainha (APAP), a Secretaria Municipal de Agricultura, Turismo e Meio Ambiente de Maquiné promoveram junto à comunidade da Prainha um mutirão de limpeza da lagoa dos Quadros. Na ocasião, foram recolhidas toneladas de materiais diversos, destinados irregularmente, comprometendo a fauna pesqueira e a saúde pública geral (Figura 28). Desde então, mais duas ações foram realizadas, com engajamento cada vez maior da comunidade. Segundo a Ação Nascente Maquiné (ANAMA), em 2012 foram recolhidas 5 toneladas de lixo, composto principalmente por garrafas pet, além de pneus, restos de produtos eletrônicos e embalagens de agrotóxicos.



Figura 28. Primeira ação de limpeza promovida pela Emater/RS-Ascar, Associação dos Pescadores Artesanais Profissionais da Prainha (APAP) e Secretaria Municipal de Agricultura, Turismo e Meio Ambiente de Maquiné junto à comunidade na Prainha, lagoa dos Quadros, Maquiné.

Fonte: Emater/RS-Ascar, 2010.

O Art. 23 da CONSTITUIÇÃO FEDERAL (1988) estabelece que “compete à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas”. O Art. 24 estabelece a competência da União, dos Estados e do Distrito Federal em legislar concorrentemente sobre “(...) proteção do meio ambiente e controle da poluição” e o Art. 30 estabelece que cabe ainda ao poder público municipal “legislar sobre os assuntos de interesse local e suplementar a legislação federal e a estadual no que couber”. Os Artigos 54 e 61 da LEI DE CRIMES AMBIENTAIS (BRASIL, LEI Nº 9.665/98), apontam que causar poluição, de qualquer natureza, em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora; causar poluição atmosférica que provoque a retirada, ainda que momentânea, dos habitantes das áreas afetadas, ou que cause danos diretos à saúde da população; o lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos; e a disseminação de doença, praga ou espécies que possam causar dano à agricultura, à pecuária, à fauna, à flora ou aos ecossistemas, caracterizam crime ambiental.

A disposição inadequada de resíduos cria um ambiente propício ao desenvolvimento de microorganismos patogênicos, contaminação do solo, das águas superficiais, subterrâneas e do ar. A poluição se deve ao processo de decomposição da matéria orgânica, que gera enormes quantidades de chorume, além do biogás,

composto de metano e outros componentes tóxicos (que aumentam os riscos de incêndios, emitem material particulado e mau cheiroso) emitidos, ainda, pela queima irregular dos resíduos. O arraste de resíduos pela ação das chuvas pode causar o assoreamento de rios e lagos, e o entupimento de bueiros, provocando enchentes. As pilhas e baterias de celulares, formadas por compostos químicos com alta capacidade de poluição e toxicidade para o solo e água, representam, igualmente, um risco à saúde pública. A presença de metais pesados no chorume pode inibir o crescimento e contaminar os vegetais, tornando-os impróprios ao consumo. O risco potencial à saúde e ao meio ambiente também está associado à escavação, transporte, redistribuição ou confinamento de resíduos contaminados. Além desses, a disposição irregular de resíduos sólidos provoca, ainda, impacto de ordem social, mediante o armazenamento e acúmulo em vias públicas e áreas urbanas, atrelados ao surgimento de uma população de catadores informais caracterizados pelo alto grau de vulnerabilidade social.

De acordo com a Constituição Federal, cabe ao poder público municipal o trabalho de zelar pela limpeza urbana e pela coleta e destinação final dos resíduos. A lei da POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (LEI N.º 12.305/10), regulamentada pelo Decreto Federal 7.404, de 23 de dezembro de 2010, se refere a todo tipo de resíduo: doméstico, industrial, da construção civil, eletroeletrônico, lâmpadas de vapores mercuriais, agrosilvopastoril, da área de saúde, perigosos e cobra de todos os fabricantes e importadores de produtos a responsabilidade pela adoção de mecanismos adequados de gestão ambiental e destinação final, quando do “pós-consumo”. Resultante de ampla discussão com os órgãos de governo, instituições privadas, organizações não governamentais e sociedade civil, a PNRS enfatiza a tarefa das prefeituras - através de uma base mais sólida, com princípios e diretrizes - dentro de um conjunto de responsabilidades que tem o potencial de mudar o panorama dos resíduos no Brasil.

3.2.6 Piscicultura desordenada, pesca predatória e êxodo pesqueiro

A pesca artesanal é uma das poucas atividades que absorve mão de obra com pouca ou nenhuma qualificação formal, com a redução da oferta de recursos, ascendentemente o êxodo de comunidades tradicionais vai gerando reações adversas

(BRASIL 2003). Conforme o estudo, a solução é o ordenamento com efetiva fiscalização da integralidade da Bacia Hidrográfica do Tramandaí, para o uso sustentável, a conservação da fauna, da diversidade e para o bem comum. No Litoral Norte, a pesca de subsistência e artesanal é realizada nas praias da faixa litorânea e nas lagoas internas de água doce. O ordenamento se dá através de portarias editadas oficialmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA). A IN 17, de 17 de outubro de 2003, estabelece os critérios técnicos e padrões de uso para atividade de pesca na Bacia Hidrográfica do rio Tramandaí. Conforme COTRIM *et al.* (2004), a pesca artesanal envolve 3.664 famílias de pescadores da região. A entidade destaca que, por ser uma atividade que explora o espaço coletivo, possui conflitos com diversas categorias, como veranistas, proprietários de embarcações de lazer e exploradores imobiliários. Porém, ressalta que talvez o principal conflito da categoria se dê entre os próprios pescadores, visto que os estoques pesqueiros da região estão sendo explorados acima da capacidade sustentável, reduzindo a renda individual do pescador. O acesso desordenado aos recursos gera maior esforço individual e, conseqüentemente, menor captura, que diminui a margem de lucro, desencadeia mais esforço e que culmina com a sobrepesca e até a exaustão de recursos.

A pesca comercial tem reduzido as populações de peixes de valor comercial e crustáceos, a tal ponto que as populações de algumas espécies como o peixe-rei, estão em estado crítico. Um fato preocupante é a introdução de espécies exóticas, de alto potencial biótico como o porrudo (*Trachelyopterus lucena*), introduzido na região, provavelmente acidentalmente e a criação do crocodilo-do-nilo (*Crocodilus niloticus*) em cativeiro junto aos sistemas de lagoas costeiras. A introdução de carpas (*Ciprinus spp.*) e outras espécies nos estabelecimentos do tipo "pescue e pague" podem atingir os sistemas naturais, uma vez que não existe um controle rígido e nem mesmo a consciência do problema por parte dos frequentadores (BURGER 2009) (Figura 29).

Paralelamente, COTRIM *et al.* (2004) destacam que populações de peixes e de toda a biota do entorno da lagoa e da Bacia sofrem com as pressões da urbanização intensiva e da agricultura irrigada desordenadas, influenciando a reprodução e distribuição dos cardumes.

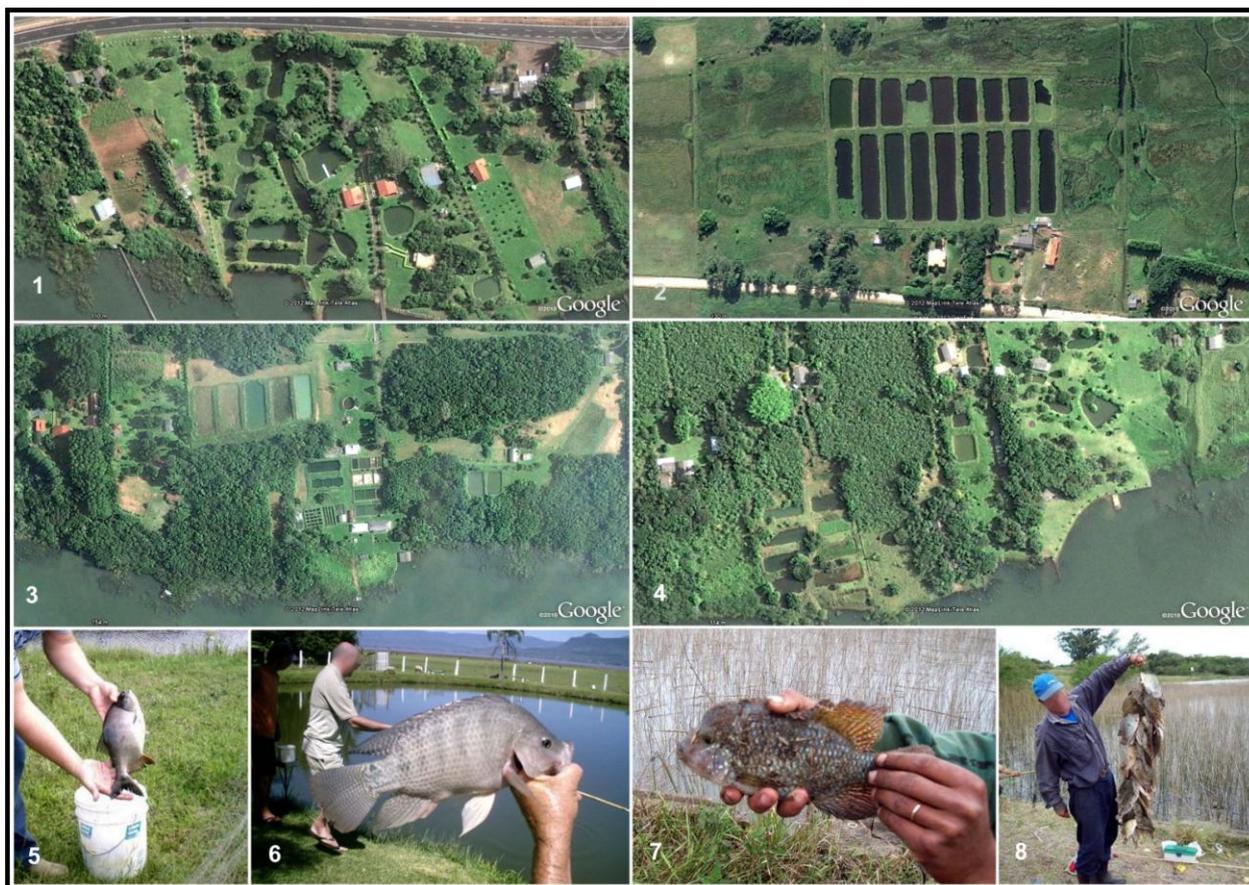


Figura 29. Piscicultura com espécies exóticas, risco de contaminação biológica e pesca predatória na lagoa dos Quadros. (1-4) Tanques de cultivo nas Áreas de Preservação Permanente e de amortecimento; (5) *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) (carpa) e (6) *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (tilápia), espécies exóticas amplamente cultivadas; (7) *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (cará), ciclídeo bastante difundido na América do Sul, ameaçado pela (8) pesca predatória e pelo risco da propagação das exóticas.

Fonte: *Google Earth*, 2010; Campani *et al.* 2009.

As barragens de rios para a construção de reservatórios, a retificação dos leitos e a ocupação desordenada das suas margens levam à perda da vegetação ripária e afetam o fornecimento de recursos alimentares para os peixes e outros organismos aquáticos, bem como de matéria orgânica para o sistema (COTRIM *et al.* 2004), além disso, as estruturas submersas fornecem abrigo para os peixes, protegendo-os de predadores, e servem como locais de desova. Há de se destacar que a ocupação desordenada do entorno dos fragmentos aquáticos leva, ainda, à perda do sombreamento exercido pela vegetação ciliar, que evita mudanças bruscas de temperatura e inibe a predação dos peixes por aves e outros animais. Por último, o sistema de cultivo praticado em açudes construídos por meio de barragens e em tanques também impacta os corpos d'água. Segundo COTRIM *et al.* (2004), os tanques

de piscicultura lançam nos corpos d'água efluentes semelhantes ao esgoto doméstico, podendo comprometer a qualidade da água dos riachos e rios que cortam os fragmentos.

A salubridade das lagoas costeiras é vital para as populações tradicionais. Alterações de qualidade e quantidade, resultantes de impactos de atividades de grande escala, colocam em risco o modo de vida e a própria sobrevivência desses grupos humanos, ocasionando o abandono forçado de seu território e sua transformação em populações marginais (BRASIL 2003).

3.2.7 Espécies exóticas invasoras e extinções

Espécies exóticas invasoras são a segunda maior causa de perda de biodiversidade e extinções de espécies, atrás apenas das alterações e fragmentação de habitats (IUCN 2011). Conforme o MMA (2012), além de propiciarem riscos à saúde humana, causam enormes prejuízos à economia e aos ecossistemas naturais. Favorecidas pela destruição das barreiras biogeográficas, através de ações antrópicas, vêm acelerando o processo de invasões biológicas de maneira contínua e intensa.

Compõem espécies diversas que, quando introduzidas fora de sua área de distribuição natural, geralmente conseguem se estabelecer e adaptar-se muito bem às condições ambientais locais. Características peculiares de nutrição, reprodução e dispersão ameaçam a manutenção de outras espécies. Possuem alta capacidade de extermínio de espécies nativas - seja diretamente, através da predação, seja indiretamente, pela competição por recursos - de comunidades e habitats. Transformam a estrutura e a composição dos ecossistemas, homogeneizando os ambientes e destruindo as características específicas das quais a biodiversidade local é constituída.

Introduções antrópicas têm homogeneizado a biota terrestre e suas consequências são amplas e diretamente relacionadas com a mudança no clima global, biodiversidade e liberação de organismos geneticamente modificados (LODGE 1993), afetando diretamente a economia e a saúde humana (RIO GRANDE DO SUL 2006). A introdução de uma espécie pode ser acidental ou intencional - na maioria das vezes,

por razões econômicas - seja para utilização da espécie em sistemas de produção (alimento), por interesses florestais ou ornamentais. A dieta humana global é composta por um grande volume de itens alimentares, com espécies que foram introduzidas de outros ambientes (SILVA 2006).

Apesar de ser um processo muito antigo, que remonta às navegações dos egípcios e fenícios, as discussões sobre invasões biológicas em geral envolvem casos contemporâneos, particularmente sobre o papel do homem na introdução de espécies não nativas em novos ambientes (HOCHBERG & NICHOLAS 2005).

Hoje, cerca de 80% do comércio mundial é feito por transporte marítimo internacional, o que vem ocasionando a eliminação ou redução nas barreiras naturais que separavam os ecossistemas (SILVA & SOUZA 2004). De acordo com informação da Secretaria da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB 2000), as espécies exóticas invasoras já contribuíram, desde o ano 1600, com 39% de todos os animais extintos, cujas causas são conhecidas. O Secretariado da CDB afirma que mais de 120 mil espécies exóticas de plantas, animais e microrganismos já invadiram os Estados Unidos da América, Reino Unido, Austrália, Índia, África do Sul e Brasil.

As espécies de plantas exóticas invasoras tendem a produzir alterações em propriedades ecológicas essenciais, como a ciclagem de nutrientes e produtividade vegetal, cadeias tróficas, estrutura, dominância, distribuição e funções de espécies num dado ecossistema, distribuição de biomassa, densidade de espécies, porte da vegetação, acúmulo de serrapilheira e de biomassa (com isso aumentando o risco de incêndios), taxas de decomposição, processos evolutivos e relações entre polinizadores e plantas. Podem alterar o ciclo hidrológico e o regime de incêndios, levando a uma seleção das espécies existentes e, de modo geral, ao empobrecimento dos ecossistemas. Há o risco de que produzam híbridos a partir de espécies nativas, que podem ter ainda maior potencial invasor. Essas alterações colocam em risco atividades econômicas ligadas ao uso de recursos naturais em ambientes estabilizados, gerando mudanças na matriz de produção pretendida e, em geral, impactos economicamente negativos.

3.2.7.1 *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857)

O invasor *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) (Bivalvia, Mytilidae), popularmente de chamado mexilhão-dourado, é um molusco filtrador de água doce (da mesma família dos marinhos), oriundo do sudeste asiático, dos rios e arroios da Coréia e da China. Possui ciclo de vida curto - em média vive três anos – fase larval planctônica (RICCIARDI 1998) e experimentos sob temperaturas diferentes (18 °C e 25°C) indicaram um crescimento rápido, alcançando até 144% ao final de seis meses (SILVA 2006), estimado em 15 mm/ano, podendo atingir 4 cm quando adulto (HÓRUS 2011). Nos grandes aglomerados formados pela incrustação de *L. fortunei*, há indivíduos das mais variadas classes de tamanho. Em determinadas épocas do ano, mais de 70% dos indivíduos que formam a colônia podem ser menores que 2 mm (BOLTOVSKOY & CATALDO 1999).

Possui coloração marrom-escura na porção superior e amarela na inferior da concha, que é fina, sugestão de que a maior parte da energia é canalizada para uma precoce maturação sexual (SILVA 2006), mas associada a um crescimento rápido, características extremamente vantajosas para a espécie. A reprodução é sexuada externa, com óvulos e espermatozoides liberados em forma de jatos e fertilizados na água. É tolerante à salinidade, em até 3 partes por tonelada (HÓRUS 2005). “Testes de tolerância à salinidade sobre *L. fortunei*, realizados em laboratório, revelaram que a espécie apresentou 100% de sobrevivência quando submetido à salinidade 2 pelo período de dez dias” (CAPÍTOLI *et al.* 2008). Afirmam, ainda, serem as variações de salinidade o principal fator regulador da distribuição e sobrevivência das populações de *L. fortunei*, que pode viver em águas salobras.

O *L. fortunei* possui estrutura proteica denominada fio de bisso, que lhes dá alto poder de fixação, possibilitando incrustação e macroaglomerados em substratos duros (MANSUR & PEREIRA 2006) praticamente de qualquer tipo. As colônias atingem densidades de mais de 100.000 organismos por metro quadrado (CATALDO & DRACO 2000), são bastante tolerantes à ausência de alimento (SILVA 2006) e, associadas a sua elevada capacidade de filtrar, evidenciam o potencial dessa espécie invasora para promover grandes alterações na estrutura das cadeias tróficas dos ecossistemas invadidos (GAZULHA 2010).

Formas de Dispersão

Assim como a *Dreissena polymorpha* (mexilhão zebra), invasora na América do Norte, o *L. fortunei* compartilha de uma das razões do sucesso dessas espécies na colonização de novos ambientes, que advém do fato de possuírem estágio larval planctônico (véliger), ao contrário da maioria dos bivalves de água doce, que possui desenvolvimento direto ou um breve estágio larval parasita (MACKIE 1991). A dispersão ocorre principalmente através do transporte marítimo ou fluvial, nas águas de lastro dos navios. A véliger do *L. fortunei*, ainda que possa nadar, desloca-se ainda na forma livre de modo passivo, levada pelas correntes aquáticas, facilitada pela integração entre corpos hídricos de diferentes sistemas (LODGE *et al.* 1998). Microscópica, pode estar presente na água que fica no sistema de refrigeração do motor do barco, nos baldes de iscas vivas ou aderida em cascos, redes, conchas ou qualquer apetrecho molhado. O descarte da água de irrigação ou piscicultura (água de criatório de alevinos, tanques de reprodução ou qualquer água que não seja proveniente da rede de abastecimento de água tratada ou de poço artesiano) em outro corpo hídrico que não onde captada, ou ainda o descarte na rede de esgoto, também disseminam o invasor.

Alguns autores ressaltam o papel de variáveis físico-químicas da água como fatores de facilitação do processo de bioinvasão de *L. fortunei* (DARRIGRAN & PASTORINO 1995; MANSUR *et al.* 2003) sugeriram que tal processo possa estar relacionado com a intensa oxigenação da água em função do fluxo dos rios. Através de análises, foram determinados índices relacionados ao risco de invasão por *L. fortunei* e sugerido que, entre as variáveis analisadas, a piscicultura seria a atividade de maior risco, com o transporte de alevinos e, conseqüentemente, de água. O transporte de areia e a pesca viriam a seguir, com um menor risco. Embarcações, maquinários, boias, apetrechos de pesca, bem como material inerte flutuante e vegetação aquática, vetores da disseminação, quando transportando larvas ou incrustados de recrutas e adultos, desencadeando infestações.

Ampla ocorrência natural, crescimento rápido, maturidade sexual precoce, altas capacidade reprodutiva e tolerância ambiental, somados à falta de inimigos naturais nos ambientes em que são introduzidos, propiciam a expansão e invasão da espécie nas bacias hidrográficas em que consegue se instalar, causando drásticas alterações. BERGMANN *et al.* (2010) afirmam que detritos de raízes de *Eichornia crassipes*, o popular

água-pé (comum nas lagoas costeiras) são ótimos substratos para os indivíduos recrutados (jovens) e adultos do mexilhão dourado e servem como meio de transporte e dispersão do bivalve. O aguapé possui pecíolos esponjosos ricos em tecido aerenquimatoso (constituído por células infladas ou grandes espaços intercelulares, formando grandes cavidades no interior da planta preenchidas por ar), que permitem a flutuação, e folhas com a forma de uma “vela” de barco, impulsionadas pelo vento, até mesmo contracorrente, facilitando a proliferação desta espécie (PALOMBO & PEREIRA 1992 *apud* BERGMAN 2010) e de organismos associados. SILVA (2006) observou indivíduos maiores incrustados em placas após a fixação inicial de larvas do *L. fortunei*, indicando a capacidade do mexilhão dourado de se destacar do local onde já estava fixado e ser levado por correntes até outro local, onde poderá se fixar novamente. Dessa forma, a capacidade de incrustação da espécie não se restringe às fases larvais, ampliando a extensão da invasão.

Em todo o mundo são transferidas anualmente cerca de 12 bilhões de toneladas de água de lastro que transportam aproximadamente 4.500 espécies diferentes (OLIVEIRA *et al.* 2004). No Brasil, aproximadamente 95% de todo o comércio exterior é feito por via marítima e estima-se que 40.000 navios visitem os portos brasileiros anualmente, deslastrando 40 milhões de toneladas de água por ano (SILVA & SOUZA 2004). Esse transporte entre países distantes pode provocar a homogeneização da flora e da fauna, o que compromete a biodiversidade, o meio ambiente e a saúde humana. Comparados aos ecossistemas terrestres, os ambientes aquáticos apresentam uma vulnerabilidade maior às espécies exóticas (SALA *et al.* 2000). A forte afinidade que as pessoas têm com a água, por motivos estéticos, recreacionais e de transporte, movimentam comunidades inteiras de espécies pelágicas e bentônicas, através de equipamentos de pesca, espécies para aquarofilia e aquicultura. Em comparação ao terrestre, através da movimentação da água e sistemas integrados de lagos e corpos hídricos, o meio aquático oferece extrema facilidade de dispersão no ambiente invadido (LODGE *et al.* 1998). Foi constatada a facilidade que os bivalves apresentam em desprender o bisco do substrato e se deslocarem para outras superfícies (URYU *et al.* 1996) realizaram uma série de experimentos em laboratório, demonstrando a tendência gregária, a capacidade de soltar o bisco, tipos de deslocamento, formação de novos assentamentos e tigmotactismo positivo, principalmente em exemplares de *L.*

fortunei menores de 15 mm. Segundo esses autores, a presença de exemplares maiores estimula os menores a secretarem o bisso, e que estes movimentos e comportamentos poderiam significar uma resposta adaptativa relacionada à predação e ao deslocamento por ondas e correnteza da água.

Histórico da Introdução

Até a década de 1990 a bioincrustação em ecossistemas límnicos de água doce da América do Sul era pouco representativa, salvo aquelas formadas pelas espécies do filo Porifera (PEREIRA *et al.* 2010). Em 1991, o mexilhão-dourado foi registrado na América do Sul pela primeira vez, no estuário do Rio da Prata, Argentina (PASTORINO *et al.* 2003) provavelmente introduzida de forma acidental através da água de lastro dos navios mercantes originários do sudeste asiático nas proximidades do porto de Buenos Aires (MANSUR *et al.* 2003).

A navegação é um sistema importante de transporte capaz de integrar as economias dos cinco países integrantes da Bacia Platina (Brasil, Bolívia, Argentina, Paraguai e Uruguai), que é a segunda maior bacia fluvial da América do Sul e a quarta do mundo. O sistema hidroviário formado pelos rios Paraguai e Paraná constitui o principal meio de dispersão de *L. fortunei* para o centro do Brasil, transportado junto às embarcações que trafegam nesse sistema de rios (OLIVEIRA *et al.* 2000). Aproveitando as vias navegáveis, a colonização passou a se estender pelas sub-bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai, numa velocidade de cerca de 240 km/ano (DARRIGRAN 2002). Segundo a EMBRAPA (2004), nesse ano houve o registro do bivalve em um canal de ligação entre a Bolívia e o Brasil, podendo-se considerar presente em praticamente toda a área do Pantanal, tendendo a espalhar-se ainda mais pela planície levado pelas inundações anuais. No Brasil, até 2004, a ocorrência de *L. fortunei* foi descrita nas bacias dos rios Paraná, Paraguai, Uruguai e Lago Guaíba, conforme o mapa das vias de ingresso (Figura 30).

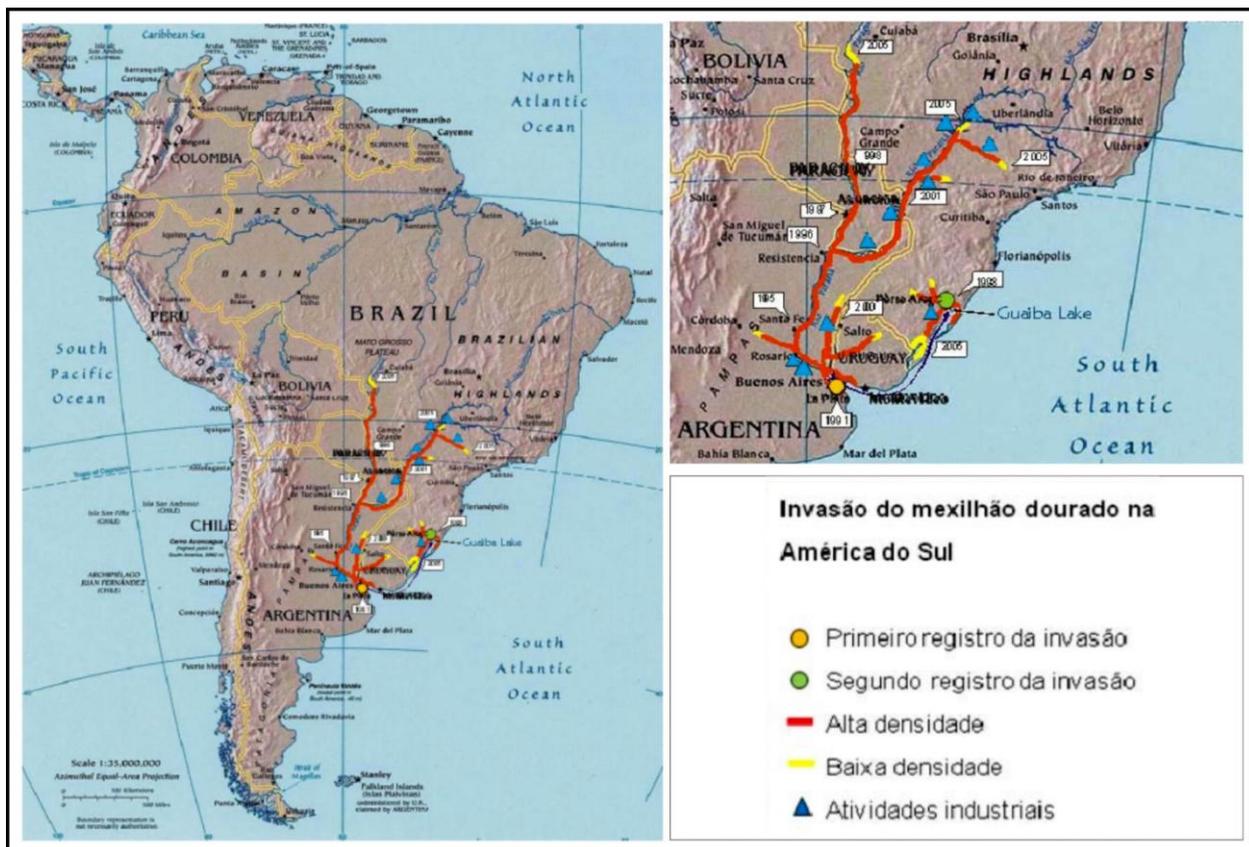


Figura 30. Vias de ingresso de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) na América do Sul. Fonte: adaptado de Gazulha, 2010.

No Rio Grande do Sul, foi registrada na Bacia do Lago Guaíba, no início de 1999 (MANSUR *et al.* 1999) e na Lagoa dos Patos, em 2003 (DEMETRIUS *et al.* 2003). No rio Paraná, foi observada no município de Porto Rico-PR (TAKEDA *et al.* 2003) e próximo à cidade de Rosana, em 2002 (AVELAR *et al.* 2003). A espécie também foi registrada nos reservatórios da Usina Hidrelétrica de Itaipu em abril de 2001 (ZANELLA & MARENDA 2002) e Sérgio Mota (Porto Primavera), Jupiá e Ilha Solteira em 2003. Em 2004, *L. fortunei* foi observada no reservatório de Barra Bonita (SP), rio Tietê, com exemplares de mais de 1 cm de comprimento longitudinal, indicando que a espécie foi introduzida aproximadamente um ano anteriormente (EMBRAPA 2004).

Detectada em quase toda a região Sul e em vários pontos do Sudeste e Centro-Oeste, conforme relato da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) e imagens da área, em Capão da Canoa, desde 2009, vem sendo registrada a presença do mexilhão-dourado na lagoa dos Quadros, com incrustações nas bombas de crivo de captação de água na estação de tratamento (Figura 31). Nelas, a invasão do *L. fortunei* causa a diminuição do diâmetro e entupimento de encanamentos, redução na velocidade do fluxo da água, contaminação da água por eventos de mortalidade em

massa, acumulação de conchas vazias e entupimento de filtros. (DARRIGRAN 2000; DARRIGRAN & DAMBORENEA 2005).



Figura 31. Crivo de bomba do sistema de captação de água de Capão da Canoa com incrustações de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857).
Fonte: Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN 2009).

Consequências da invasão

Sob condições ambientais favoráveis, aliadas à ausência de predadores, parasitas ou competidores naturais, invasões de *L. fortunei* podem alcançar altas densidades e sua eliminação torna-se difícil depois de estabelecidas no ambiente (DARRIGRAN & DAMBORENEA 2005). Promovem mudanças severas, como perda de biodiversidade, com eliminação de espécies nativas (por sufocamento), mudanças na cadeia trófica e modificações no hábitat (MUNIZ *et al.* 2005). Estudos demonstram o poder da espécie em alterar a disponibilidade de alimento para as espécies pelágicas e bentônicas e alterar a biomassa fitoplanctônica. O fitoplâncton é a base da cadeia

trófica aquática, logo, mudanças nas suas estruturas podem causar alterações em cascata nos níveis tróficos superiores.

De um modo geral, os bivalves são filtradores dominantes e sua capacidade de filtração atinge entre 10 - 100% da coluna d'água (SILVA 2006), gerando, dentre outras, modificações na composição da comunidade fitoplanctônica. Em condições experimentais foram obtidos os maiores valores de filtração (724,9 mL/h) quantificados para um bivalve invasor até o presente momento (SILVA 2006). O impacto ecológico desses organismos em um determinado ecossistema depende fundamentalmente da magnitude e da natureza dos processos de remoção de partículas (STRAYER 1999). Os impactos relacionados podem alterar substancialmente a dinâmica trófica do ecossistema aquático, pela filtração do material em suspensão (seston) e remoção das partículas, aumentando a transparência da água e causando o decréscimo das comunidades fitoplanctônicas - "oligotrofização biológica" (WELKER & WALZ 1998), até a deposição de fezes e pseudofezes, que podem causar modificações nos padrões de sedimentação do ambiente e, conseqüentemente, na composição da fauna bentônica. As taxas de filtração registradas para o mexilhão dourado são mais elevadas do que aquelas registradas para outros bivalves invasores de água doce (SYLVESTER *et al.* 2005), e indicam o potencial de alteração da estrutura das comunidades planctônicas dos ecossistemas invadidos.

Estudos confirmam a habilidade de bivalves em escolher partículas de tamanhos mais adequados e determinadas espécies fitoplanctônicas, sendo que as rejeitadas voltam à coluna d'água, na forma de pseudofezes não consolidadas, com condições vitais preservadas. Analisando as taxas de filtração em laboratório de cianobactérias potencialmente tóxicas – cianofíceas ou popularmente chamadas algas azuis, microorganismos aeróbicos fotoautotróficos - SILVA (2006) demonstrou que *L. fortunei* é capaz de se alimentar desses organismos com aparente seletividade na filtração, apresentando um potencial de bioacumulação e transferência na cadeia trófica de cianotoxinas, alterações, a possível dominância de uma determinada espécie fitoplanctônica, a fuga ou até mesmo supressão de determinadas espécies do ecossistema invadido. CYBIS *et al.* (2006); BENDATI *et al.* (2007); WERNER *et al.* (2007) *apud* GAZULHA (2010), apontam que o Lago Guaíba, onde o mexilhão é invasor desde 1998, apresenta florações frequentes de cianobactérias tóxicas. A coexistência do

mexilhão e das cianobactérias indica que o bivalve invasor apresenta mecanismos que permitem sua sobrevivência em exposição a elas e que pode estar contribuindo para a predominância de cianobactérias, via ingestão preferencial das partículas não tóxicas e rejeição das tóxicas. SILVA (2006) sugeriu, ainda, que os impactos decorrentes da atividade filtradora dessa espécie tendem a ser significativos, uma vez que não sofre grande influência do tamanho e da biomassa do animal e são potencializados pelas colônias, que podem chegar a centenas de milhares de indivíduos por metro quadrado. Por se tratar de uma espécie naturalmente euritérmica, já que em seu habitat de origem o *L. fortunei* suporta temperaturas que variam entre 8 e 32°C, SILVA (2006) comprovou, ainda, a pequena influência que as diferentes temperaturas testadas tiveram sobre a taxa de filtração obtidas em laboratório, indicando que os impactos decorrentes das atividades alimentares são relativamente constantes ao longo do ano. Essa grande flexibilidade de adaptações fisiológicas da espécie invasora permite, portanto, que possa estabelecer-se e dominar qualquer ambiente.

Existem evidências na literatura que permitem prever a possibilidade de ocorrência de alterações significativas na ictiofauna (MONTALDO *et al.* 1999), na dinâmica de contaminantes (PORTA 2001) e na composição do bentos (DARRIGRAN *et al.* 1998). No ambiente natural, o *L. fortunei* altera a composição do bentos, favorecendo o aparecimento de certos invertebrados em detrimento de outros (DARRIGRAN *et al.* 1998). A variação na composição da comunidade bêntica é averiguada através do decréscimo de moluscos nativos, que competem por alimento e espaços, servindo, inclusive, como substrato vivo para incrustações do *L. fortunei*, que os levam à morte após a fixação e crescimento de larvas do mexilhão-dourado junto à abertura do bivalve, que a obstrui, sufocando o molusco. Há riscos de aceleração da extinção das espécies mais raras de bivalves como *Leila blainvilliana* e *Castalia martensi* (Ihering 1891) e do bivalve endêmico da Bacia da Laguna dos Patos, *Diplodon koseritzi*, que vive entre os rizomas dos juncos, substrato preferencial da espécie invasora (MANSUR *et al.* 2003). Paralelamente observa-se o aumento na abundância e distribuição de outros grupos, como *Oligochaeta*, *Hirudinea*, diversos crustáceos, *Chironomida*, *Turbellaria* e *Nematoda*, gerando modificações na cadeia trófica, onde espécies malacófagas são beneficiadas em detrimento de outras (SILVA 2006).

MANSUR *et al.* (2003), testemunharam que no terceiro ano desde o registro do *L. fortunei* do Lago Guaíba foram observadas densas incrustações sobre troncos novos e ramificações submersas de Sarandi - *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll. Arg., nativa do Rio Grande do Sul - sobre as pedras dos pontais, dos molhes, marinas e trapiches, como também sob barcos, mesmo com cascos pintados a tintas anti-incrustantes. Válvulas de retenção das bombas captadoras de água do lago também entupiram em três meses, a partir do início de sua utilização. O estudo verificou, ainda, a fixação inicial de *L. fortunei* nos rizomas e raízes dos juncos, *Scirpus californicus* (Juss, 1789), situados mais internamente no Lago Guaíba. Os rizomas de juncos não são lisos, porém são envoltos por raízes fasciculadas, que oferecem proteção e maior superfície de aderência às larvas. Observou-se que em algumas áreas onde houve a remoção antrópica dos talos dos juncos sem a retirada dos rizomas, as raízes ficaram rapidamente expostas dentro d'água, e em pouco tempo o *L. fortunei* formou aglomerados e em áreas com menos de 50 cm de profundidade da superfície d'água, tornando-se raro o surgimento e crescimento de novos talos. Quando ocorrido, constatou-se que os mexilhões também envolvem o broto e talo novo, estrangulando-o pela base. O talo cresce, em alguns casos, elevando o aglomerado, mas pende para o lado pelo peso dos moluscos, impedindo seu crescimento vertical. É provável, ainda, que os grandes aglomerados do mexilhão-dourado sobre os rizomas causem o seu sufocamento e apodrecimento. MANSUR *et al.* (2003) manifestam, ainda, que a redução dos juncais constatada em certas regiões ao sul do Lago Guaíba pode estar associado à invasão da espécie e sua preferência pelos rizomas de junco, sendo possível que o desaparecimento dos juncais no entorno da Ilha dos Juncos, próximo ao estreito de Itapuã, onde o lago se comunica com a Laguna dos Patos, deva-se ao assentamento de populações de *L. fortunei*. A Figura 32, de MANSUR *et al.* (2003) sintetiza o estudo supracitado.



Figura 32. Bioinvasão: incrustações de *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857). (3, 4) Perfil de um corte transversal do rizoma de *Scirpus californicus* (Juss, 1789) (junco), evidenciando adensamento de *L. fortunei* (Dunker, 1857) (3) no primeiro ano de invasão e (4) depois de um ano e meio de fixação; (5) *Diplodon deceptus* Simpson, 1914 *sensu* Ortmann, 1921: 539. parcialmente pelo mexilhão-dourado e, à direita, haste do junco estrangulada pelo bivalve; (6) *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (seta), parcialmente coberta por exemplares de *L. fortunei* grandes e jovens abrigados entre adultos; (7) *Leila blainvilliana* (Lea, 1834) apresentando valvas parcialmente danificadas pelo *L. fortunei*, com exemplar fixo as suas partes moles, junto à abertura exalante (seta); (8) *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822) com espécime de *L. fortunei* (seta) fixo na cavidade umbilical, impedindo o fechamento da concha pelo opérculo; (9) Exemplo de *macrofouling* (aglomerados de incrustações) em válvula de retenção de bomba captadora de água no lago Guaíba, praia do Veludo, bloqueada pelo mexilhão-dourado após três meses de uso dentro d'água; (10) Tijolo vazado, com dimensões de 14 x 10,5 x 9,5 cm, retirado da praia das Pombas, lago Guaíba após 102 dias de imersão; (11) Barco retirado da praia do Veludo, em outubro de 2001, com incrustações formadas por *L. fortunei* em menos de nove meses, a partir do lançamento do barco na água.

Fonte: Mansur *et al.* 2003.

A facilidade em povoar praticamente qualquer substrato, bem como a dispersão da forma larval, apresentou às indústrias nucleares, hidrelétricas, de tratamento de água, de refinarias, localizadas nos Rios da Prata, Paraná, Paraguai e Uruguai e seus afluentes, problemas de obstruções associados às incrustações do mexilhão dourado (BOLTOVSKOY *et al.* 2006). O alto poder reprodutivo e a falta de inimigos naturais propicia ao mexilhão-dourado a formação de grandes aglomerados, causando *macrofouling* (DARRIGRAN 2000), que consiste na redução da passagem no interior das tubulações, decréscimo de velocidade do fluxo da água por fricção, entupimentos nos sistemas coletores de água pelo acúmulo de conchas vazias e também a contaminação da água pela mortandade e deterioração em massa. Esses fatores causam ainda a oclusão de bombas, filtros e sistemas de refrigeração de indústrias (Figura 33). Os custos para a remoção das colônias são extremamente altos, pois também impõem a parada das atividades, prejudicando a geração de energia e o abastecimento de água potável.



Figura 33. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857): *macrofouling* (aglomerados de incrustações). (a) Estruturas metálicas submersas da Usina de Itaipu; (b) Tubulações. Fonte: Itaipu, 2012; EMBRAPA, 2004

Medidas de prevenção/contenção

A sustentabilidade dos países em desenvolvimento, principalmente os megadiversos, como o Brasil, depende da habilidade em protegerem seus ecossistemas, economias e a saúde pública. A recente história de invasão de *L. fortunei* identifica esse molusco como uma espécie que deve ser cuidadosamente monitorada. Seu potencial de expansão global foi demonstrado pela dispersão transoceânica desde a Ásia até e

América do Sul e o aumento no fluxo de negócios marítimos entre os países do Pacífico e os da América do Sul aumentam a probabilidade de invasão da América do Norte por essa espécie em um futuro próximo (RICCIARDI 1998). Depois que as colônias estão instaladas, é impossível erradicá-las com os recursos e os conhecimentos atuais, afirma o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA 2006), e para que a espécie invasora não seja ainda mais disseminada, é indispensável informação. Para SILVA (2006), informações biológicas e ecológicas que permitam decifrar aspectos inerentes ao processo de invasão, juntamente com a capacidade de previsão dos impactos associados à sua introdução, principalmente em ambientes lênticos, são fundamentais para a elaboração e aplicação de planos de controle direcionados a impedir a disseminação da espécie, além de possibilitar uma definição mais precisa e criteriosa das respostas aplicadas na mitigação dos impactos causados pela invasão de *L. fortunei* em um determinado ambiente.

Os prejuízos econômicos e ambientais causados por esta espécie invasora motivaram o estabelecimento de um programa de pesquisa com participação de várias instituições do País, coordenadas pelo Instituto de Estudo do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM). O Programa tem o propósito de avaliar os impactos ecológicos e econômicos causados pela introdução do mexilhão dourado no Brasil e propor ações para minimizar a dispersão desta espécie pelo território nacional.

Em Itaipu, o monitoramento da proliferação de larva de mexilhão-dourado é realizado pela Divisão de Reservatório, enquanto o comportamento dos adultos é feito por técnicos do Laboratório Ambiental. Segundo eles, os níveis de reprodução do molusco têm diminuído desde 2005. A redução é atribuída a fatores ambientais, como temperatura da água, redução na disponibilidade de alimento e, também, à ação dos seus predadores, dentre os quais se destacam peixes como armados, piaparas, piavas e pias. Além de remover mecanicamente os moluscos, a Itaipu pesquisa métodos de controle do invasor, como o aumento da vazão em encanamentos, injeções de hipoclorito em baixas concentrações, tintas anti-incrustantes e aplicação do gás ozônio em baixas concentrações.

Em 2001, a EMBRAPA Pantanal instalou substratos artificiais no rio Paraguai para estudar a forma de colonização e densidade dos indivíduos, acompanhados também através do estudo de larvas. Quando os organismos fixados nos substratos já

apresentavam cerca de 1 cm, a concentração de oxigênio dissolvido baixou de aproximadamente 60,0 mg/L para 0,0mg/L (fenômeno natural denominado dequada), o que exterminou a população colonizada. Esse fato indica que baixas concentrações de oxigênio dissolvido poderá ser um fator limitante do desenvolvimento da população no Pantanal, visto que o fenômeno natural de decomposição da biomassa submersa durante a fase hidrológica de enchente ocorre todos os anos, em menor ou maior intensidade, caracterizando um importante fator regulador da dinâmica das comunidades aquáticas, influenciando também as taxas de mortalidade e diminuindo o potencial de dispersão dessa espécie invasora, em especial na fase larval. Segundo a Empresa, apesar da abundante oferta de alimentos - zooplâncton e fitoplâncton, que se alimentam da poluição orgânica, comum em corpos hídricos impactados - na atualidade, o molusco encontra ainda outro desafio à sua reprodução, por ter se integrado ao cardápio de diversos predadores - um crustáceo e 20 tipos de peixes, como armado, piapara, piau e maudi.

Com a tecnologia e os recursos atuais, ao contrário do que ocorre em usinas, o controle do mexilhão em sistemas naturais é impossível. Evitar a ocorrência de novas infestações, portanto, torna-se a ação fundamental. Todos os cidadãos, especialmente navegantes, pescadores, aquicultores e usuários de irrigação, podem ser vetores de dispersão e devem cumprir sua parte. Verificar a ocorrência de incrustações em cascos, motores, sistemas de refrigeração, descartando-as corretamente em terra ou na coleta urbana; acurar para que tanques de piscicultura não sejam contaminados com águas contaminadas por larvas; não transferir qualquer tipo de material oriundo dos rios de bacias onde o mexilhão ocorra para outros rios e córregos livres da infecção; descartar água de recipientes em terra e não em corpos d'água ou galerias de drenagem; utilizar-se de tintas antiincrustantes nas cisternas, reservatórios e cascos das embarcações que naveguem nos rios das bacias onde o *L. fortunei* esteja instalado; lavar embarcações longe de mananciais hídricos e não usar substâncias químicas tóxicas, pois afetará outros organismos e as águas subterrâneas.

A legislação federal, diretrizes e convenções internacionais acerca das águas de lastro devem ser rigorosamente cumpridas e fiscalizadas. É indispensável, ainda, maiores investimentos em pesquisa, intercâmbio de informações e ações de pesquisa, capacitação técnica, fortalecimento institucional, sensibilização pública, coordenação e

harmonização de legislações. Contudo, é evidente a pouca, ou nenhuma, conscientização pública, tampouco ações de prevenção ou reversão, o que desencadeia, normalmente, a introdução acidental de espécies exóticas invasoras em habitats diversos. Isso envolve vidas e sobrevivência, saúde, transporte, turismo e comércios local e mundial, tornando indispensável a união de forças, mediante investimentos, planejamento e a cooperação entre os meios acadêmicos, setores agrícolas, florestais, pesqueiros e ambientais.

3.2.7.1 O gênero *Pinus*

O *Pinus elliottii* Engelm. uma das mais plantadas e disseminadas espécies de *Pinus* no mundo, é uma gimnosperma da família Pinaceae, originária do sul dos Estados Unidos da América e pertence ao grupo dos “pinheiros amarelos” (*Southern yellow pines*) (FOENKEL 2008). De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuárias (EMBRAPA 2005), as árvores são dioicas, florescendo, geralmente, na primavera, produzindo flores masculinas e femininas. O órgão reprodutivo feminino, conhecido como pinha ou cone, geralmente se encontra em grupos de 2 a 4 unidades, possui coloração marrom e tem de 12 a 15 cm de comprimento. As sementes são aladas, pretas, triangulares e podem ser disseminadas a cerca de 100 metros da árvore mãe, apenas pela ação do vento. O órgão reprodutivo masculino é chamado estróbilo e está disposto junto às brotações.

A maioria das espécies de *Pinus* é simbiote obrigatório de um fungo basidiomiceto, que forma as micorrizas (associação do fungo com a raiz). Elas auxiliam na captação de água e nutrientes pelas raízes, ao mesmo tempo em que recebem açúcares simples. Essa associação gera benefícios ao *Pinus*, tornando-o mais resistente a secas, pelo fato do fungo aumentar a superfície de absorção radicular. As micorrizas favorecem a captação de nutrientes que sozinho não teria condições de adquirir. Torna-o, inclusive, resistente à toxidez de alumínio e a solos ácidos, além de diminuir a incidência de certas doenças fúngicas. Ajudando, principalmente, na fase de muda, quando é mais sensível às condições ambientais. A associação *Pinus* X fungo micorrízico, portanto, gera aumento de crescimento e sobrevivência de mudas, inclusive em terrenos erodidos e degradados (CARDOSO *et al.* 1992).

Potencial econômico

O principal uso é como fonte de matéria-prima para as indústrias de madeira serrada e laminada, chapas, resina, celulose e papel. Grande produtora de resina, gera produtos (terebintina e breu) de boa qualidade. É apreciada pelas características da madeira, hoje plantada para fins comerciais por indústrias da serraria, para produção de chapas e compensados, lâminas, postes e móveis (FOENKEL 2008). Segundo a EMBRAPA (2005), a madeira de cor clara, variando de branca a amarelada; fibra longa, apropriada para fabricação de papel de alta resistência para embalagens, papel de imprensa e outros tipos de papel (indicada para a fabricação de celulose *kraft*, já que as resinas podem até mesmo dar origem a um sub-produto - tall oil - ou sabão de espuma (SHIMIZU 2008); possibilidade de extração de resina em escala comercial; rusticidade e tolerância, possibilitando o plantio em solos marginais para agricultura, agregando valor à terra com a produção adicional de madeira; formação de cobertura protetora do solo e reconstrução de ambiente propício à recomposição espontânea da vegetação nativa em ambientes degradados; e o valor ornamental para arborizações e paisagismo são características que valorizam a espécie, que é plantada em todo o mundo.

Segundo a EMBRAPA (2005), o estabelecimento e o manejo de florestas plantadas com *Pinus* vêm possibilitando o abastecimento de madeira que era anteriormente suprido com a exploração do pinheiro brasileiro – *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze 1898 - estabelecendo-se como uma importante aliada dos ecossistemas florestais nativos, pois supre uma parcela cada vez maior da necessidade atual de madeira. A espécie apresenta muitas vantagens econômicas, como rápido crescimento, alta tolerância ao frio e a solos de baixa fertilidade, logo, planos de fomento florestal são compreensíveis, visto suas qualidades. Contudo, a falta de manejo adequado, como o de evitar a disseminação como planta invasora, agrava-se pela falta de incentivo e cuidados que a atividade requer, gerando produtos finais em menor quantidade, pior qualidade e o aumento de impactos negativos ao meio ambiente.

Dispersão

A IUCN (2011) classifica o gênero *Pinus* como uma das 100 espécies mais invasoras no planeta. Isso ocorre pela fácil disseminação de suas sementes - de tamanho diminuto - e apresentarem estruturas adaptadas à disseminação anemófila (vento), podendo dispersar-se a 100 metros ou mais da planta mãe. Também são disseminadas pelo solo, água ou serem dispersas por animais. A Embrapa destaca a alta capacidade de produção sementeira do gênero, que aumenta ainda mais a chance das sementes se tornarem plântulas e, posteriormente, árvores em outros locais, que não áreas efetivamente plantadas. As sementes possuem dormência, germinando apenas nas épocas em que as condições ambientais lhes são favoráveis, característica importante para que uma espécie de planta seja considerada invasiva. A EMBRAPA também destaca a alta longevidade de suas sementes no solo, alta germinação (muitas vezes acima de 90%), maturação precoce das plantas, e floração e frutificação em períodos prolongados. Assim, a espécie pode invadir ecossistemas abertos como campos, cerrados e restingas, bem como áreas degradadas, pastagens, áreas agrícolas ou, ainda, clareiras em ambientes florestais ou áreas florestais em fase sucessional inicial.

Introdução no Brasil

No Brasil, o *Pinus* vem sendo plantado há mais de um século, tendo sido inicialmente introduzido para fins ornamentais. Somente a partir de 1950 é que foram plantados em escala comercial para produção de madeira (EMBRAPA 2005). Assim como *P. taeda*, o *P. elliottii* foi introduzido inicialmente no estado de São Paulo no ano de 1948, buscando adaptação ao nosso clima, o que ocorreu. Hoje, essas duas espécies são intensamente plantadas, principalmente em regiões mais frias, do Sudeste ao Sul, estendendo-se do estado de São Paulo ao Rio Grande do Sul (FOENKEL 2008).

Segundo BRACK (2006), há cerca de 30 anos a paisagem do litoral norte do RS era bastante distinta da que hoje observamos. Podia-se perceber a presença de belíssimas dunas e diversidade vegetal por entre a Restinga Litorânea. Vegetação herbácea e arbustiva, capões e matas com suas majestosas figueiras e palmeiras imprimiam feições típicas na paisagem. No entanto, ao percorrer-se hoje a RS 389 (Estrada do Mar), principalmente no trecho entre Osório e Capão da Canoa, constata-se

que a paisagem natural está escondida, além da cortina de poluição visual, *outdoors*, concreto, muros, lixo e calças, por detrás de bosques maciços, irregulares ou desordenados dessas espécies e também de *Eucalyptus* sp.

Ao contrário da RS 453 (Rota do Sol) aberta na mesma época e contemplada com a criação de uma Unidade de Conservação (Reserva Ecológica de Aratinga, APA Rota do Sol, Reserva Biológica da Mata Paludosa), a Estrada do Mar - licenciada com condicionantes, não recebeu nenhum instrumento de controle ambiental quando de sua construção. O DAER (responsável pelo controle da ocupação da faixa de domínio) não teve o controle necessário. É autor, inclusive, da implantação de densas cortinas das espécies nas margens da rodovia, que descaracterizaram a paisagem e gerando grande impacto pela invasão nos campos arenosos do entorno. O *Pinus*, adaptado ao ambiente, configurou-se como espécie invasora, alterou a paisagem natural ao longo das margens da estrada, inclusive na APP da lagoa dos Quadros e povoou extensas áreas úmidas, colocando em risco toda a biodiversidade local (Figura 34).



Figura 34. Plantio e invasão de *Pinus elliottis* nas Áreas de Preservação Permanente e de amortecimento da lagoa dos Quadros. (1) Acortinamento na RS 389 (Estrada do

Mar); (2-4) proliferação sobre campos secos e úmidos nas áreas remanescentes do extinto Parque Náutico de Capão da Canoa.

Fonte: Movimento Parque Náutico, 2009; Campani *et al.* 2009.

Se nada for feito, APP, áreas secas e úmidas continuarão a ser tomadas, além de grandes condomínios fechados e aglomerados de miseráveis casebres satélites a esses empreendimentos, por espécies exóticas de plantas tipicamente invasoras, em detrimento da biodiversidade florística característica da região.

Efeitos reais e potenciais da invasão

É comum encontrar inúmeras mudas em áreas de campos e restingas, espalhadas pelo vento. Onde os *Pinus* predominam o solo fica mais pobre. Devido a pouca profundidade do lençol freático, a resina penetra no solo, contaminando-o (BRASIL 1998). O gênero *Pinus* é conhecido por produzir substâncias químicas capazes de inibir o desenvolvimento de outros vegetais (fenômeno da alelopatia), que aumenta a vantagem na competição com outras plantas nativas.

A manta orgânica de acículas sobre o solo (serrapilheira, de lenta decomposição que dificulta a germinação de espécies nativas) e o sombreamento são também características que fazem o *Pinus* demandar manejos especiais. Os indivíduos se desenvolvem rapidamente e retiram a luminosidade necessária ao crescimento de outras plantas, ganhando espaço no mesmo nicho ecológico, substituindo a vegetação nativa por dominância. Geralmente a invasão leva outras plantas à opressão e posteriormente à morte, por falta de recursos limitantes, como luz, nutrientes e água.

Outra vantagem frente às plantas nativas é que, diferentemente dessas, a maioria das espécies de *Pinus* é resistente ao fogo, sendo comum rebrotes subsequente. Substituindo gradativamente a vegetação de pequeno porte, pode ser responsável, ainda, pela alteração do regime hídrico em ecossistemas abertos e a redução na disponibilidade de água em ambientes de baixa pluviosidade ou sazonalidade pluviométrica. A invasão está associada, ainda, a perda de áreas de campo; redução de valores cênicos para fins de ecoturismo e lazer ecológico; gastos com controle em áreas agrícolas, rodovias, ferrovias, áreas protegidas etc.; alteração da paisagem e de valores culturais associados.

Segundo a EMBRAPA FLORESTAS (2005), há poucas doenças associadas com o gênero no Brasil (as que existem atacam mais as mudas do que as árvores) e a maioria dos *Pinus* não possui um número elevado de inimigos naturais no país. Fora as formigas cortadeiras e os pulgões que provocam maiores danos principalmente às mudas, há apenas a vespa-da-madeira, que pode prejudicar seu desenvolvimento após a árvore ficar adulta e estabelecida. O mesmo é observado com problemas fitopatológicos dos *Pinus*. Entretanto, aponta que ervas consideradas daninhas (muitas vezes nativas da região ou gramíneas de pastagens, bem adaptadas às condições adversas do meio ambiente) podem se sobressair às pequenas mudas de *Pinus* recém plantadas, sendo a competição o principal dano nas plantações jovens das florestas, também denominada de mato-competição. Essa pode retardar o crescimento dos indivíduos jovens e prejudicar a produtividade por atraso no crescimento, ou mesmo a morte. Em áreas pequenas de plantações de *Pinus* as práticas de controle mais utilizadas, normalmente, são as roçadas nas entrelinhas e linhas nos dois primeiros anos. Já em reflorestamentos de grandes áreas, como no litoral norte gaúcho, o controle químico é o mais empregado, gerando o risco iminente de contaminação, frente ao plantio, geralmente, adjacente a corpos hídricos. Citando apenas, sem entrar no mérito dos possíveis efeitos de uma contaminação, os herbicidas registrados no Ministério da Agricultura para uso na cultura do *Pinus* no Brasil incluem atrazina, etefom, fluazifope P-butílico, glifosato, glifosato-sal de potássio, imazapir, isoxaflutol, orizalina, oxifluorfem, simazina, sulfosato e trifluralina

As características de disseminação da semente, a dormência, a alelopatia, o número reduzido de inimigos naturais, o rápido crescimento, entre outros, fazem do *P. elliotii* uma espécie altamente competitiva, sendo muitas vezes pioneira em áreas degradadas e colonizadoras. O que é vantajoso para a silvicultura e para a produtividade florestal, contudo, praticamente é uma condenação para plantas nativas, cultivos agrícolas e para a saúde pública geral. Por essas razões, a necessidade do bom entendimento dessas características pela manutenção da biodiversidade e proteção dos ecossistemas é fundamental.

Medidas de prevenção/contenção

Para o manejo de infestações de *Pinus*, como o registrado na APP do remanescente histórico denominado Parque Náutico, em Capão da Canoa, a Embrapa Florestas recomenda iniciar pela supressão dos indivíduos jovens, evitando que se desenvolvam e produzam sementes. Por fim, os espécimes adultos igualmente devem ser eliminados através do corte na base do tronco. Conforme a Empresa, o anelamento funciona, porém com baixa eficiência, e o perecimento pode levar até dois anos. A imposição de barreiras físicas como quebra ventos e corredores ecológicos com espécies não invasivas também são medidas preventivas, se corretamente instaladas nas zonas de borda dos reflorestamentos de *Pinus*. Recomenda-se, também, que esses plantios se deem em áreas onde o potencial de dispersão de sementes pelo vento seja menor, evitando áreas altas e proximidade de cursos de água, e que não seja feito uso ornamental, nem para quebra-vento ou arborização ao longo de estradas e ruas. É indispensável a implantação de um controle periódico de plântulas fora dos plantios. O monitoramento das áreas já invadidas, em processo de controle e áreas vizinhas a reflorestamentos deve ser realizado permanentemente, impedindo a instalação e o alastramento das plantas jovens, diminuindo o banco de sementes da espécie no solo.

As medidas de manejo e de prevenção da disseminação dos *Pinus* são deveres tanto do governo, das instituições de pesquisa e de educação, como dos produtores e indústrias que se utilizam da madeira e seus derivados. Todos devem estar cientes de seu papel na promoção da sustentabilidade da região. Segundo BRACK (2006), as rodovias RS 389 e BR 101 (adjacentes à margem leste e oeste da lagoa dos Quadros, respectivamente), devem ter diretrizes e leis urbanísticas severas contra ocupações irregulares. Devem ser estimuladas as atividades compatíveis com a conservação, com ênfase ao ecoturismo, à agroecologia e à restauração, por meio da produção massiva de mudas de diversas espécies nativas e da recuperação do Banco de Germoplasma da Mata Atlântica, na estação Experimental da FEPAGRO, em Maquiné.

3.3 POTENCIALIDADES E TENDÊNCIAS DE DESENVOLVIMENTO

O Litoral Norte possui localização estratégica no Estado do Rio Grande do Sul e na Região Sul, frente à proximidade com a região metropolitana de Porto Alegre e à conexão com importantes rodovias federais e estaduais. Nesse contexto, STROHAECKER (2007) aponta o município de Capão da Canoa como um dos principais polos de centralidade urbana, sujeito a maior pressão antrópica e possibilidades de ocorrência de problemas ambientais.

A DECLARAÇÃO DA CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE HUMANO (1971) destaca que nossa capacidade de transformar o mundo deve ser usada de maneira que todos os povos possam usufruir dos benefícios do desenvolvimento e da qualidade da vida, caso contrário, pode causar danos incalculáveis aos seres humanos e ao meio ambiente. Exemplificando, cita os perigosos índices de poluição na água, no ar, na terra e nos seres vivos; distúrbios grandes e indesejáveis no equilíbrio ecológico da Biosfera; destruição e exaustão de recursos insubstituíveis; e enormes deficiências, prejudiciais à saúde física, mental e social do homem, no meio ambiente alterado por ele. A popularmente conhecida Conferência de Estocolmo institui como um dos seus princípios o dever de preservarmos os recursos naturais da Terra, incluídos o ar, a água, o solo, a flora e a fauna e, especialmente, parcelas representativas dos ecossistemas naturais, pois desempenham funções ambientais indispensáveis, amparando as gerações atuais e das quais dependem as futuras. Para salvaguardar e fazer justiça à biodiversidade, recursos ambientais e à saúde humana, são indispensáveis planejamento, investimentos e administração eficiente e ilibada.

De acordo com as Diretrizes Ambientais para o Desenvolvimento dos Municípios do Litoral Norte (SEMA, 2000) - resultado de mais de uma década de estudos técnicos e debates públicos sobre o Gerenciamento Costeiro no Litoral Norte do Rio Grande do Sul - as potencialidades e atividades a serem estimuladas na região incluem a agropecuária ecológica; o florestamento com espécies nativas; pesca; artesanato; criação de animais nativos; cultivo de ervas medicinais; conservação natural; exploração dos valores paisagísticos; repovoamento das lagoas com espécies nativas; atividades educacionais e de pesquisa científica; aquacultura com espécies nativas; lazer, recreação, ecoturismo e turismo. Dentre outras, as diretrizes salientam, ainda, que para se implementar o

ecoturismo, são necessárias a criação de comitês regionais e conselhos municipais de ecoturismo; capacitação para empreendedores, realização de cursos para guias e condutores de turismo, professores da rede pública e para outros segmentos da comunidade; além da produção de materiais de divulgação e educação ambiental. STROHAECKER (2007) defende, contudo que, apesar de o turismo ser considerado pela maioria dos "atores sociais" como o elemento desencadeador de desenvolvimento regional, o foco deva ser a "sustentabilidade ambiental", fomentando a construção de uma identidade regional que abranja todos os setores da sociedade e dos diferentes perfis socioeconômicos dos municípios. Afirma que é um dos instrumentos para a viabilidade do desenvolvimento regional, mas não o único, nem o principal e sustenta que o melhor seria investir nos recursos naturais e humanos regionais, visando à sustentabilidade, autoestima da população e, indiretamente, atraindo empreendimentos, instituições e grupos distintos. A sustentabilidade ambiental agrega valor ao Litoral Norte, que capta recursos diversos, em função do seu diversificado povoamento e contexto regional.

A DECLARAÇÃO DE ESTOCOLMO (1971) confirma serem amplas as perspectivas para a melhoria da qualidade ambiental e das condições de vida e salienta a necessidade de entusiasmo, acompanhado de "calma mental" e trabalho intenso, porém ordenado, mediante o conhecimento, para o florescimento de um mundo melhor. Para um ordenamento mais racional dos recursos, defende que os Estados devem adotar um enfoque integrado e coordenado da planificação de seu desenvolvimento, de modo a assegurar a compatibilidade com a necessidade de proteger e melhorar o meio ambiente humano, em benefício de sua população.

O ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO (FEPAM 2000) impõe as metas para o litoral norte gaúcho de manutenção das características dos ecossistemas, garantindo a preservação da sua dinâmica natural e da paisagem característica; proteção de remanescentes de vegetação nativa; recuperação de áreas degradadas; controle da ocupação urbana e das atividades agropecuárias, adequando-as às restrições ambientais; manutenção dos banhados significativos para conservação dos corredores biológicos e do nível do lençol freático; manutenção da hidrodinâmica natural e do balanço de sedimentos; e o estímulo da educação ambiental e da pesquisa científica.

4. DISCUSSÃO

Ao invés de uma legislação ambiental unificada, o Brasil possui um complexo sistema legal, compartilhado entre a competência da Federação, dos estados e dos municípios. Somada a isso, a atuação dos órgãos fiscalizadores (seja pela omissão, corrupção ou falta de recursos humanos) compõe o quadro crítico da ineficiência, agravado pela morosidade da ação do Poder Público nos atos administrativos, equívocos ou corrupção em Licenciamentos Ambientais, a exemplo da "Operação Ouro Verde" deflagrada pela Promotoria de Justiça Especializada Criminal da Capital, com o apoio do 1º Batalhão de Policiamento Ambiental. A obstrução do acesso da comunidade à APP da lagoa dos Quadros, a exemplo, fere a Constituição Federal e se depara com o descaso do Poder Público, que deve ser provocado pela participação popular, mediante o fim da passividade descabida ou falta de conhecimento da população, que concebe APP's como espaços selecionados e reservados aos que detém poder econômico, visto que geralmente esse é o cerne da propaganda nas especulações imobiliária. Assim, também, cessará indiferença da classe quanto aos direitos dos cidadãos sobre os bens de uso coletivo.

O desaparecimento da floresta, um importante patrimônio natural, traz a perda de identidade cultural, conhecimentos, costumes e manifestações das comunidades locais, como pescadores, indígenas e agricultores (BRASIL 1998). Aproximadamente 1500 pescadores artesanais e suas famílias vivem da pesca no Litoral Norte (filhos de Açorianos, Índios e Negros, principalmente). Caracterizam-se pela alta vulnerabilidade econômica social, em função do mau e/ou do alijamento dos recursos naturais. Para o provimento de dignidade e qualidade de vida para esse segmento, são indispensáveis, além do ordenamento marítimo e da instalação do processo de revisão da Instrução Normativa (IN) 17/2004, que ordena a pesca na Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí, o acesso pleno aos recursos pesqueiros, integrado à implantação de programas estruturantes e fiscalização. A piscicultura desordenada e a pesca exploratória, junto aos impactos advindos das poluições químicas e biológicas, causam grande impacto na fauna pesqueira, comprometendo, principalmente, a pesca artesanal de subsistência e a possibilidade da geração de emprego e renda. Para a manutenção da salubridade

hídrica é primordial que se faça a recuperação das APP's, o planejamento e o controle da ocupação urbana.

A manutenção da qualidade ambiental e o desenvolvimento socioeconômico de toda a região dependem do cumprimento das macrodiretrizes estabelecidas no Zoneamento Ecológico Econômico, mediante ações estratégicas e integradas, se valendo do sistema instituído. O ZEE (2000) destaca a importância da preservação da dinâmica natural e da paisagem característica do litoral norte, através do controle a ocupação urbana; restrições de uso; manutenção e implementação de Corredores Ecológicos, especialmente de espécies endêmicas; não ocupação de áreas inundáveis a partir da cota média de cheia dos corpos hídricos, estabelecendo uma faixa de transição de no mínimo 150 m, onde será proibido o florestamento com espécies exóticas e somente será admitida ocupação sem características urbanas, permitindo o uso do lazer e do turismo. A Fundação reconhece que isso apenas será possível se a preocupação for incorporada ao cotidiano dos municípios, através das prefeituras, câmaras e comunidades, especialmente na condução e aprovação dos Planos Diretores, que devem seguir os Princípios da Administração Pública. Para STROHAECKER (2007), a densificação excessiva dos espaços urbanos só poderá ser restringida com a atuação e fiscalização dos órgãos ambientais e da sociedade civil organizada, quando da discussão de novos Planos Diretores, além de Leis de Parcelamento de Solo e demais determinações legais atinentes às atividades especialmente desenvolvidas em Áreas de Preservação Permanente e de Usos Especiais.

O Plano Diretor é o instrumento efetivo do desenvolvimento urbano e da preservação ambiental. Pode e até deve ser mais restritivo que as leis maiores, visto a proveniência dos poderes locais, que podem avaliar *in loco os* pormenores da "urbanização X preservação", devendo primar pelo cuidado indispensável para com as APP's e AUE's nos territórios, para a salutar subsistência de recursos vitais, como a água e o solo. Além desse, destacam-se como instrumentos que os municípios dispõem para promover o desenvolvimento urbano e regular do uso e ocupação do solo, o parcelamento; zoneamento ambiental; incentivos fiscais e financeiros; imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana (IPTU); desapropriações; tombamentos; criação de Unidades de Conservação (UC's); instituição de Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) e regularização fundiária (BRASIL 2001).

É dever dos sistemas político, econômico, educacional e social despertarem e promoverem o conhecimento concernente às riquezas atreladas ao contexto geográfico e formação peculiar do litoral norte do Estado, especialmente ao corpo hídrico em questão. A bela lagoa dos Quadros cerca-se de ecossistemas ricos e frágeis, como Áreas úmidas novas e antigas, Banhados, Campos e Mata Atlântica, sofre influência, ainda, das Dunas, Balneários e do Oceano. Faz o abastecimento público dos municípios de Xangri-lá e Capão da Canoa; provém a rizicultura irrigada e a agropecuária de municípios adjacentes e sofre com a pressão urbana exacerbada, desordenada e veloz. Essas atividades devem gerar preocupação coletiva e nova postura imediata da sociedade e dos governantes locais, pois além de estarem intrinsecamente associadas à manutenção dos recursos naturais, cênicos e socioculturais, são inerentes à manutenção da biodiversidade, à saúde pública e à preservação da vida.

Agradecimentos

Ao Movimento Popular em Defesa do Parque Náutico de Capão da Canoa e da lagoa dos Quadros, instrumento de luta pela preservação, e inspiração para esse trabalho.

À orientadora, professora Dra. Clarice Bernhardt Fialho, que, confiando em mim e na minha proposta, me acolheu pronta e carinhosamente. A sua vivacidade, precisão e estímulo.

A todos os professores que, cada qual de um jeito, inspirou e deu embasamento ao aqui pretendido.

À família, porque sempre me apoiou, em especial ao amado esposo Paulo, que em incontáveis momentos testemunhou discursos apaixonados, hesitantes ou inflamados acerca dessa que foi apresentada. Saciou dúvidas, aliviou medos, acalentou o sonho, foi complacente, fez-me perseverar.

Aos compreensivos amigos, que muitas vezes foram privados do convívio, mas não se furtaram do incentivo e encorajamento.

Aos colegas de curso, cúmplices do esforço, dedicação e amor pela Biologia.

À *World Wide Web*, rede de alcance mundial, que, quando precisamente inquirida, configura-se valiosa e fidedigna fonte de pesquisa, e instrumento de interação.

Referências Bibliográficas

ABNT. 1987. Resíduos Sólidos: classificação. NBR 10.004. Rio de Janeiro, 1987. 63p. Disponível na World Wide Web em: <http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf> [19/7/2011].

Arthus-Bertrand, I. 2009. *Home*. [filme. 90 min.]. Produção: Denis Carot e Luc Besson. Europa Corp - Elzevir Filmes. França. Disponível na World Wide Web em: <http://www.youtube.com/watch?v=jqxENMKaeCU> [29/4/2011].

Bergmann, C.P.; M.C.D. Mansur; D. Pereira; P.E.A. Bergonci; C.P. dos Santos; T. Basegio; J. Vicenzi & S.C.A. Santos. 2010. Avaliação de materiais e revestimentos para o controle de incrustações do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). Revista Biotemas, 23(2). Disponível na World Wide Web em: <http://www.biotemas.ufsc.br/volumes/pdf/volume232/87a100Final.pdf> [12/4/2012].

Boltovskoy, D. & D.H. Cataldo. 1999. *Population Dynamics of Limnoperna fortunei, an Invasive Fouling Mollusc, in the Lower Parana River (Argentina)*. *Biofouling*, 14 (3): 255-263. Disponível na World Wide Web em: <http://www.mendeley.com/research/population-dynamics-of-limnopenvna-fortunei-an-invasive-fouling-mollusc-in-the-lower-paran-river-argentina/> [19/5/12].

Brack, P. 2006. Vegetação e Paisagem do Litoral Norte do Rio Grande do Sul: patrimônio desconhecido e ameaçado. *In: Encontro Socioambiental do Litoral Norte II*. Imbé. Resumos CECLIMAR/UFRGS. P. 46-71. Disponível na World Wide Web em: <http://www.inga.org.br/wordpress/wp-content/uploads/ameacas-a-vegetacao-e-a-paisagem-natural-do-litoral-norte-ii-esaln.pdf> [02/5/2011].

Brack, P. 2009. Características Gerais Fitogeográficas e dos Tipos de Vegetação do Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Versão incompleta.

Brasil. Lei n.º 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Lei de Crimes Ambientais - dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Brasília. D.O.U.13/02/1965. Disponível na World Wide Web em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm [02/5/2011].

Brasil. Lei n.º 7661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Brasília. D.O.U. 18/5/1998. Disponível na World Wide Web: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7661.htm [12/4/2012].

Brasil. Decreto n.º 5.300, de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº 7.661/88, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC - dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima. Disponível na World Wide Web: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/decreto/D5300.htm [12/4/2012].

Brasil. Lei n.º 9985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. D.O.U. 19/7/2000. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm [13/4/2012].

Brasil. Decreto Lei n.º 4.340, de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei n.º 9.985/00, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. D.O.U. 23/8/2002. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm [13/4/2012].

Brasil. 2007. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira - MMA/PROBIO. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília. p.: il. Color.; 29 cm. (Série Biodiversidade, 3). Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/arquivos/biodiversidade31.pdf> [15/4/2011].

Brasil. Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília. D.O.U. 18/3/2005. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> [10/4/2012].

Brasil. 1998. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul - Situação atual, ações e perspectivas. Caderno n.º 11. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, SEMA/SP-CETESP. São Paulo. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_11.pdf [15/4/2011].

Brasil. Lei n.º 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. D.O.U 26/12/2006. Brasília. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm [15/4/2011].

Brasil. Decreto Federal n.º 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta os dispositivos da Lei n.º 11.428. D.O.U 26/12/2006. Brasília. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm [29/5/2012].

Brasil. 2010. Dados do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica. Instituto Nacional de Pesquisas Especiais - INPE/MCT. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=2199 [29/5/2012].

Brasil. Lei n.º 4771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal Brasileiro. Brasília. D.O.U. 15/9/1965. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm [15/4/2011].

Brasil. Resolução CONAMA n.º 303/02. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília, DF, D.O.U. 13/5/2002. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html> [04/04/2012].

Brasil. Resolução CONAMA n.º 369/06. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente. D.O.U. 29/3/2006. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489> [04/4/2012].

Brasil. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília. D.O.U. 03/8/10. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm [19/7/2011].

Brasil. 2000. Convenção Sobre Diversidade Biológica - Cópia do Decreto Legislativo n.º 2, de 5 de junho de 1992. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Série Biodiversidade, n.º 1. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/cdb_ptbr.pdf [19/5/12].

Burger, M.I. 2009. Distribuição dos banhados e áreas úmidas (lagoas, lagoas, campos, savanas e florestas inundadas) na zona costeira brasileira. Porto Alegre. MCN - FZB-RS. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round7/round7/guias_r7/sismica_r7/refere/Banhados.pdf [15/4/2011].

Campani, F.; D.C. Campani; G. Lessa & S.S. Din. 2009. Estudo Ambiental do Parque Náutico de Capão da Canoa. Agroambiental – PMCC. Disponível na *World Wide Web* em: <https://docs.google.com/file/d/0BxQnLjNWJnIPYjBIZjU3MWMtOWMzMS00NWQ3LTlkYzMtZjc2ZTc0M2Y1ZWY1/edit?hl=en&pli=1> [05/4/2009].

Capão da Canoa. Lei n.º 003, de 16 de outubro de 2004. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental. Secretaria de Administração - PMCC. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.capa.cpweb0028.servidorwebfacil.com/documentosdiversos/plano_diretor/leicomplementar_32004.pdf [04/4/2012].

Capítoli, R.R.; L.A. Colling & C.E. Benvenuti. 2008. Cenários de distribuição do mexilhão-dourado *Limnoperna fortunei* (Molusca-Bivalvia) sob distintas condições de salinidade no Complexo Lagunar Patos-Mirim, RS-Brasil. Laboratório de Ecologia de Invertebrados Bentônicos, Departamento de Oceanografia – FURG. Rio Grande. Atlântica. 30(1): 35-44. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.lei.furg.br/atlantica/vol30/Numero1/ATL006.PDF> [12/4/12].

Cardoso; S.M.T & M.C.P. Neves. 1992. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. P. 297-318. Ciência das plantas daninhas. Fundamentos. V.1. R. Deuber. UNESP. 431 p.

Cataldo, D. & I.E. Draco. 2000. *Distribucion de Limnoperna fortunei (Dunker, 1857) (Mytilidae), em la Cuenca Del Plata. Region Neotropical. Medio Ambiente - Ambientes Acuaticos. 12 (2): 75 – 79. La Plata. Argentina.* Disponível na *World Wide Web* em:

<http://www.mendeley.com/research/disribucin-limnoperna-fortunei-dunker-1857-mytilidae-en-la-cuenca-del-plata-regin-neotropical/> [12/4/12].

Cortella, M.S. 2008. Você sabe com quem está falando? [trecho palestra-vídeo. 10 min.]. Brasília. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.youtube.com/watch?v=P3NpHryB-fQ> [04/4/2012].

Cotrim, D.; F.M. Costa; D. Dietz; M. Kollet; A.L. Spinelli; P. Francisco & J.A. Pinto. 2005. Construção de Portarias de Pesca na Bacia Hidrográfica do rio Tramandaí, através de metodologias participativas. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/1161519621Construcao_de_portarias_de_pesca_utilizando_metodologias_participativas.pdf [30/5/2012].

CPRM. 2007. Serviço Geológico do Brasil – Fl. Gravataí- SH.22-X-C-V. Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/rel_gravatai.pdf [13/4/2012].

Darrigran, G. & G. Pastorino. 1995. *The temporal and spatial distribution of Limnoperna fortunei in the Argentine littoral of the Río de la Plata is reported. The Veliger*. 8 (2): 171-175. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.mendeley.com/research/the-recent-introduction-of-a-freshwater-asiatic-bivalve-limnoperna-fortunei-mytilidae-into-south-america/#> [11/5/12].

Darrigran, G.; S.M. Martin; B. Gullo & L. Armendariz. 1998. *Macroinvertebrates associated with Limnoperna fortunei (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in Rio de la Plata, Argentina. Hydrobiologia*, 367: 223-230. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.mendeley.com/research/macroinvertebrates-associated-with-limnoperna-fortunei-dunker-1857-bivalvia-mytilidae-in-ro-de-la-plata-argentina/> [11/5/12].

Darrigran, G. 2000. *Invasive freshwater bivalves of the Neotropical Region. Dreissena, New York*, 11 (2): 7-13. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.mendeley.com/research/invasive-freshwater-bivalves-of-the-neotropical-region/> [11/5/12].

Darrigran, G. 2002. *Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. Biological Invasions*, 4: 145-156. Disponível na *World Wide Web* em: http://issg.org/database/species/reference_files/limfor/bivalveimpacts.pdf [11/5/12].

Darrigran, G. & M.C. Damborenea. 2005. *A bioinvasion history in South America. Limnoperna fortunei (Dunker, 1857), the golden mussel. American Malacological Bulletin*. 20:105 Disponível na *World Wide Web* em: http://www.malacologia.com.ar/MALACOLOGIA/PDF/Darrigran_Damborenea_2005.pdf [11/5/12].

EMBRAPA. 2005. Sistemas de produção: cultivo do *Pinus*. ISSN 1678-8281. Versão Eletrônica Disponível na *World Wide Web* em:

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivodoPinus/index.htm> [11/5/12].

FAO. 2011. Escassez e degradação dos solos e da água ameaçam segurança alimentar. Brasil. Disponível na *World Wide Web* em: <https://www.fao.org.br/edsaasa.asp> [04/4/2012].

FEE. 2012. Capão da Canoa. Fundação de Economia e Estatística. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/resumo/pg_municipios_detalhe.php?municipio=Cap%E3o+da+Canoa [19/7/2011].

FEPAM. 2000. Diretrizes Ambientais para o Desenvolvimento dos Municípios do Litoral Norte e Proposta de Enquadramento dos Recursos Hídricos – ZEE/SEMA. Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental – n.º 1. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.fepam.rs.gov.br/programas/zee/> [04/4/2012].

Foenkel, E. 2008. O Conceito de Espécies Invasivas ou Invasoras em Relação aos *Pinus*. Mini-artigo técnico. *Pinnus Letter*. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_04.html [11/5/12].

Gazulha, V. 2010. O mexilhão-dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) na presença de Cianobactérias: taxas de filtração, comportamento alimentar e sobrevivência, p.104. Tese de Doutorado - PPG em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – UFRGS. Porto Alegre. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32379/000769784.pdf?sequence=1> [11/5/12].

Galeano, E. 1971. As Veias Abertas da América Latina. [livro] trad. de Freitas, G. do original: *Las venas abiertas de America Latina*. Paz e Terra. Rio de Janeiro. Disponível na *World Wide Web* em: [http://copyfight.noblogs.org/gallery/5220/Veias_Abertas_da_America_Latina\(EduardoGaleano\).pdf](http://copyfight.noblogs.org/gallery/5220/Veias_Abertas_da_America_Latina(EduardoGaleano).pdf) [10/4/2012].

Guadagnin, D.L. 1999. Diagnóstico da situação e ações prioritárias para a conservação da zona costeira da Região Sul - RS e Santa Catarina. Rel. Téc. PRONABIO/PROBIO. Fundação Bio-Rio. Porto Alegre. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.anp.gov.br/brnd/round5/round5/guias/sismica/refere/RegiaoSul.pdf> [10/4/2012].

Guadagnin, D.L. & F.G. Becker. 2002. Conservação da biodiversidade no entorno do sistema lagunar-estuarino Tramandaí-Armazém. Porto Alegre. FEPAM. Relatório Final do Termo de referência N.º 072 do PNMA II. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.fepam.rs.gov.br/PROGRAMAS/GERCO_NORTE.ASP [15/4/2011].

Haase, J.; M.H. Stringuini; M.L.B.C. Silva; M.L.K. Rodrigues & S.M.V. Koch. 2003. VI 049 – Qualidade das águas superficiais do litoral norte e médio do Rio Grande do Sul. 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira

de Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/arq/VI_049-QAS_LN_LM_RS.pdf [29/5/2012].

Harrison, R.L. 1992. *Toward a theory of inter-refuge corridor design. Conservation Biology*, 6: 293-295. Disponível na *World Wide Web* em: <http://ebookbrowse.com/harrison-rl-1992-toward-a-theory-of-inter-refuge-corridor-design-cons-biol-6-293-295-pdf-d115699964> [28/5/12].

Herrmann, H. & L.A. Silva. 2008. O Uso e a Ocupação do Solo em Área de Preservação Permanente. UNIARA. São Paulo. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT8-1022-962-20080501012904.pdf> [11/5/12].

Hochberg, M.E. & J.G. Nicholas. 2005. *An Invasions Special Issue. Trends in Ecology & Evolution*. Vol. 20, n.º5, p. 211. Disponível na *World Wide Web* em: <http://mike.hochberg.free.fr/TREE2005.pdf> [19/5/12].

Hórus, I.D.C.A. 2011. Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras, I3N. Florianópolis-SC/BR. Disponível na *World Wide Web* em: <http://i3n.institutohorus.org.br> [19/5/12].

IBAMA. 2006. Espécies Exóticas Invasoras: Situação Brasileira. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas – MMA. Brasília. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.apoema.com.br/Esp%C3%A9cies%20Invasoras%20do%20Brasil.pdf> [11/4/11].

IBGE. 2012. Cidades: Capão da Canoa. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> [19/7/2011].

IEAPM. 2011. Mexilhão Dourado - Instituto de Estudo do Mar Almirante Paulo Moreira. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.ieapm.mar.mil.br/pesquisa/oceanografia/mexilhaodourado.htm> [12/4/12].

Irgang, B.E.O. 1999. Comunidades de macrófitas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul-Brasil: um sistema de classificação. Tese de Doutorado em Botânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

IUCN. 2011. *Red List of Threatened Species. Version 2011.2*. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.iucnredlist.org/> [04/5/12].

Justus, J.O.; M.L.A. Machado, & S.M.S. Franco, 1986. Geomorfologia. In: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. FOLHA SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 796 p. Levantamento de Recursos Naturais, v.33, p. 309-400.

LEMOS, C. A. Qualidade da água de uma bacia hidrográfica inserida na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia. 98 pp. Instituto de Biociências, UFRGS. Porto Alegre. 2003. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4051/000396386.pdf?sequence=1>. [14/5/12].

Lodge, D.M. 1993. *Biological invasions: Lessons for ecology*. *Journal Trends in Ecology & Evolution*. V.8 n.º 4, p.133-137. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.mendeley.com/research/invasions-lessons-ecology/> [04/5/12].

Lodge, D.M.; R.A. Stein; K.M. Brown; AP. Covich; C. Bronmark; J.E. Garvey & S.P. Klosiewski. 1998. *Predicting impact of freshwater exotic species on native biodiversity: Challenges in spatial scaling*. *Australian Journal of Ecology*, Vol.23, n.º1, pp.53-67. Disponível na *World Wide Web* em: <https://kb.osu.edu/dspace/bitstream/handle/1811/37075/20071201-AEL-SteinR-Predicting.pdf?sequence=1> [12/4/12].

MaB/UNESCO. 2004. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Conselho Nacional da RBMA. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.rbma.org.br/rbma/index_rbma.asp [13/4/2012].

Mackie, G.L. 1991. *Biology of the exotic zebra mussel Dreissena polymorpha in relation to native bivalves and its potential impacts in Lake St Clair*. *Hydrobiologia*. V.219, p. 215.

Mansur, M.C.D.; C.P. dos Santos; G. Darrigran; I. Heydrich; C.T. Callil & F. Rossoni Cardoso. 2003. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(1): 75-84. Curitiba. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752003000100009 [12/4/12].

Mansur, M.C.D. & D. Pereira. 2006. Bivalves límnicos da bacia do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil (*Bivalvia*, *Unionoidea*, *Veneroidea* e *Mytiloidea*). *Revista Brasileira de Zoologia*, 23 (4): 1123-1147. Disponível na *World Wide Web* em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/zoo/article/view/7104/5073> [12/4/12].

Milena, A. 2008. O mundo com sede: dois terços da população mundial em 2025 não terão acesso à água potável se nada for feito para evitar a escassez. *Revista Atualidades*. Disponível na *World Wide Web* em: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo_261013.shtml?func=2 [19/7/2011].

MP/RS. 2010. De ordem da Promotoria de Justiça de Capão da Canoa: condomínio Capão Ilhas Resort, Velas da Marina e proteção da lagoa dos Quadros. [*e-mail*]. Movimento Parque Náutico. Capão da Canoa.

Muller, A.C. 2002. Introdução à Ciência Ambiental. Curitiba – PUC-PR; uso didático. Págs. 67 a 73. Disponível na *World Wide Web* em: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/impactos_sobre_as_aguas/a_origem_da_poluicao_hidrica.html [19/7/2011].

Muniz, P.; J. Clemente & E. Brugnoli. 2005. *Benthic invasive pests in Uruguay: a new problem or an old one recently perceived? Baseline. Marine Pollution Bulletin*, 50: 93-118. Disponível na *World Wide Web* em: http://inbuy.fcien.edu.uy/fichas_de_especies/Muniz,C&B-2005-MPB.pdf [11/5/12].

Nabinger C.; A. Moraes & G.E. Maraschin. 2000. Campos in *Southern Brazil. In: Grassland ecophysiology and grazing ecology. Publishing Wallingford*, pp. 355-376.

Oliveira, M.D.; L.A. Pellegrin; R.R. Barreto; C.L. Santos & I.G. Xavier. 2004. Área de Ocorrência do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*) na Bacia do Alto Paraguai, entre os anos de 1998 e 2004. ISSN 1517-1973. EMBRAPA – Pantanal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Corumbá. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC64.pdf> [29/4/2012].

ONU. 1972. Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano. Estocolmo. Disponível na *World Wide Web* em: http://vitaecivilis.org/vc20anos/anexos/Declaracao_Estocolmo_1972.pdf [04/4/2012].

ONU. 2012. O Estado de terras do mundo e Recursos Hídricos para a Alimentação e a Agricultura – SOLAW. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.fao.org/nr/solaw/en/> [19/7/2011].

Pastorino, G. 1993. *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) (Mytilidae), *nuevo bivalvo invasor em águas del Rio de La Plata*. Neotropica. 39: 101-102. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.mendeley.com/research/limnoperna-fortunei-dunker-1857-mytilidae-nuevo-bivalvo-invasor-en-aguas-del-rio-la-plata-2/#> [29/4/2012].

Pereira, D.; M.C.D. Mansur; C.V. Ribeiro; M.D. de Oliveira; C.P. dos Santos & P.E.A. Bergonci. 2010 Colonização de substrato artificial por macroinvertebrados límnicos, no delta do rio Jacuí (RS, Brasil). *Revista Biotemas*, 23(1). Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.biotemas.ufsc.br/volumes/pdf/volume231/101a110.pdf> [12/4/2012].

Perotto, M. A. 2007. A influência da legislação ambiental no uso e conservação da bacia hidrográfica do Rio Maquiné (RS), no período de 1964 a 2004. 148 f. Dissertação de Mestrado em Geografia – Centro de Filosofia e Ciências Humanas – UFSC. Florianópolis. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.onganama.org.br/pesquisas/dissertacoes/dissertacao_marco_perotto.pdf [19/7/2011].

Pestana, D.; A. Ostrensky; M.k. Tschá & W.A. Boeger. 2010. Prospecção do molusco invasor *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) nos principais corpos hídricos do Estado do

Paraná, Brasil. Papéis Avulsos de Zoologia. Museu de Zoologia da UFSP. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.scielo.br/pdf/paz/v50n34/a01v5034.pdf> [11/5/12].

Pillar, V.D.P; S.C. Müller; Z.M.S. Castilhos & A.V.Á. Jacques. 2009. Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília. MMA - Departamento de Conservação da Biodiversidade - Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 403 p. Disponível na *World Wide Web* em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Livros/CamposSulinos.pdf> [19/7/2011].

Porta, A. 2001. *Biomarkers of contamination in coastal aquatic organisms of Rio de la Plata (Argentina)*. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 35:261-271.

PROBIO. 2006. Dez anos de atuação. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília. 156 p. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/publicacao/14_publicacao12082009054328.pdf [04/4/2012].

Rambo, B. 1950. A porta de Torres. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues*. V. 2, p. 9-20.

Ricciardi, A. 1998. *Global range expansion of the Asian mussel *Limnoperna fortunei* (Mytilidae): Another fouling threat to freshwater systems*. *Biofouling*. V.13, n.º 2, p. 97-106. Disponível na *World Wide Web* em: <http://redpath-staff.mcgill.ca/ricciardi/Ricciardi1998.pdf> [19/5/12].

Rio Grande do Sul. Lei n.º 9.519, de 21 de janeiro de 1992. Institui o Código Florestal Estadual. D.O.U 20/01/1992. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.mp.rs.gov.br/ambiente/legislacao/id606.htm> [12/4/2012].

Rio Grande do Sul. Lei n.º 10.350, de 30 de dezembro de 1994. Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos. Brasília. D.O.E. 01/01/95. Regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.mundoambiente.eng.br/legislacao/leiAmbientalRS/L10350.pdf> [10/4/2012].

Rio Grande do Sul. 2005. Plano da Bacia Hidrográfica do rio Tramandaí. Comitê da Bacia do Rio Tramandaí. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.mp.rs.gov.br/areas/paibh/arquivos/plano_bacia_hidrografica_rio_tramandai.pdf [19/7/2011].

Rio Grande do Sul. 2005. Plano da Bacia Hidrográfica do rio Tramandaí. Comitê da Bacia do Rio Tramandaí. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.mp.rs.gov.br/areas/paibh/arquivos/plano_bacia_hidrografica_rio_tramandai.pdf [19/7/2011].

Rio Grande do Sul. 2006. Programa de Gerenciamento Costeiro – FEPAM/RS. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.fepam.rs.gov.br/programas/gerco.asp> [10/4/2012].

Rio Grande do Sul. 2010. Bacia Hidrográfica do Tramandaí. Secretaria do Meio Ambiente – SEMA/RS. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=57&cod_conteudo=5866 [10/4/2012].

Sala, O. E.; F.S. Chapin III; J.J. Armesto; E. Berlow; J. Bloomfield; R. Dirzo; E. Huber-Sanwald; L.F. Huenneke; R.B. Jackson; A. Kinzig; R. Leemans; D.M. Lodge; H.A. Mooney; M. Oesterheld; N.L.R Poff; M.T. Sykes; B.H. Walker; M. Walker & D.H. Wall. 2000. *Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100*. *Science*. 287:1770-1774. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.biology.duke.edu/jackson/science00.pdf> [29/4/2012].

Schwarzbald, A. & A. Schäfer. 1984. Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Amazoniana, Manaus, 9 (1): 84-104.

Silva, J.S.V; F.C. Fernandes; R.C.C.L. Souza; K.T.S. Larsen & O.M. Danelon. 2004. Água de lastro e bioinvasão in *Água de lastro e bioinvasão*, capítulo 4, páginas 33-38. Editores Julieta Salles Vianna da Silva & Rosa Cristina Corrêa Luz de Souza. Editora Interciência.

Shimizu, J.Y. 2008. *Pinus* na silvicultura brasileira. Embrapa Florestas. Paraná. Disponível na *World Wide Web* em: http://livraria.sct.embrapa.br/liv_resumos/pdf/00083142.pdf [11/5/12].

Silva, D.P. 2006. Aspectos biológicos do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (*Bivalvia*, *Mytilidae*) (Dunker, 1857). Tese de doutorado em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.aguadelastrobrasil.org.br/arquivos/t197_0220-D.pdf [19/5/12].

Silva, J.S.V.D. & R.C.L. Souza. 2004. Água de lastro e bioinvasão. In: *Água de Lastro e Bioinvasão*. Ed. Interciências. Rio de Janeiro. *

Skorupa, L.A. 2003. Áreas de Preservação Permanente e Desenvolvimento Sustentável. EMBRAPA Jaguariúna. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Skorupa_areasIDGFIPs3p4lp.pdf [15/4/2011].

Strayer, D.L.; N.F. Caraco; J.J. Cole; S. Findlay & M.L. Pace. 1999. *Transformation of freshwater ecosystems by bivalves: a case study of zebra mussels in the Hudson River*. *BioScience*, 48(1):19-27. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.faculty.virginia.edu/pace/documents/Publications/Strayer%20et%20al.%20BioScience%201999.pdf> [11/5/12].

Strohaecker, T.M. 2007. A urbanização no Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul: contribuição para a gestão urbana ambiental do município de Capão da Canoa. Tese de Doutorado em Geociências - UFRGS. Porto Alegre. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.bibliotecadigitalufrgs.ufrgs.br> [15/4/2011].

Sylvester, F.; J. Dorado; D. Boltovskoy; Â. Juarez & D. Cataldo. 2005. *Filtration rates of the invasive pest bivalve limnoperna fortunei as a function of size temperature*. Hydrobiologia, 534: 71-80. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.mendeley.com/research/filtration-rates-invasive-pest-bivalve-limnoperna-fortunei-function-size-temperature-13/> [11/5/12].

Tomazelli, L.J. & J.A. Villwock. 2005. Mapeamento Geológico de Planícies Costeiras: o exemplo da Costa do Rio Grande do Sul (CECO-PUC/RS). Gravel. Porto Alegre. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.ufrgs.br/ceco/gravel/3/CD/docs/Gravel_3_11.pdf [13/4/2012].

Tomazelli, L.J. 1991. Geologia do sistema lagunar holocênico do Litoral Norte do RS. Pesquisas em Geociências, 18 (1): 13-24. Porto Alegre. Disponível na *World Wide Web* em: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21358/12325> [13/4/2012].

Trennepohl, N. 2009. Lançamento de esgoto sem tratamento nos cursos d'água. Neomondo. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.neomondo.org.br/index.php/artigos/384-lancamento-de-esgoto-sem-tratamento-nos-cursos-dagua> [27/5/2011].

UNEP. 2010. *The State of the Planet's Biodiversity. Millennium Ecosystem Assessment*. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.unep.org/wed/2010/english/biodiversity.asp> [04/4/2012].

UNESCO. 1971. Convenção sobre Zonas Húmidas - Ata Final da Conferência de Ramsar. Disponível na *World Wide Web* em: http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-documents-texts-convention-on-20708/main/ramsar/1-31-38%5E20708_4000_0 [11/5/12].

Uryu, Y.; K. Iwasaki & M. Hinoue. 1996. *Laboratory experiments on behavior and movement of a freshwater mussel, Limnoperna fortunei (Dunker)*. *The Journal of Molluscan Studies, London*, 62: 327-341. Disponível na *World Wide Web* em: <http://mollus.oxfordjournals.org/content/62/3/327.full.pdf+html> [07/4/2012].

Villwock, J. A. 1972. Contribuição à geologia do holoceno da província costeira do Rio Grande do Sul – Brasil. Porto Alegre, UFRGS. 133 p. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível na *World Wide Web* em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/1482>. [10/4/2012].

Von sperling, M. 1996. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. Belo Horizonte.

Wourms, J.P. 1972. *The developmental Biology of annual fishes III. Pre-embryonic and embryonic diapause variable duration in the eggs of annual fishes*. *Journal of Experimental Zoology*, Hoboken, 182: 389-414.

Welker, M. & N. Walz. 1998. *Can mussels control the plankton in rivers? - a planktological approach applying a Lagrangian sampling strategy*. *Limnology and*

Oceanography, 43(5): 753-762. Disponível na *World Wide Web* em:
http://www.aslo.org/lo/toc/vol_43/issue_5/0753.pdf [11/5/12].

WWF. 2012. *Living Planet Report*. P. 08. Suíça. Disponível na *World Wide Web* em:
http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/lpr_2012.pdf [16/5/2012].