

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS NA LAGOA NEGRA, VIAMÃO/RS:
ENFOQUE NA QUALIDADE DA ÁGUA.**

MICHELLE ROSA DE AGUIAR

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. NINA SIMONE V. M. FUJIMOTO

PORTO ALEGRE, ABRIL DE 2008.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS NA LAGOA NEGRA, VIAMÃO/RS:
ENFOQUE NA QUALIDADE DA ÁGUA.**

MICHELLE ROSA DE AGUIAR

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. NINA SIMONE V. M. FUJIMOTO

BANCA EXAMINADORA: Prof^a. Dr^a. Dejanira Saldanha - UFRGS

Prof. Dr. Luís Alberto Basso - UFRGS

Prof^a. Dr^a. Teresinha Guerra - UFRGS

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Geografia como
requisito para obtenção do Título de Mestre em
Geografia.**

PORTO ALEGRE, ABRIL DE 2008.

Aguiar, Michelle Rosa de

Análise das alterações ambientais na lagoa negra, Viamão/RS: enfoque na qualidade da água / Michelle Rosa de Aguiar - Porto Alegre : UFRGS/PPGEA, 2008.

[101 f.] il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS - BR, 2008.

1. Geografia. 2. Lagoa Negra. 3. Parque Estadual de Itapuã. 4. Alterações Ambientais. 5. Qualidade da Água. 6. Zona de Amortecimento. I. Título.

Catálogo na Publicação
Biblioteca Geociências - UFRGS
Renata Cristina Grun CRB10/1113

AGRADECIMENTOS

Acho extremamente importante agradecer as pessoas e, também, as instituições que tiveram fundamental participação, direta ou indiretamente, na realização deste trabalho.

Começo agradecendo à minha orientadora, Nina Simone, pela possibilidade de mais um trabalho que realizamos em conjunto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRGS, pela qualidade de seus professores.

Ao sr. Jairo Schwantz, guarda-parque do Parque Estadual de Itapuã, o qual acompanhou os trabalhos de campo com total disposição e simpatia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo recebimento da bolsa-auxílio no transcorrer do curso.

Às professoras Dejanira Saldanha e Teresinha Guerra e, também, ao professor Luís Alberto Basso por aceitarem participar na Defesa de Dissertação como componentes da banca examinadora.

Ao Oitavo Distrito Meteorológico de Porto Alegre (8º DISME) por ceder dados que auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Rogério Euzébio, pela importantíssima função de motorista desempenhada durante os trabalhos de campo.

Ao meu amigo Alfonso Koch Neto, pela ajuda em mais um trabalho.

E, finalmente, um agradecimento especial às duas pessoas que mais amo: à minha mãe, Adelina, e ao meu namorado, Elton.

RESUMO

A pesquisa aqui apresentada objetivou desenvolver uma análise das alterações ambientais da lagoa Negra, focalizando a qualidade da água. A lagoa Negra está situada no Parque Estadual de Itapuã, Município de Viamão, Estado do Rio Grande do Sul/Brasil. Para alcançar o objetivo geral deste estudo, estabeleceu-se três objetivos específicos, quais sejam: caracterizar a formação e dinâmica natural da lagoa Negra no âmbito regional; caracterizar a evolução da cobertura vegetal e do uso do solo no entorno desta lagoa; analisar as águas da lagoa Negra a partir de parâmetros físico-químicos de qualidade. A análise da formação e da dinâmica natural evidenciou que a lagoa Negra tem sua gênese relacionada à formação da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, caracterizando-se como um ambiente lacustre distrófico e por isso com tendência, ainda que remota, a se transformar em uma grande turfeira. No entanto, a caracterização da cobertura vegetal e do uso do solo nas áreas circundantes a lagoa Negra evidenciou que as atividades econômicas, relacionadas à agricultura, estão interferindo no processo natural de evolução da área em estudo. Para inferir sobre tais interferências, a água da lagoa Negra foi analisada a partir dos seguintes parâmetros físico-químicos de qualidade: condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, nitrato, oxigênio dissolvido (OD), potencial de hidrogênio (pH), sólidos dissolvidos totais (SDT), sólidos suspensos totais (SST) e turbidez. A coleta de água, para análise laboratorial, foi feita em dois pontos: Ponto 01 e Ponto 02. A partir da análise dos parâmetros físico-químicos da água da lagoa Negra, percebeu-se que alguns destes aumentaram seus valores significativamente na Terceira Campanha Amostral, como é o caso do fósforo total e do nitrato. Cabe ressaltar que este ocorrido foi verificado apenas no Ponto 02, ou seja, no ponto da lagoa Negra mais próximo às áreas de lavoura do arroz. Nesse sentido, a proposta de trabalho adverte sobre a necessidade de implantação de uma zona de amortecimento para o Parque Estadual de Itapuã, de forma a garantir uma maior proteção à lagoa Negra, já que esta é praticamente o limite físico entre o parque e as áreas destinadas ao cultivo do arroz.

Palavras - chave: Lagoa Negra - Parque Estadual de Itapuã - Alterações Ambientais - Qualidade da Água - Zona de Amortecimento

ABSTRACT

The research presented here aimed to develop an analysis of changes in the environment of the Black Lagoon, focusing on water quality. The Black Lagoon is located in the Itapuã State Park, City of Viamão, state of Rio Grande do Sul / Brazil. To achieve the overall objective of this study, it was established three specific objectives: characterize the natural dynamics of the Black Lagoon at the regional area; characterize the evolution of plant cover and the use of soil around the lagoon; analyse the Black's Lagoon water from physical and chemical parameters of quality. The analysis of training and the natural dynamics showed that the Black Lagoon has its genesis related to the formation of the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, characterizing itself as a dystrophic lake environment and so on trend, though remote, to become a large bog. However, the characterization of plant cover and of land use in areas surrounding the Black Lagoon showed that the economic activities, related to agriculture, are interfering with the natural process of evolution of the area under study. To infer about such interference, the Black's Lagoon water was analyzed from the following physical and chemical parameters of quality: electrical conductivity, biochemical oxygen demand (BOD), total phosphorus, nitrate, dissolved oxygen (DO), potential of hydrogen (pH), total dissolved solids (SDT), total suspended solids (TSS) and turbidity. The water collection for laboratory analysis was done on two points: Point 01 and Point 02. From the analysis of physical and chemical parameters of water in the Black Lagoon, it is understood that some of its values increased significantly in the Third Sample Campaign, such as the total phosphorus and nitrate. It is noteworthy that this occurrence was found only in Point 02, that is the closest point of the Black Lagoon to the areas of rice farming. Accordingly, the proposed work warns about the need for deployment of an area of damping to the Itapuã State Park to ensure greater protection to the Black Lagoon, as this is virtually the physical limit between the park and areas for the cultivation of rice.

Keywords: Black Lagoon – Itapuã State Park - Environmental Changes - Water Quality - Zone of Damping

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Propriedade Particular ao Norte da Lagoa Negra.....	11
FIGURA 2 - Localização da Lagoa Negra.....	14
FIGURA 3 - Foto da Lagoa Negra	15
FIGURA 4 - Taipa Artificial Obstruindo Parcialmente o Exutório da Lagoa Negra.....	20
FIGURA 5 - Mapa da Evolução Morfológica da Lagoa Negra	21
FIGURA 6 - Gráficos de Precipitação, Município de Porto Alegre, das Décadas de 1950, 1970, 1990 e 2000.	22
FIGURA 7 - Plano Geral de Ordenamento do Parque Estadual de Itapuã	26
FIGURA 8 - Proposta de Zona de Amortecimento e Corredores Ecológicos para o Parque Estadual de Itapuã.....	27
FIGURA 9 - Arroio Situado na Área do Hospital Colônia.....	33
FIGURA 10 - Mapa das Unidades Geomorfológicas do Rio Grande do Sul	38
FIGURA 11 - Compartimentação Geomorfológica da Planície Costeira do RS	39
FIGURA 12 - Vertente Sudeste do Morro da Grota.....	43
FIGURA 13 - Vertente Sudeste da Coxilha das Lombas.....	43
FIGURA 14 - Drosera, Planta Insetívora, Encontrada em Ambientes de Turfeira.	46
FIGURA 15 - Ocorrência de Turfeiras na Planície Costeira do RS	49
FIGURA 16 - Plantação de Eucaliptos na Margem Norte da Lagoa Negra	50
FIGURA 17 - Mapa de Uso do Solo de 1953 do PEI e sua Zona de Amortecimento	52
FIGURA 18 - Capivaras na Margem Sul da Lagoa Negra	55
FIGURA 19 - Expansão da Área Superficial da Lagoa Negra.....	61
FIGURA 20 - Mapa de Uso do Solo de 1991 do PEI e sua Zona de Amortecimento	63
FIGURA 21 - Vista Parcial da Fazenda Lagoa Negra.....	64
FIGURA 22 - Localização dos Pontos de Coleta	66
FIGURA 23 - Ponto 1 de Coleta de Água, Margem Sul da Lagoa Negra	67
FIGURA 24 - Ponto 2 de Coleta de Água, no Exutório da Lagoa Negra.....	67

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Comportamento da Condutividade Elétrica nas Três C. A.	72
GRÁFICO 2 - Comportamento da Demanda Bioquímica de Oxigênio nas Três C. A.	73
GRÁFICO 3 - Comportamento do Fósforo Total nas Três C. A.	74
GRÁFICO 4 - Comportamento do Nitrato nas Três C. A.....	75
GRÁFICO 5 - Comportamento do Oxigênio Dissolvido nas Três C. A.	76
GRÁFICO 6 - Comportamento do Potencial de Hidrogênio nas Três C. A.	77
GRÁFICO 7 - Comportamento dos Sólidos Dissolvidos Totais nas Três C. A.....	78
GRÁFICO 8 - Comportamento dos Sólidos Suspensos Totais nas Três C. A.....	79
GRÁFICO 9 - Comportamento da Turbidez nas Três C. A.....	80

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Metodologias de Análise Utilizadas pelo Laboratório de Ecologia da Ufrg	37
QUADRO 2 - Resumo dos Principais Eventos da Planície Costeira do RS, Relacionados à Gênese das Lagoas	41
QUADRO 3 - Critérios Morfológicos, Químicos e Biológicos do Estado Trófico de Lagoas	47
QUADRO 4 - Resultado da Primeira Campanha Amostral nos Pontos 01 e 02 da Lagoa Negra	68
QUADRO 5 - Resultado da Segunda Campanha Amostral nos Pontos 01 e 02 da Lagoa Negra	69
QUADRO 6 - Resultado da Terceira Campanha Amostral nos Pontos 01 e 02 da Lagoa Negra	70
QUADRO 7 - Comparação dos Resultados Obtidos nas Três Campanhas Amostrais	71

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	1
RESUMO	3
ABSTRACT	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE GRÁFICOS	6
LISTA DE QUADROS.....	7
SUMÁRIO.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1. O Parque Estadual de Itapuã e a Zona de Amortecimento	9
1.2. Área de Estudo	13
1.3. Objetivos.....	15
1.4. Justificativa	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA E OPERACIONAL	18
2.1. Pressupostos Teóricos - Metodológicos	18
2.2. Procedimentos Operacionais.....	30
3. FORMAÇÃO E DINÂMICA NATURAL DA LAGOA NEGRA	38
3.1. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos no Âmbito Regional	38
3.2. Aspectos Climáticos	44
3.4. Características Químicas, Físicas e Biológicas da Lagoa Negra	45

4. ANÁLISE DA OCUPAÇÃO E USO DO SOLO NO ENTORNO DA LAGOA NEGRA.	50
4.1. Análise da Cobertura Vegetal no Entorno da Lagoa Negra.....	50
4.2. Análise da Fauna no Entorno da Lagoa Negra	54
4.3. Análise do Uso do Solo no Entorno da Lagoa Negra.....	56
4.4. Análise da Intensidade do Uso dos Recursos Hídricos e do Manejo Agrícola no Entorno da Lagoa Negra.....	59
5. ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	66
5.1. Primeira Campanha Amostral de Coleta de Água	68
5.2. Segunda Campanha Amostral de Coleta de Água	69
5.3. Terceira Campanha Amostral de Coleta de Água.....	70
5.4. Análise dos Resultados das Campanhas Amostrais de Coleta da Água.....	71
5.4.1. Análise da Condutividade Elétrica.....	72
5.4.2. Análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio	73
5.4.3. Análise do Fósforo Total	74
5.4.4. Análise do Nitrato	75
5.4.5. Análise do Oxigênio Dissolvido	76
5.4.6. Análise do Potencial de Hidrogênio.....	77
5.4.7. Análise dos Sólidos Dissolvidos Totais.....	78
5.4.8. Análise dos Sólidos Suspensos Totais.....	79
5.4.9. Análise da Turbidez.....	80
5.5. Interpretação dos Resultados Obtidos nas Campanhas Amostrais.....	81
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
8. ANEXOS	

1. INTRODUÇÃO

1.1. O Parque Estadual de Itapuã e a Zona de Amortecimento

A proposta de trabalho tem o intuito de elaborar uma análise das possíveis modificações provenientes da ação antrópica na qualidade da água da lagoa Negra. Esta lagoa situa-se no Município de Viamão, Estado do Rio Grande do Sul.

A lagoa Negra está inserida em uma Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral, o Parque Estadual de Itapuã (PEI). A área original do PEI, em 1973, era de 1.535 ha. Este parque passou por um longo processo histórico de luta pela sua efetivação quando, em 1991, através do Decreto Nº 33.886, a lagoa Negra passou a integrar o parque.

Neste mesmo ano aconteceu a retirada de invasores da praia de Fora, a qual encontra-se ao sul desta lagoa, que ocupavam o local clandestinamente. Da atual área, de 5.566,50ha, abrangida pelo PEI, cerca de 19Km², são ocupados pela lagoa Negra, sendo propriedade do Estado, conforme a legislação sobre águas interiores (Plano de Manejo, 1997).

Segundo De Luca (1991), a lagoa Negra é um corpo d'água raso, com profundidade média menor que 2,5m. O ponto mais profundo desta lagoa é próximo ao morro da Grotta, chegando a 3,5m.

Mesmo inserida em uma Unidade de Conservação, a lagoa Negra vem sofrendo interferências indiretas da ação humana, resultantes das práticas de uso da terra que ocorrem no entorno do parque.

Tais interferências podem estar modificando as propriedades naturais da lagoa Negra, podendo ocasionar, assim, impacto ambiental de cunho negativo no ecossistema lacustre. O conceito de impacto ambiental é definido, segundo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 1986), como:

“Alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, segurança e bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais”.

Segundo pesquisas limnológicas realizadas na lagoa Negra por Volkmer & Ribeiro (1981) *apud* Ribeiro (1984), esta lagoa apresenta-se como um modelo natural na evolução dos corpos lagunares da faixa costeira do Estado do Rio Grande do Sul. Tal evolução indicaria a passagem por corpos d'água sem estratificação térmica, passíveis de inclusão na série das águas negras "*bog waters*" devido a sua baixa condutividade, pequena concentração de carbonatos e bicarbonatos, ao pH ácido da água e, ainda, a grande quantidade de matéria orgânica vegetal em suspensão e no sedimento de fundo.

A lagoa Negra, segundo Irgang (2003), pode ser a representação da fase mais jovem de uma turfeira e, pelos seus altos teores de ácidos húmicos e fúlvicos, é classificada como uma lagoa distrófica, representando a fase final da série sucessional dos ambientes aquáticos lânticos de clima frio, anterior a transformação destes em terra emersa.

Segundo Aguiar (2005), a lagoa Negra passou a sofrer as conseqüências da ação antrópica, aproximadamente a partir da década de 1950, quando se deu a construção de taipas, as quais têm como finalidade impedir que suas águas inundem completamente as plantações de arroz existentes no seu entorno e, também, a implementação de canais de drenagem.

A expansão da agricultura no distrito de Itapuã modificou as extensas áreas de banhados ao norte da lagoa Negra, levando à completa retinização da drenagem destas áreas. A drenagem agrícola é uma técnica recomendada para eliminar ou aliviar os riscos da salinização dos solos.

Os excessos de sais devem ser afastados pelos drenos agrícolas. Esse procedimento pode alterar e degradar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos de jusante. Tanto a drenagem superficial das águas das chuvas intensas quanto a drenagem do perfil do solo pode conduzir concentrações indesejáveis de restos ou excedentes de produtos químicos ou de suas embalagens.

A interferência humana, bloqueando parcialmente a foz da lagoa Negra, estabeleceu-lhe um nível artificial elevando suas águas, alterando, assim, seu processo de evolução natural. Esta lagoa, segundo o Plano de Manejo (1997), está inserida em uma Zona Intangível, a qual é definida como uma área que deve se permanentemente preservada das atividades diretas e indiretas que possam causar alterações em seu ecossistema.

Entre os principais objetivos estipulados pelo Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapuã, está o de proteger a última amostra dos ecossistemas originalmente existentes na Região Metropolitana de Porto Alegre.

Neste Plano de Manejo estão propostos novos limites para o PEI, sendo a principal justificativa para incorporação de novas terras, à área oficial deste, a maior eficiência

na fiscalização das margens da lagoa, servindo como zona de amortecimento, de forma a proteger esta lagoa. Cabe salientar que o limite do parque ao norte é de 100 metros a partir da margem da lagoa Negra.

Neste sentido são propostos, pelo Plano de Manejo do PEI, novos limites para o parque, segundo o qual é definida uma Área B (abrangendo um total de, aproximadamente, 466 ha), atualmente de propriedade do Estado do Rio Grande do Sul. Esta área localiza-se na margem norte da lagoa Negra, estabelecendo limite à oeste com as lavouras de arroz pertencentes a Zelomar Patinowski, ao norte com as lavouras, igualmente de arroz, de Carlos Eduardo Borba Nunes, FIG. 1, e a leste com o canal exutório da lagoa Negra, através do qual esta vai desaguar na laguna dos Patos.

FIGURA 1 - Propriedade Particular ao Norte da Lagoa Negra



FONTE: Michelle R. de Aguiar (outubro de 2005).

Segundo Plano de Manejo (1997), a lagoa Negra está inserida em uma zona considerada como “a representação do mais alto grau de preservação, onde a primitividade da natureza permanece intacta, não sendo toleradas quaisquer alterações humanas”.

Em linhas gerais, a pesquisa pretende verificar o comportamento das características naturais da água da lagoa Negra, através dos parâmetros de qualidade da água e

também das alterações em suas águas devido às atividades humanas desenvolvidas no seu entorno, podendo vir a servir, futuramente, como subsídio teórico para a efetivação da anexação das novas áreas propostas pelo Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapuã.

Segundo Morsello (2001), as atividades humanas vem há séculos causando transformações nas paisagens naturais. No entanto, a autora salienta que, nos últimos anos, a capacidade de alteração vem sendo incrementada em virtude do crescimento populacional humano e, especialmente, de sua associação com inúmeras transformações tecnológicas.

Morsello (2001) infere sobre a criação de áreas protegidas como uma possibilidade de enfrentar esses problemas e resguardar certas porções do território de tais alterações. Contudo, a autora enfatiza que a simples seleção e delimitação de unidades não encerra a solução do problema de conservação. Desta forma:

“O processo de seleção da localização e conformação de uma reserva, quando feito de forma adequada, pode minimizar os problemas ou ameaças que esta venha a sofrer *a posteriori*. Entretanto, não tem a capacidade de anulá-las. O mesmo processo de desenvolvimento que é responsável pela necessidade de instituição de áreas protegidas é a origem dos problemas que atingem os parques após a sua criação. O fato de uma área precisar ser protegida já demonstra a existência de ameaças à sua conservação. As atividades que podem comprometer as unidades após a sua instituição são, usualmente, denominadas de ameaças (MORSELLO, 2001:202)”.

Neste sentido, Morsello (2001) diz não ser fácil definir o conceito de ameaça. Michlis & Tichnell (1987) *apud* Morsello (2001) entendem como ameaças “*atividades de origem humana ou natural que causam danos significativos aos recursos de uma Unidade de Conservação, ou então estão em conflito com os objetivos de gestão da área protegida*”. Já para Slocombe & Nelson (1992) *apud* Morsello (2001) as ameaças são “*as atividades humanas, ou seus efeitos, que são percebidos como ameaças à integridade ou aos objetivos dos Parques Nacionais*”. Assim, no último caso, apenas as atividades humanas são consideradas como ameaças.

Dessa forma, o monitoramento pode representar uma avaliação periódica de certos atributos do ambiente, os quais podem ser ecológicos, físicos, sociais ou econômicos onde, o objetivo maior seja o provimento de informações em longo prazo. Estas informações possibilitarão verificar a existência, ou não, de problemas perceptíveis a partir da obtenção de dados contínuos (BUECHNER *et al* 1992 & SLOCOMBE 1993, *apud* MORSELLO, 2001).

Morsello (2001) demonstra a existência de várias formas possíveis para identificar as ameaças que atingem uma área protegida. A mais eficaz, dentre elas, segundo a autora, é o estabelecimento de um programa de monitoramento, elaborado como parte do programa de pesquisas de uma unidade de conservação.

1.2. Área de Estudo

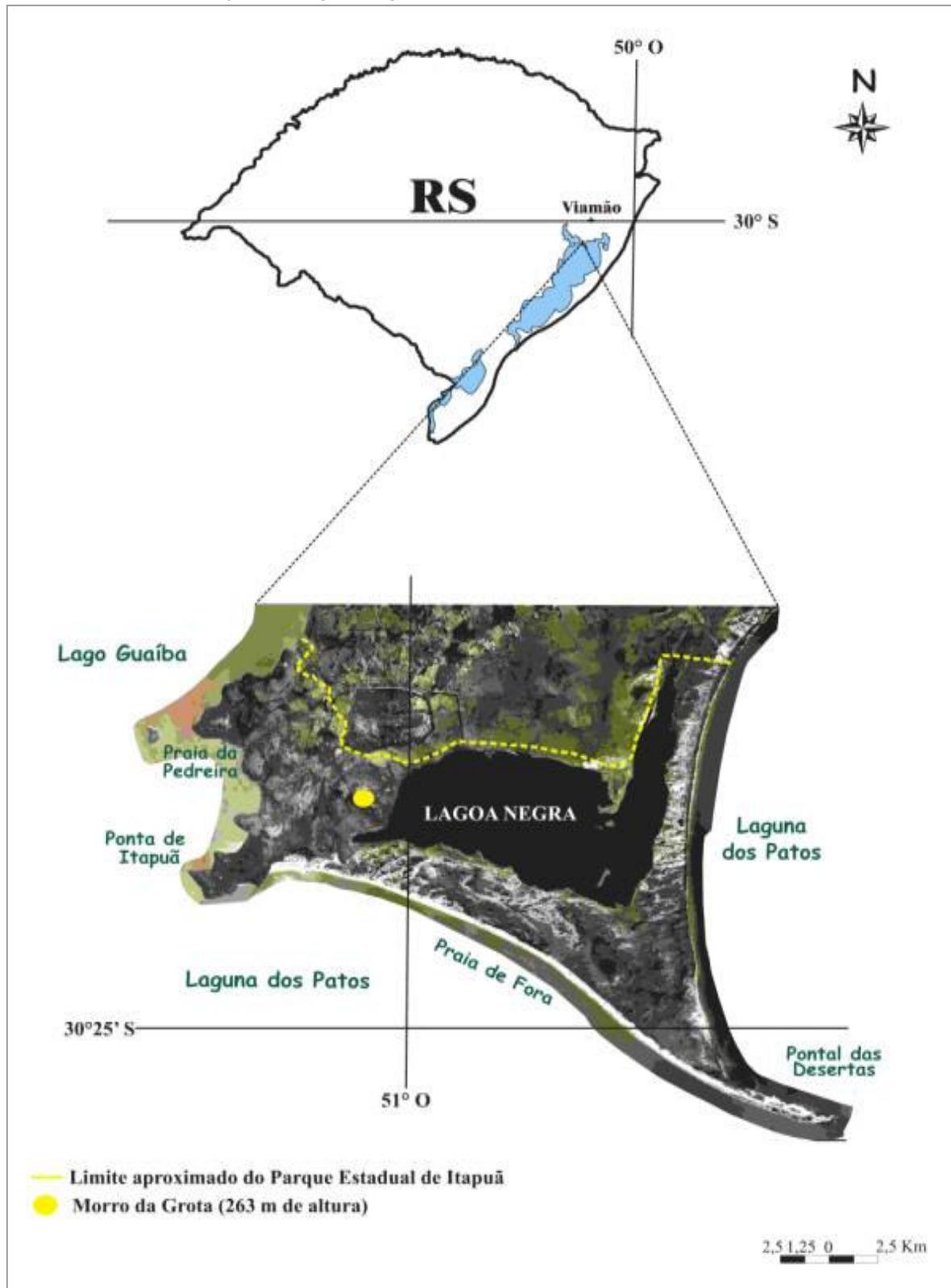
A lagoa Negra faz parte do Parque Estadual de Itapuã, FIG. 2 e 3, localizado no distrito de Itapuã, sul do Município de Viamão, Estado do Rio Grande do Sul. Esta lagoa integra um complexo sistema lagunar da Planície Costeira desse Estado, o Sistema Lagunar Patos. Geograficamente está entre as coordenadas 30° 20' e 30° 24' latitudes sul e 51° 02' e 50° 56' longitudes oeste.

O Parque Estadual de Itapuã (PEI), por ser classificado como uma Unidade de Conservação, é considerado um local de atração turística da Região Metropolitana de Porto Alegre e está localizado a 57Km da capital do Estado. Além da conservação da natureza, o parque tem como objetivos a pesquisa científica, a educação ambiental e a visitação pública.

O PEI tem como limites, ao norte da área, remanescente da Fazenda de Santa Clara, atual Hospital Colônia de Itapuã; o Beco de Santa Fé ao sul; a leste a laguna dos Patos; e a oeste o lago Guaíba. Segundo Plano de Manejo (1997), em relação às grandes unidades hidrográficas brasileiras, o Parque de Itapuã e arredores integra-se às chamadas Bacias do Sudeste, mais especificamente, Bacia Hidrográfica do Guaíba, estando limitado pelo próprio lago Guaíba e pela laguna dos Patos em grande parte de seu perímetro.

Para se chegar ao PEI dois caminhos são viáveis, tanto por Porto Alegre, através das avenidas Oscar Pereira e Costa Gama ou, pela zona sul partindo das avenidas Beira Rio e Juca Batista, como por Viamão, pela estrada do Cantagalo ou pelas estradas Acrísio Prates e Ricardo Vieira de Barcelos.

FIGURA 2 - Localização da Lagoa Negra



FONTE: Elaborado pela Autora.

FIGURA 3 - Foto da Lagoa Negra

FONTE: Michelle R. de Aguiar (julho de 2007).

Segundo Irgang (2003) “*a proximidade com o maior centro urbano do Estado e os seus limites geográficos com quase 75% de sua superfície limitada por água, bem como a grande procura como área de lazer, dão ao parque uma conotação de fragilidade em termos de proteção de seus recursos naturais*”.

1.3. Objetivos

O objetivo geral da pesquisa é analisar as alterações ambientais na lagoa Negra, com enfoque na qualidade das águas desta lagoa. Para se alcançar este objetivo geral foram estabelecidos alguns objetivos específicos, quais sejam:

- a) Caracterizar a formação e dinâmica natural da lagoa Negra no âmbito regional;
- b) Caracterizar a evolução da cobertura vegetal e do uso do solo no entorno da lagoa;
- c) Analisar as águas da lagoa Negra a partir de parâmetros físico-químicos de qualidade.

1.4. Justificativa

A necessidade de uma pesquisa mais detalhada sobre a qualidade da água da lagoa Negra foi verificada, a princípio, a partir de estudos realizados anteriormente, como de Fujimoto (1994) e Irgang (2003), nos quais são evidenciadas alterações relacionadas ao uso da terra que podem estar influenciando na qualidade de suas águas. Segundo Aguiar (2005), a lagoa Negra sofreu modificações em sua morfologia desencadeadas pelo uso da terra que se faz nas áreas ao norte da lagoa.

Neste sentido, Irgang (2003) infere sobre a necessidade e importância da implementação de uma Zona de Amortecimento para o Parque de Itapuã. O autor alerta que *“a manutenção da conservação e a perpetuidade deste parque não depende apenas do manejo do seu interior o que acontece atualmente, mas também, em grande parte, do que acontece fora dos seus limites, na denominada Zona de Amortecimento, a qual oficialmente ainda inexistente”*.

Segundo Jørgensen & Löffler (1995), os ecossistemas litorâneos (relativos às margens de lagos) têm uma função similar à uma estação de tratamento de águas servidas. Os sólidos em suspensão na água que aflui, tendem a ser prontamente depositados quando passam através da zona litorânea incluindo brejos, lagoas e agrupamentos de macrófitas submersas que, portanto, servem como um tipo de sistema primário de tratamento.

Ecologicamente falando, as margens naturais de lagos deveriam ser preservadas tanto quanto possível a fim de assegurar a capacidade de purificação da água dos ecossistemas litorâneos bem como sua alta produtividade biológica. Como medida de prevenção à degradação da qualidade da água lacustre, onde as cargas poluentes forem mais ou menos limitadas quantitativamente, as represas ou as lagoas naturais com vegetação de alagados ao seu redor poderão ser efetivamente utilizadas para a purificação das águas, antes que elas entrem nos lagos (JØRGENSEN & LÖFFLER, 1995).

Através de análises sobre a qualidade da água da lagoa Negra, será possível identificar as características das propriedades naturais desta lagoa, tendo-se assim um diagnóstico da situação atual do ambiente lacustre. Os dados produzidos, obtidos durante o desenvolvimento da pesquisa, deverão ajudar a compreender a realidade da área estudada, propondo-se, assim, ações mais efetivas de preservação para as áreas adjacentes à lagoa Negra.

A preservação da área em questão, considerando o fato de estar inserida em uma Unidade de Conservação e levando-se em conta, também, a população que habita o

entorno desta, só poderá ser alcançada a partir de um manejo sustentado, definido como um *“modelo de planificação e uso dos recursos naturais, baseado na avaliação de fatores culturais, políticos, socioeconômicos e ecológicos, que visa a conservação da natureza juntamente com a satisfação das necessidades humanas (LANGE & GUERRA, 2002)”*.

Esta pesquisa não tem a pretensão de se denominar um programa de monitoramento, sendo que se restringe ao estudo apenas de uma porção limitada da UC e tendo em vista que tal atividade deve partir dos órgãos competentes responsáveis pela administração da UC.

Entretanto, pode vir a servir, quiçá, como subsídio para a implementação de tal programa, o qual, segundo Morsello (2001), deve incluir aspectos como:

1. Compilação de dados biológicos e ambientais que permitam identificar mudanças ao longo do tempo, incluindo dados básicos como solo, água, vegetação e fauna;
2. Definição e experimentação de modelos para entender as mudanças ocorridas e para identificar as relações de causa-efeito entre determinada atividade e suas conseqüências;
3. Incorporação do monitoramento dos limites externos à área protegida.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA E OPERACIONAL

2.1. Pressupostos Teóricos - Metodológicos

A qualidade da água, para os seres vivos de um modo geral, deve manter um padrão o mais próximo do natural, ou seja, da mesma forma que é encontrada em nascentes e cursos d'água, antes de entrar em contato com as atividades humanas. Apesar das variadas técnicas de tratamento (depuração) deve-se levar em consideração o fator econômico destas técnicas, sendo mais viável preservar uma qualidade mínima no manancial.

É considerada água doce, segundo a classificação mundial das águas, aquela que apresente teor de sólidos totais dissolvidos (STD) inferior a 1.000mg/l. Salobras são as águas que apresentarem STD entre 1.000 e 10.000mg/l e as águas salgadas são aquelas com mais de 10.000mg/l (REBOUÇAS, 2002).

Dubin *apud* Lange & Guerra (2002) afirma que a água é um recurso natural finito e vulnerável, essencial para a sustentação da vida e do meio ambiente. A gestão da água deve ser integrada e considerando o seu todo, quer seja a bacia hidrográfica e/ou os aquíferos. O desenvolvimento e a gestão da água devem ser baseados na participação de todos, ou seja, usuários, planejadores e decisores políticos.

Segundo Coimbra (1991), o monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos se constitui num poderoso instrumento, possibilitando a avaliação da oferta hídrica e a minimização de impactos ao ambiente.

Este autor argumenta que entre os principais fatores que levaram o homem a analisar a água, em termos qualitativos, está a necessidade de melhorar a qualidade de vida e a conscientização de que o recurso hídrico disponível para as atividades humanas não é um bem inesgotável.

Coimbra (1991) afirma que o termo “qualidade da água” não se refere a um grau de pureza absoluto ou mesmo próximo do absoluto e, sim, a um padrão tão próximo quanto possível do natural, ou seja, da água tal como se encontra nos rios e nascentes, antes do contato com o homem.

Neste sentido, a qualidade da água pode variar de acordo com o uso que dela se pretende fazer. Independentemente do uso que se faça da água, deve haver uma qualidade

mínima a ser preservada no manancial sendo, então, conveniente que se estabeleça políticas de preservação para os mananciais.

A lagoa Negra, por se tratar de ambiente aquático situado em uma Unidade de Conservação, pode ter suas águas classificadas, a partir da resolução do CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005, inseridas na Classe Especial.

O Artigo 13 desta resolução prevê que nas águas de Classe Especial deverão ser mantidas as condições naturais do sistema aquático. O Artigo 32 da mesma resolução especifica que fica proibido o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

Mudanças na morfologia da lagoa Negra foram evidenciadas a partir do trabalho de Aguiar (2005). Estas mudanças, segundo a autora, estão relacionadas, principalmente, ao tipo de uso da terra que vem se fazendo no entorno desta lagoa há, aproximadamente, seis décadas.

Neste sentido, Aguiar (2005) enfatiza que a lagoa Negra passou a sofrer as conseqüências da ação antrópica, aproximadamente a partir da década de 1950, quando se deu a construção de taipas de terra e madeira, as quais têm como finalidade impedir que as águas desta lagoa inundem completamente as plantações de arroz existentes no seu entorno (FIG. 4).

A expansão da agricultura no distrito de Itapuã modificou as extensas áreas de banhados ao norte da lagoa Negra, levando à completa retilinização da drenagem destas áreas.

Aguiar (2005) faz uma análise espaço-temporal das modificações morfológicas da lagoa Negra, FIG. 5, e as relaciona com atividades agrícolas que se desenvolvem ao norte da lagoa. Esta figura evidencia a gradual expansão superficial da lagoa Negra entre os anos de 1953, 1978, 1991 e 2005.

Segundo Aguiar (2005), a partir da análise das precipitações verificadas para estas datas, evidencia-se que o aumento superficial da lagoa Negra não pode ser relacionado à pluviosidades, já que estes anos foram, em geral, os de menores quantidades precipitadas, quando comparados aos demais anos de suas respectivas décadas (FIG. 6).

A partir destas informações fundamenta-se a possibilidade de contaminação, por agroquímicos comumente utilizados em lavouras de arroz, das águas da lagoa Negra.

Segundo Telles (2002), os efluentes líquidos provenientes de áreas agricultadas podem conter substâncias poluentes oriundas do mau ou do excessivo uso de insumos agrícolas.

FIGURA 4 - Taipa Artificial Obstruindo Parcialmente o Exutório da Lagoa Negra

FONTE: Michelle R. de Aguiar (outubro de 2005).

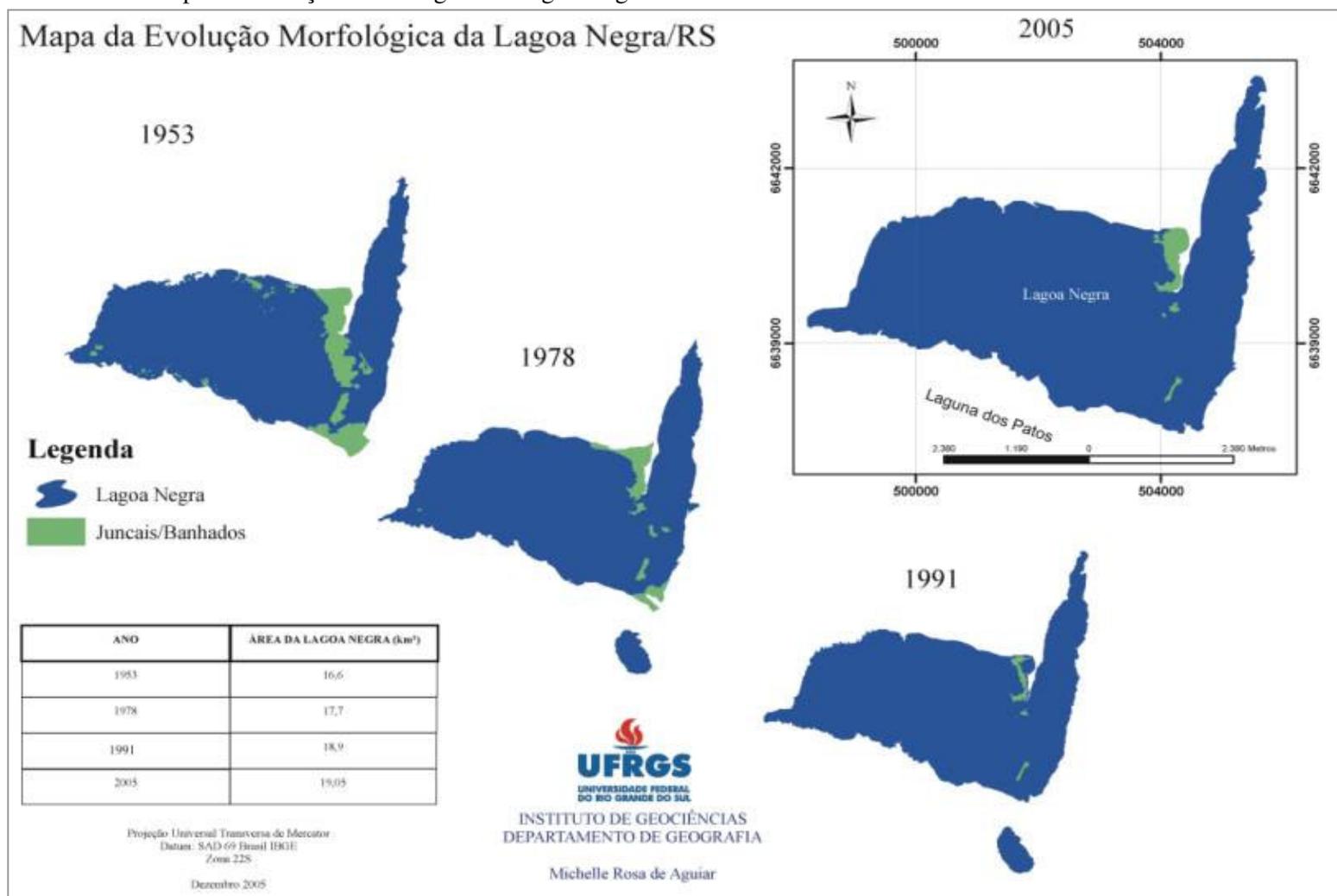
Telles (2002) enfatiza que de todos os meios hídricos, os que sofrem maior alteração de suas características, devido à contaminação por defensivos agrícolas, são os lagos e lagoas, isso porque devido ao excesso de nutrientes em suas águas, geralmente nitrogênio e fósforo, provenientes dos adubos químicos utilizados em larga escala na agricultura, pode ocorrer o fenômeno da eutrofização.

Segundo este autor, a prática agrícola moderna pressupõe o envolvimento de inúmeros produtos químicos, sejam nutrientes ou defensivos agrícolas. A agricultura irrigada intensifica a utilização das terras e de elementos químicos.

Para Telles (2002) a procura de alta produtividade no meio agrícola tem gerado sérios problemas de qualidade das águas superficiais, especialmente devido ao incremento de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo), largamente utilizados no aumento da fertilidade do solo.

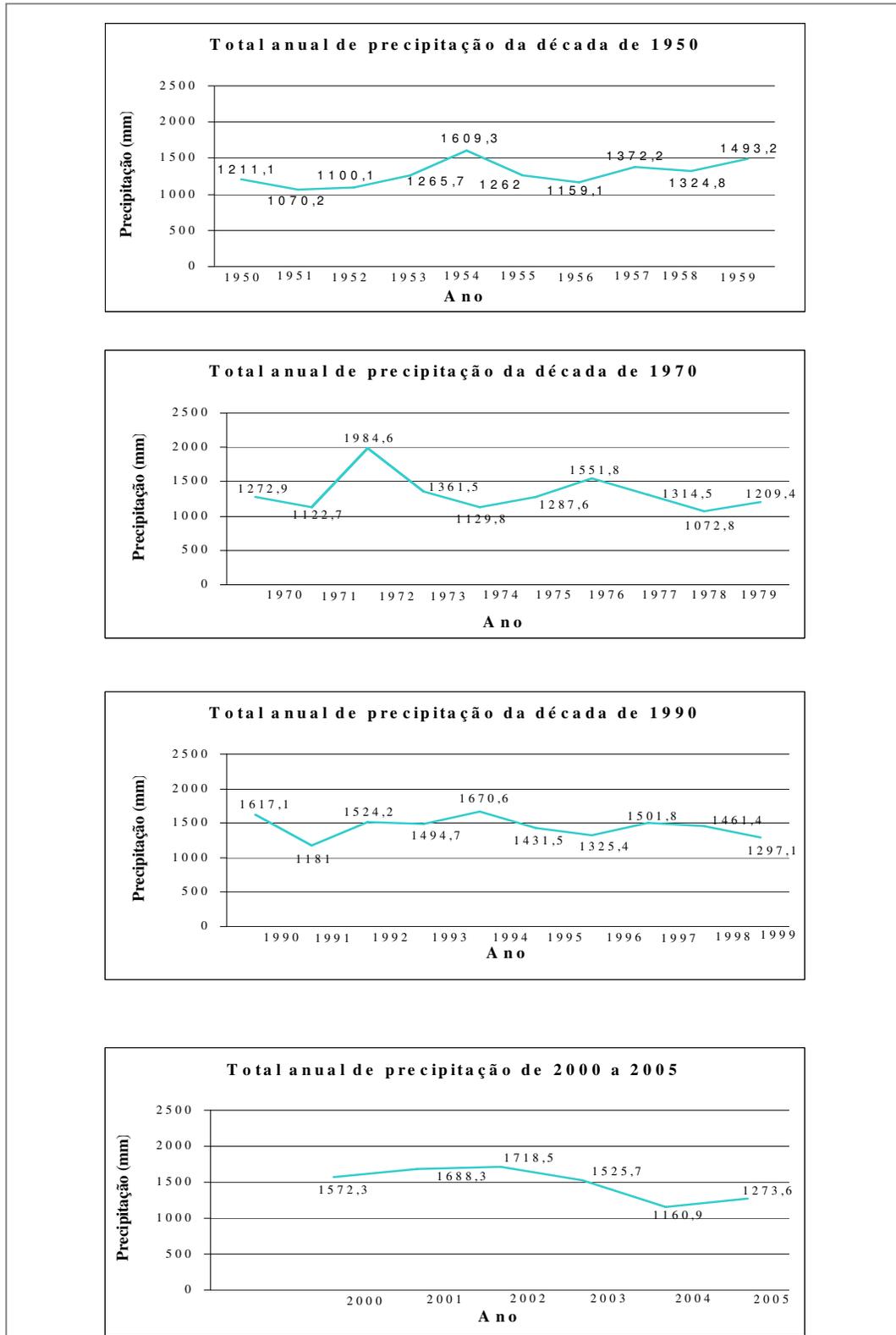
Segundo Telles (2002), um dos principais problemas de áreas irrigadas é a qualidade dos seus fluxos de retorno (águas de drenagens, sub-superficiais e subterrâneas). Basso (1995) *apud* Telles (2002) destaca em seus estudos a perda de 3,5 toneladas de sais por hectare irrigado lançadas pelo perímetro de Bardenas nos rios Arba e Riguel na Espanha durante os anos hidrológicos 1991-1992.

FIGURA 5 - Mapa da Evolução Morfológica da Lagoa Negra



FONTE: Aguiar (2005).

FIGURA 6 - Gráficos de Precipitação, Município de Porto Alegre, das Décadas de 1950, 1970, 1990 e 2000.



FONTE: Aguiar (2005).

A principal decorrência da agressão à água por defensivos e corretivos agrícolas é, sem dúvida, a alteração de suas características iniciais, pois o poluente, principalmente orgânico, atua sobre o oxigênio dissolvido, diminuindo sua quantidade, fazendo com que a água perca o seu poder de oxidação e prejudicando a condição de sobrevivência dos seres que nela habitam tais como peixes, crustáceos e microorganismos.

Outro problema decorrente do uso exagerado de adubos químicos é o arraste de nitratos para os cursos d'água. Os nitratos, quando consumidos em grandes escalas, superior a 300mg/Kg, podem no processo digestivo, ou até mesmo durante o preparo de alimentos, transformar-se em nitrito, altamente tóxico ao ser humano, podendo causar a metahemoglobina (dificuldade do sangue em absorver oxigênio) além de ser cancerígeno e causador de má formação fetal em gestantes.

O nitrato é o composto de nitrogênio mais importante. Sua característica principal é a elevada solubilidade na água. Desta maneira, ele é facilmente transportado pelo escoamento, seja ele superficial, sub-superficial ou de percolação em direção ao lençol freático.

A consequência direta deste fenômeno é a sobrecarga de nutrientes nos corpos d'água (TELLES, 2002). Vê-se com isso, que a análise de parâmetros químico-físicos permite construir um diagnóstico da qualidade da água, inferindo sobre as causas das possíveis alterações identificadas.

Segundo Jørgensen & Löffler (1995), uma das maneiras mais eficazes de se proteger/preservar ambientes aquáticos como lagos/lagoas dá-se a partir da conservação das áreas circundantes às margens lagunar. A margem do lago, conforme afirmam os autores citados, é tão importante para este como a membrana é para a célula. Ela funciona como um filtro para liberações indesejáveis dentro do lago, sendo considerada área amortecedora, que nivela os impactos sobre o lago, advindos de seus arredores.

A margem pode ser considerada como zona de proteção do lago. A conservação das condições naturais da margem deverá, portanto, ter um importante papel no gerenciamento de lagos.

A magnitude da área que circunda a margem lagunar em relação ao tamanho do lago varia amplamente. Como a grande maioria dos lagos em todo mundo é pequena e rasa, esta área cobre uma considerável parte dos corpos de água desempenhando um importante papel no funcionamento do ecossistema lacustre.

Geralmente, a área circundante ao lago se estende das margens (acima da área influenciada pela ação das ondas) às extremidades inferiores às áreas com plantas aquáticas

que possuem raízes. A margem é um ecótono (isto é, uma área de transição entre dois ecossistemas – neste caso um lago e um ecossistema terrestre envolvendo o lago).

Os ecótonos podem ser considerados como zonas amortecedoras entre dois ecossistemas. Os lagos com margens super exploradas e com uma zona de transição ou amortecedora reduzida tornam-se mais vulneráveis, particularmente às alterações no ambiente aquático (JØRGENSEN & LÖFFLER, 1995).

Para Jørgensen & Löffler (1995) as zonas de transição do lago, em nível mundial, têm demonstrado eficiência na remoção de materiais orgânicos e inorgânicos da água que escoam através delas. Elas têm vários atributos que influenciam os materiais químicos (naturais e não naturais) que fluem através delas.

Este efeito é mais acentuado no caso de materiais em forma de partículas, que são quase que completamente removidos na zona de transição, desde que a zona seja suficientemente ampla e mantida sob condições naturais. A filtragem dos materiais em suspensão implica que os nutrientes e materiais biodegradáveis e tóxicos sejam absorvidos em sua superfície e, portanto, permaneçam na zona de transição.

Segundo Irgang (2003), a Lei Federal N° 9.985, de 18 de julho de 2000, estabelece como Zona de Amortecimento “*o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade*”. Nas áreas, circundantes, num raio de dez quilômetros (zona de amortecimento), qualquer atividade que possa afetar a biota deverá ser obrigatoriamente licenciada pelo órgão ambiental competente.

Segundo esta lei, fica estabelecido que as unidades de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental (APA) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) devem possuir uma zona de amortecimento, ou seja, o entorno da unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade - Art. 2º, parágrafo 18.

Quando conveniente, a unidade de conservação, além da zona de amortecimento, deve possuir também corredores ecológicos, os quais são classificados como porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que àquela das unidades individuais. - Art. 2º, parágrafo 19.

O Parque Estadual de Itapuã está dividido, segundo o seu Plano de Manejo (1997), em zonas, de modo a eliminar os conflitos e concretizar os objetivos do parque. No total são oito zonas estipuladas pelo Plano de Manejo, fazendo a lagoa Negra parte da primeira, denominada Zona Intangível (FIG. 7).

O órgão responsável pela administração da unidade, neste caso o governo do Estado do Rio Grande do Sul, estabelecerá normas específicas regulamentando a ocupação e o uso dos recursos da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos de uma unidade de conservação.

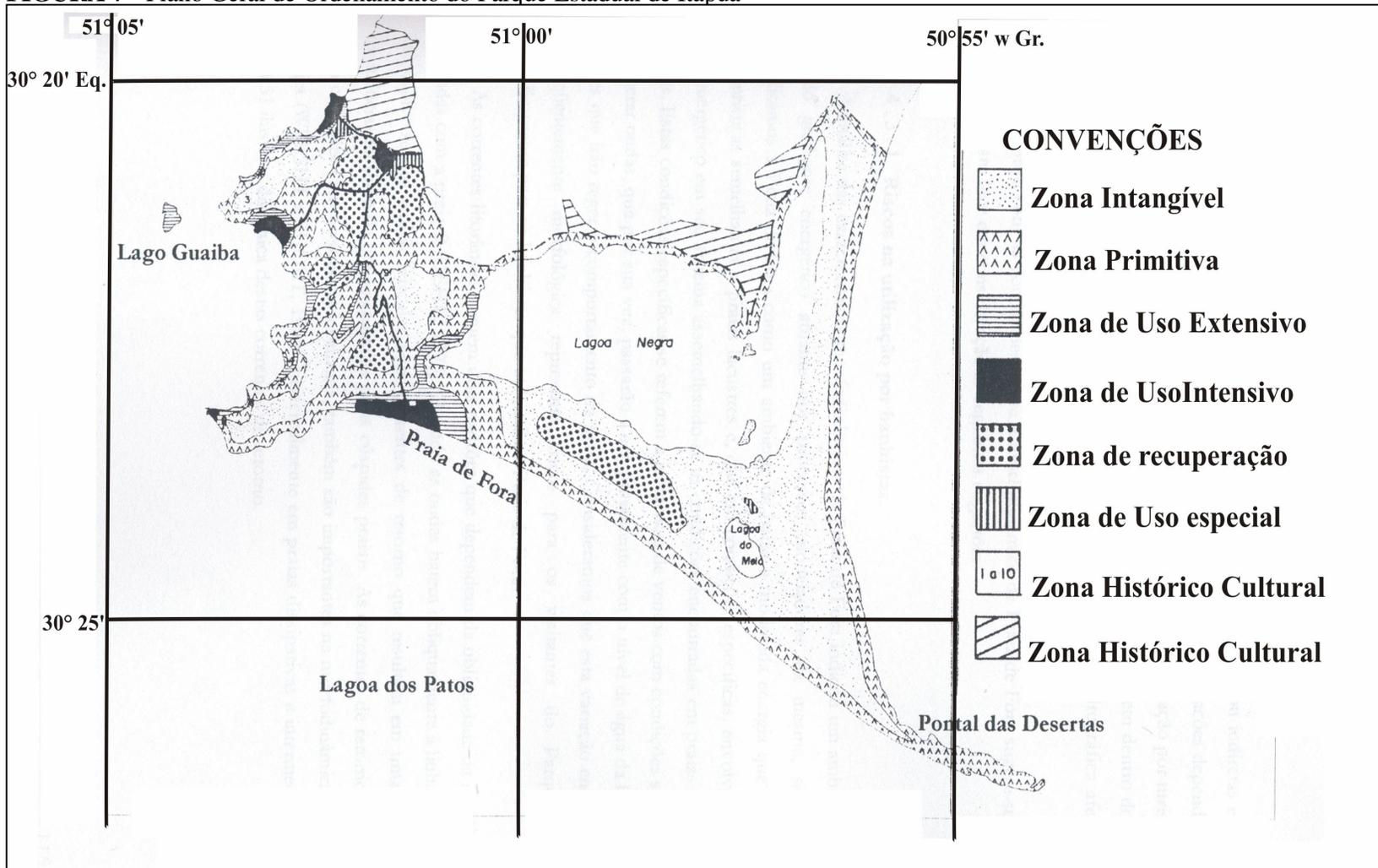
A resolução do CONAMA 13/90 estabelece um limite de 10Km ao redor da UC como sendo o ponto de partida para a definição da zona de amortecimento (FIG. 8). Os limites desta zona, bem como dos corredores ecológicos, e as respectivas normas devem ser definidos no ato de criação da unidade ou posteriormente.

Segundo Morsello (2001), a constatação de que áreas protegidas não podem ser tratadas como ilhas, leva à conclusão de que estas devem fazer parte de estratégias de manejo em escala maior. A autora esclarece que dentre essas estratégias, uma das mais importantes é a criação de zonas de amortecimento, denominadas também de zonas de transição ou tampão ou, ainda, *buffer zones*.

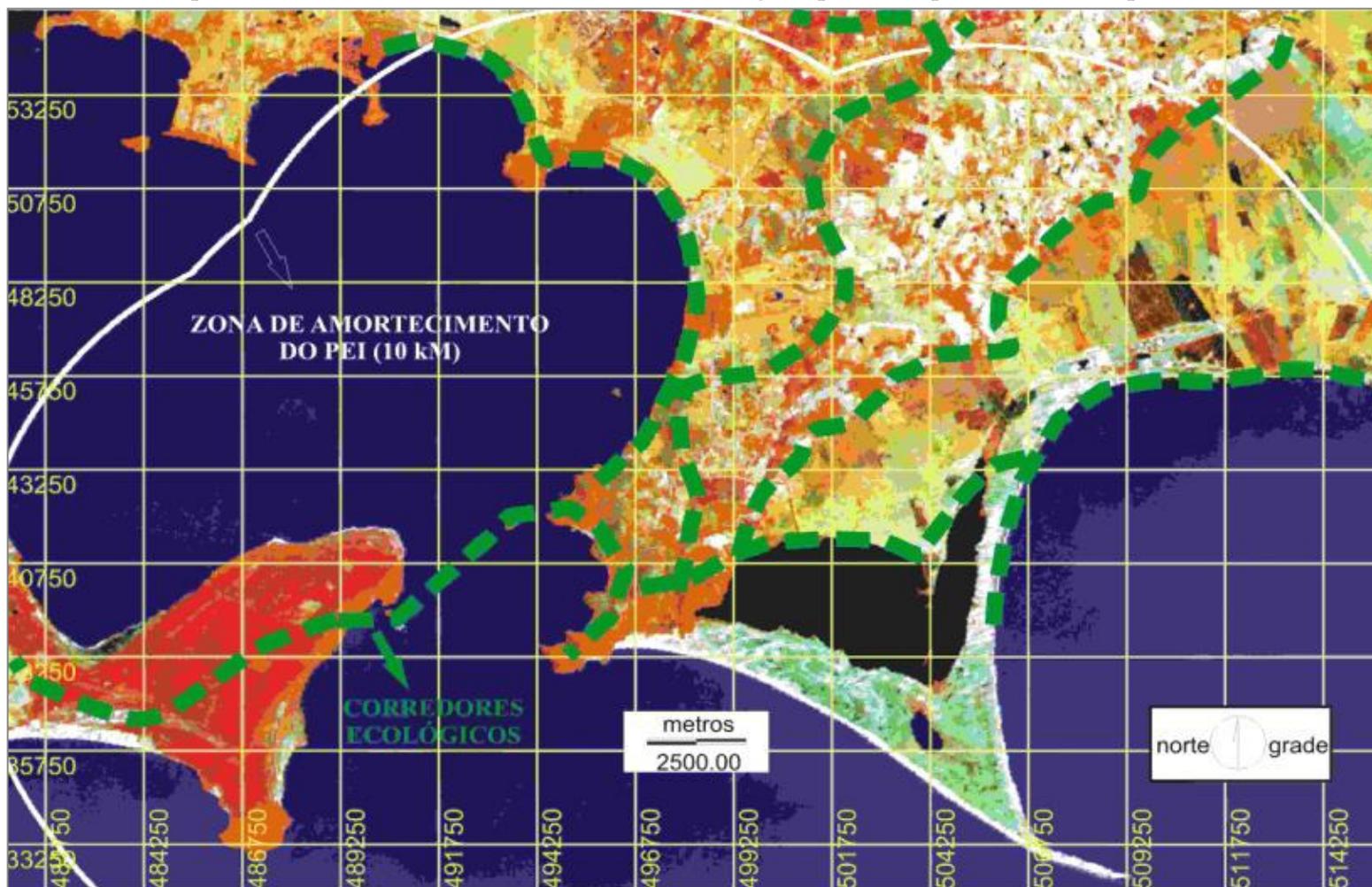
Mackinnon *et al* (1986) *apud* Morsello (2001) definem como zona de amortecimento a porção adjacente à área protegida, na qual o uso da terra é parcialmente restringido para incorporar uma camada a mais de proteção para a UC. Desta forma, a zona de amortecimento presta duas funções principais:

- 1) Pode ampliar a presença na área protegida de certo tipo de hábitat, permitindo a manutenção de populações maiores que aquelas existentes no parque;
- 2) Servir a propósitos sociais, quando os hábitats presentes nela apresentarem importância secundária. Ou seja, a zona de amortecimento, nesse caso, pode servir para suprir benefícios econômicos à comunidade residente com o incentivo às atividades que gerem recursos de subsistência ou monetários à população local e que, preferencialmente, contrastem o menos possível com os objetivos do parque.

FIGURA 7 - Plano Geral de Ordenamento do Parque Estadual de Itapuã



FONTE: Plano de Manejo (1997).

FIGURA 8 - Proposta de Zona de Amortecimento e Corredores Ecológicos para o Parque Estadual de Itapuã

FONTE: Irgang (2003).

Segundo Morsello (2001), mesmo tendo uma definição simples, o conceito de zona de amortecimento pode variar dentre muitos aspectos. No entanto, tais aspectos dependerão de contextos específicos das diferentes UCs no que tange:

- Aos requerimentos de tamanho e extensão;
- Às restrições impostas;
- À localização interna ou externa à delimitação legal da UC;
- Aos tipos de uso do solo permitidos ou incentivados;
- À presença ou não de assentamentos populacionais em seu interior.

Morsello (2001) adverte, também, sobre a problemática que envolve as questões de isolamento e barreiras nas UCs. Segundo a autora, uma das principais características resultantes das alterações na paisagem pelo homem é o crescente isolamento dos habitats naturais, fator que pode ser ocasionado por atividades agrícolas, industriais e urbanas, construção de estradas, entre outras.

Segundo a autora, as culturas agrícolas apresentam efeito de isolamento por impedirem a transposição de animais para os quais essas culturas sejam ambientes inóspitos. Além disso, possíveis alterações climáticas podem dificultar a dispersão de sementes, podendo impedir a reprodução sexuada entre as sub-populações de plantas que estejam interpostas pelas culturas.

Segundo Jørgensen & Löffler (1995), a agricultura é a fonte maior de poluição de origem não específica que chega ao sistema lacustre. A zona de transição poderá ser capaz de absorver esta poluição, mas somente até uma extensão limitada. Portanto, segundo os autores modificar as práticas agrícolas deveria ser considerada uma ferramenta maior do gerenciamento de lagos/lagoas.

São descritas abaixo as principais possíveis alterações nas práticas agrícolas de importância para a redução da poluição, de origem não específica (JØRGENSEN & LÖFFLER, 1995):

- Nenhuma atividade agrícola na zona de transição – uma zona de proteção deve ser mantida nesse contexto;
- Uso de fertilizantes reduzido ou controlado, principalmente em campos adjacentes ao ecossistema lacustre.

Segundo Uphoff (2007), existe um novo sistema, para o plantio do arroz, o qual vem demonstrando ser menos agressivo a natureza quando comparado às técnicas tradicionais. O SIA (Sistema de Intensificação de Arroz) é considerado um sistema alternativo que maneja plantas, solo, água e nutrientes de forma diferente, aumentando a abundância e a diversidade dos organismos no solo. Nesse contexto, o sistema de intensificação de arroz tem apresentado resultados que demonstram ser possível obter um aumento substancial da produtividade com 25% a 50% menos água do que a quantidade normalmente utilizada no sistema irrigado.

Agricultores adeptos da nova prática estão descobrindo que podem ganhar mais reduzindo o uso de insumos externos, em vez de aumentá-los, explica o autor. Apesar de exigir um esforço inicial maior, o SIA é compensado pela redução na necessidade de sementes, assim como nos gastos gerais da produção. Resultados positivos da nova experiência de cultivo do arroz vêm sendo alcançados por produtores da Indonésia, Índia e Nepal. Uphoff (2007), explica ainda que, contudo, para se alcançar a sustentabilidade produtiva em longo prazo, o SIA exige a contínua aplicação de matéria orgânica no solo.

Uphoff (2007) explica que o SIA não é o único sistema de produção baseado exclusivamente em processos biológicos a oferecer ganhos de produtividade substanciais após a redução na dependência de insumos externos. No entanto, sua experiência nos últimos anos tem chamado a atenção para a necessidade de aprofundamento dos conhecimentos científicos relacionados aos processos ecológicos nos sistemas de produção agrícola.

Assim, percebe-se que a exclusão das práticas de agricultura próximas às áreas de preservação permanente não é a única alternativa para a solução de problemas relacionados à conflitos de cunho ecológico. Mudanças nas práticas tradicionais para novos sistemas de produção que não prejudiquem as APPs, e áreas de relevâncias ecológica e paisagística em geral, devem ser adotadas possibilitando a coexistência da preservação da natureza com a garantia de um desenvolvimento econômico sustentável que não a condene.

Os lagos e lagoas de água doce do mundo contêm cerca de 100 vezes mais água que os rios. Conhecer melhor estes ambientes é condição básica para o uso racional da água e a manutenção desse recurso essencial. Os estudos, porém, devem levar em conta as variações que os sistemas aquáticos apresentam, nos aspectos espacial e temporal, para que o conhecimento gerado possa realmente ser aplicado na recuperação de ambientes degradados e na preservação de mananciais ainda intactos (PEDROSA & REZENDE, 1999).

Atualmente, segundo Pedrosa & Rezende (1999), as atividades humanas como os desmatamentos, o uso de terras para agricultura ou pecuária, despejo de efluentes domésticos

e industriais e resíduos sólidos, pesca irregular entre outras, afetam as características dos ambientes aquáticos. Por tais motivos, ressaltam os autores, torna-se necessário avaliar estas características periodicamente.

Seguindo esta linha de raciocínio, percebe-se que, mesmo inseridos em unidades de conservação, os ambientes aquáticos podem ser atingidos pelas pressões exercidas em seu entorno, através das atividades antrópicas. Por este motivo torna-se tão importante estudarmos as viabilidades de implantação das zonas de amortecimento.

Segundo Jørgensen & Löffler (1995), o gerenciamento da zona de transição lacustre tem como objetivos: proteção ambiental, recreação, estética paisagística e ecológica e, também, produção de recursos renováveis. Entre as metas específicas para o gerenciamento das margens de um lago, ou de uma lagoa, estão:

- A manutenção da qualidade da água na zona de transição tão boa quanto à do lago;
- A redução da erosão;
- O estabelecimento da zona amortecedora entre assentamentos humanos e o lago;
- A manutenção do conjunto genético e de plantas e animais;
- A priorização de habitats para desova de peixes e procriação de pássaros;
- O provimento de suporte estético para os seres humanos.

Estas medidas não podem ser tomadas como uma forma de isolamento completo das UCs. E, sim, como uma maneira de viabilizar a existência das atividades econômicas praticadas próximas as unidades, sem que os ambientes protegidos por lei sofram impactos negativos que possam derivar destas atividades.

2.2. Procedimentos Operacionais

O processo para alcançar os objetivos da pesquisa, na perspectiva de explicitação destes, foi dividido em etapas, quais sejam: coleta de dados bibliográficos e cartográficos, análise do processo de ocupação do entorno da área estudada e trabalhos de campo (compreendendo coleta de amostras de água, bem como entrevistas com agricultores).

Para a aquisição de dados sobre o funcionamento do plantio e colheita do arroz, na região de Itapuã, fez-se necessário obter informações, a partir de alguns depoimentos informais, com os agricultores locais.

Cabe salientar que, foram coletados depoimentos de três agricultores principais, os quais são proprietários das terras adjacentes à margem norte da lagoa Negra, sendo eles: Carlos Eduardo Borba Nunes, Elomar Patinowski e Zelomar Patinowski. A direção do Hospital Colônia de Itapuã, o qual localiza-se ao norte da área estudada, também foi consultada, no intuito de verificar qual a finalidade dada ao esgoto deste hospital, já que este tem suas terras limitadas, também, pela margem norte da lagoa Negra.

No dia 13 de janeiro de 2007, houve uma primeira entrevista com Elomar Patinowski, o qual diz ter-se dedicado ao plantio de arroz na região de Itapuã entre os anos de 1979 a 1997. O entrevistado faz parte de uma tradicional família que trabalha com a rizicultura desde, aproximadamente, 1960.

Elomar é proprietário de uma área, ao norte da lagoa Negra, possuindo 80 ha, dos quais 40 ha são destinados à pastagem para o gado (cerca de 40 cabeças). Segundo o senhor Elomar Patinowski, até meados de 1996 foi utilizada a água da lagoa Negra para a irrigação das lavouras de arroz por ele cultivadas, bem como para as demais lavouras situadas ao norte da lagoa Negra. No entanto, nessa época deu-se a retirada das bombas que drenavam a água da lagoa, por esta vir a fazer, oficialmente, parte do Parque Estadual de Itapuã.

Segundo senhor Elomar, como fertilizante, para adubação das plantações de arroz, utiliza-se uma mistura de potássio, cálcio e uréia, não sendo necessária a utilização de agroquímicos, já que atualmente trabalha-se com sementes muito resistentes (transgênicas, segundo Patinowski) ao ataque das pragas e ao crescimento do arroz vermelho, considerado o maior causador de danos a safra.

Atualmente, Elomar contabiliza uma colheita que rende cerca de 20 toneladas (o equivalente a vinte mil sacas). No entanto, a colheita do arroz já alcançou um valor entre 80 e 90 toneladas por safra, mas isso ocorria quando ainda era possível a retirada de água da lagoa Negra para a irrigação, o que não acontece atualmente.

Em 26 de julho de 2007, houve uma segunda entrevista. Dessa vez, foi coletado o depoimento do senhor Zelomar Patinowski, irmão do primeiro entrevistado. No entanto, seu Zelomar diz arrendar suas terras para terceiros, já que atualmente tornou-se difícil a irrigação das lavouras, devido a impossibilidade de retirada de água da lagoa Negra.

O entrevistado diz plantar arroz em uma área de aproximadamente 15ha, o que proporciona uma média de 250 sacas por quadra, mais ou menos 9,5 toneladas por safra. A

semente que o agricultor diz utilizar no plantio é denominada “arroz mutagênico 417 e 422”, para a qual são adicionados herbicidas semelhantes aos utilizados nas lavouras de soja, não se dispondo a especificar a marca destes.

No dia 25 de julho de 2007, conversou-se com a diretora do Hospital Colônia de Itapuã, Guiomar da Silveira Marques. Este hospital localiza-se ao norte da lagoa Negra, possuindo área equivalente a 1.250ha. O Hospital Colônia foi inaugurado em 1940, com a finalidade de abrigar pacientes portadores de hanseníase, quando ainda acreditava-se ser esta uma doença contagiosa (doença popularmente conhecida como lepra).

Atualmente o Hospital Colônia abriga antigos portadores desta doença (46 pessoas), bem como pacientes portadores de doenças mentais (78 pessoas) e, ainda, presta atendimento ambulatorial à população local. Existe, além das moradias destinadas aos pacientes, 38 casas para servidores que prestam serviços no hospital.

O Hospital Colônia é o único centro de saúde da região com funcionamento 24h, prestando atendimento a 700 pessoas por mês, aproximadamente. Optou-se por conversar com a pessoa responsável pela direção do Hospital Colônia por se ter informações de que o esgoto deste hospital era lançado diretamente na lagoa Negra.

No entanto, a diretora do hospital informou que este fato ocorreu até meados de 2004 quando, iniciou as obras de construção de lagoas de decantação, com a finalidade de impedir que os dejetos hospitalares fossem lançados diretamente no arroio situado na área do hospital, o qual deságua na lagoa Negra (FIG. 9).

No trabalho de campo realizado no dia 06 de dezembro de 2007, houve a possibilidade de conversar com o senhor Olavo Patinowski, funcionário da Fazenda Lagoa Negra, o qual relatou, na safra desse ano, estar sendo adotado o sistema convencional de plantio do arroz. Segundo sr. Olavo, este sistema tem-se mostrado mais eficiente diante do sistema pré-germinado.

Dessa forma, com base nos depoimentos coletados junto aos agricultores locais, delimitou-se alguns procedimentos básicos e fundamentais para a coleta da água, tais como local e períodos de coleta, bem como parâmetros de qualidade da água a ser analisados. Os pontos de coleta foram escolhidos com base no distanciamento e na proximidade da lagoa Negra com as áreas destinadas ao cultivo do arroz.

O primeiro ponto (Ponto 01) localiza-se na margem sul da lagoa, sendo escolhido devido ao maior distanciamento dos arrozais. A escolha do segundo ponto (Ponto 02) deu-se pela proximidade em relação às lavouras, este ponto mais especificamente localiza-se no exutório da lagoa Negra.

FIGURA 9 - Arroio Situado na Área do Hospital Colônia

FONTE: Michelle R. de Aguiar (julho de 2007).

As datas de coleta da água foram delimitadas com base na safra do arroz, ou seja, a primeira coleta antes do plantio; a segunda após a efetivação do plantio e a terceira coleta no início do período de colheita.

Para a verificação dos parâmetros de qualidade das águas foram realizadas coletas superficiais de pontos qualitativos em diferentes períodos do ano. Foram identificados em laboratório, os seguintes parâmetros analíticos de qualidade de água: condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, nitratos (NO_3), oxigênio dissolvido (OD), potencial de hidrogênio (pH), sólidos dissolvidos totais (SDT), sólidos suspensos totais (SST) e turbidez.

- **Condutividade Elétrica:** refere-se à concentração de eletrólitos, a qual determina a capacidade da água em conduzir uma corrente elétrica através dos íons dissolvidos. Com o aumento do conteúdo de sais ionizados, diminui a resistência de uma solução aquática ao fluxo de elétrons. Quanto mais pura for a água, maior será sua resistência ao fluxo elétrico. A condutividade possui grande proporcionalidade com as concentrações dos principais íons determinantes da salinidade como cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonatos, sulfatos e cloretos. Essa correlação existe principalmente em águas continentais ricas em carbonatos. Por meio da medida da condutividade pode-se detectar fontes poluidoras nos sistemas aquáticos,

uma vez que valores elevados podem indicar poluição. Portanto é uma maneira de avaliar a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos. Também pode fornecer informações sobre o metabolismo do ecossistema aquático (principalmente aqueles derivados das atividades humanas) que ocorrem em sua bacia de drenagem. Assim, a influência direta e indireta das atividades antrópicas desenvolvidas nas bacias, tais como lançamentos de efluentes domésticos e industriais e atividades agropastoris nos recursos hídricos (lagos, reservatórios, rios), pode ser avaliada mais facilmente quando se dispõe de dados sobre a condutividade elétrica da água, uma vez que o resultado da poluição pode ser detectado pelo aumento desta condutividade no curso d'água (MORAES, 2001 & CETESB, 2004 *apud* ZANETTI, 2005).

- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): indicador da poluição orgânica das águas. Este parâmetro decorre da introdução de matéria orgânica biodegradável no manancial. Os microrganismos decompositores do ambiente aquático utilizam a matéria orgânica biodegradável como alimento e fonte de energia, desenvolvendo-se por multiplicação a partir da disponibilidade desta matéria orgânica. A DBO possibilita a avaliação de um efeito importante da poluição, sem que haja, necessariamente, a identificação e avaliação de todos os compostos orgânicos presentes e a determinação estequiométrica (investigação das proporções dos elementos que se combinam ou dos compostos que reagem) da quantidade de O₂ que cada um deles necessita para sua oxidação (BRANCO, 1991). É a medição da quantidade de oxigênio que seria consumido se as bactérias e protozoários oxidassem toda a matéria orgânica em um litro de água, por exemplo. Se o nível for baixo demais, poderá colocar os organismos aquáticos em risco.

- Fósforo Total: na maioria das águas superficiais a concentração de fósforo varia entre 0,005 e 0,02mg/l de fosfato como P (fósforo). Águas com altas concentrações de fosfato (PO₄) indicam contaminação por detergentes (domésticos e/ou industriais) ou por lixiviação de fertilizantes. O fósforo é, geralmente, o nutriente limitante para o crescimento das algas e, portanto, controla a produtividade primária de um corpo d'água. O fósforo é um dos principais elementos necessários para o crescimento de plantas e animais. Este elemento, em sua forma elementar, é muito tóxico. Os fosfatos são formados a partir desse elemento. A ocorrência deles pode resultar da quebra de pesticidas orgânicos, que contêm fosfatos. Eles podem existir em solução, como partículas, fragmentos soltos ou nos corpos de organismos aquáticos. A água das chuvas pode fazer quantidades variadas de fosfato irem do solo das fazendas para as águas próximas. O fosfato estimula o crescimento de plânctons e plantas aquáticas, que servem de

alimento para os peixes. Esse aumento na produção primária pode acarretar em um aumento na população de peixes, melhorando a qualidade geral da água.

Entretanto, se um excesso de fosfato entrar nas águas, as algas e as plantas aquáticas crescerão de forma intensificada, podendo ocorrer um processo de eutrofização das águas devido ao consumo de grandes quantidades de oxigênio.

- Nitratos (NO_3): este íon é uma forma comum de nitrogênio nas águas, no entanto seus níveis normais raramente excedem a 0,1mg/l como nitrogênio (N). A poluição dos mananciais superficiais e subterrâneos decorre pelo arraste de fertilizantes, entre outras formas de poluição. Em lagos os níveis de NO_3 superiores a 2,0mg/l como N tendem a eutrofizar o meio. O nitrogênio é um dos elementos mais abundantes. Cerca de 80% do ar que respiramos é nitrogênio. Ele é encontrado nas células de todos os seres vivos e é o principal componente das proteínas. O nitrogênio orgânico pode existir no estado livre como gás [N_2], ou como nitrato [NO_3^-], nitrito [NO_2^-] ou amônia [NH_3^+]. O nitrogênio orgânico é encontrado em proteínas, sendo continuamente reciclado por plantas e animais. Os compostos contendo nitrogênio agem como nutrientes em ambientes aquáticos. As reações do nitrato [NO_3^-] em água doce podem causar depleção de oxigênio. Assim, organismos aquáticos que dependem do fornecimento de oxigênio do manancial morrerão. As principais rotas de entrada de nitrogênio nos mananciais são: esgotos doméstico e industrial, tanques sépticos, descargas dos confinamentos de animais, detritos animais (incluindo pássaros e peixes) e descargas de escapamentos de carro. As bactérias presentes na água rapidamente convertem os nitritos [NO_2^-] em nitratos [NO_3^-].

- Oxigênio Dissolvido (OD): varia de acordo com a pressão e a temperatura. Quanto maior a poluição das águas, maior o consumo de oxigênio devido à disponibilidade de nutrientes que possibilitam a multiplicação de microrganismos. Águas não poluídas apresentam concentrações de OD em torno de 10mg/ O_2 /l. A análise de oxigênio dissolvido mede a quantidade de oxigênio gasoso dissolvido em uma solução aquosa. O oxigênio entra na água por difusão a partir do ar circundante, por aeração (movimento rápido), e como um produto descartado da fotossíntese. É necessário se ter oxigênio dissolvido em quantidades adequadas para uma boa qualidade da água. O oxigênio é um elemento necessário para todas as formas de vida. Os processos de purificação naturais da água requerem níveis adequados de oxigênio para a sobrevivência das formas aeróbicas de vida. Quando os níveis de oxigênio dissolvido na água caem abaixo de 5,0mg/l, a vida aquática é estressada.

- Potencial de Hidrogênio (pH): parâmetro que indica a natureza ácida ou básica da água. O pH pode variar de 0 a 14 (ácido - alcalino), sendo o valor sete a representação da condição neutra. De modo, geral este parâmetro situa-se entre 6,0 e 8,5. O pH é uma medida de natureza ácida ou básica de uma solução. A concentração da atividade do íon de hidrogênio [H⁺] em uma solução determina o pH. O valor de pH é a energia negativa, à qual 10 deve ser elevado para igualar a concentração de íon de hidrogênio. A faixa de pH de 6,0 a 9,0 parece dar proteção para a vida de peixes e invertebrados que vivem no fundo de águas doces.

- Sólidos Dissolvidos Totais (SDT): corresponde à soma das concentrações de cada um dos íons individuais que compõem a solução. Este parâmetro é formado pelos sólidos filtráveis. Substâncias que não passam através de um filtro de 0,45 microm, mas que ficam depositadas como resíduo quando a água se evapora. O SDT é a soma dos cátions, ânions e sílica dissolvidos na água.

- Sólidos Suspensos Totais (SST): na prática, os sólidos suspensos totais são aqueles retidos por filtração com uma membrana de porosidade específica, onde os sólidos não retidos por esta membrana são denominados “filtráveis”. Sólidos em suspensão são os que têm partículas superiores a 1µm. Na prática, sólidos suspensos são aqueles possíveis de serem retidos em análise de laboratório por uma filtração. São, pois, todos os sólidos em estado grosseiro.

- Turbidez: é a medida da quantidade de partículas em suspensão (material insolúvel) presentes na água que impedem a passagem da luz. As partículas que conferem turbidez à água são: argilas, siltes e areias, partículas finas de matéria orgânica e inorgânica, plâncton e organismos microscópicos. Algas, sedimentos suspensos e matéria orgânica na água aumentam a turbidez a níveis não salutar para determinados organismos. A determinação do parâmetro turbidez é importante, pois um alto nível de partículas suspensas no manancial é capaz de difundir a luz solar e absorver o calor, o que aumenta a temperatura e reduz a luz disponível para as plantas. A turbidez aumenta com a erosão da margem, crescimento excessivo de algas e alterações no fluxo do manancial.

Independentemente do uso que se faça, a água apresenta características advindas de inúmeros elementos e compostos, sólidos, líquidos ou gasosos, em diferentes proporções.

Tais elementos provêm do ar (através da condensação e precipitação), dos solos e rochas (onde a água circula ou é armazenada) e, também, das interferências do homem. Assim, pretende-se verificar a partir de análises laboratoriais, como se apresentam os parâmetros físico-químicos da água da lagoa Negra.

A coleta das amostras de água foi feita em dois pontos: exutório e margem sul da lagoa. Este procedimento aconteceu em três períodos distintos: uma coleta antes de iniciar o plantio do arroz (29 de agosto de 2007), uma coleta intermediária durante o período de plantio (06 de dezembro de 2007) e a terceira e última coleta no início da colheita (13 de março de 2008).

A análise laboratorial das amostras de água foi realizada pelo Laboratório de Ecologia, do Instituto de Biociências, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Depois de coletadas, as amostras foram armazenadas em isopor contendo gelo, para que não perdessem as propriedades até o momento da análise em laboratório.

Abaixo segue o QUADRO 1, com os parâmetros analisados e as respectivas metodologias de análise utilizadas por este laboratório:

QUADRO 1
Metodologias de Análise Utilizadas pelo Laboratório de Ecologia da Ufrgs

PARÂMETRO	UNIDADE	METODOLOGIA	REFERÊNCIA	LD
Condutividade	µS/cm	Condutometria	NBR 14340/1999	0,1
DBO	mgO ₂ /L	Método de Winkler	Standard Methods 21 ST	1,00
Fósforo Total	mgP/L	Absorciometria c/ redução do ácido ascórbico	Standard Methods 21 ST	0,010
Nitrato	mgNO ₃ -N/L	Espectrofotometria UV	Standard Methods 21 ST	0,200
Oxigênio Dissolvido	mgO ₂ /L	Método de Winkler	Standard Methods 21 ST	0,10
pH	-----	Método Potenciométrico	Standard Methods 21 ST	0,01
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	Gravimetria – secagem à 180°C	Standard Methods 21 ST	10
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	Gravimetria – secagem à 180°C	Standard Methods 21 ST	10
Turbidez	NTU	Nefelometria	NBR 11265/1990	1,00

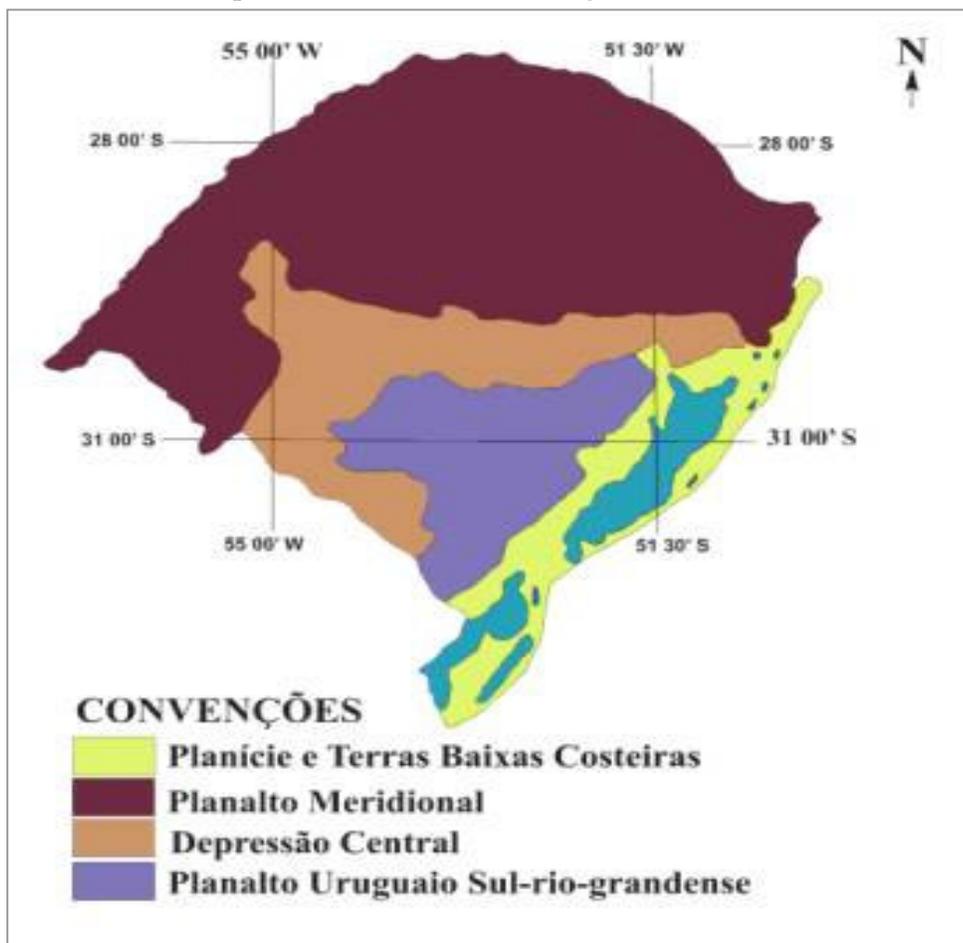
LD = Limite de Detecção

3. FORMAÇÃO E DINÂMICA NATURAL DA LAGOA NEGRA

3.1. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos no Âmbito Regional

Para entendermos a atual situação de dinâmica natural da área em estudo, torna-se necessário elucidar o contexto geológico/geomorfológico do Estado do Rio Grande do Sul, o qual compartimenta-se em quatro grandes unidades do relevo, que são: o Planalto Meridional, a Depressão Central, o Planalto Uruguaio Sul-riograndense e a Planície e Terras Baixas Costeiras, segundo Ab' Saber (1969, FIG. 10).

FIGURA 10 - Mapa das Unidades Geomorfológicas do Rio Grande do Sul

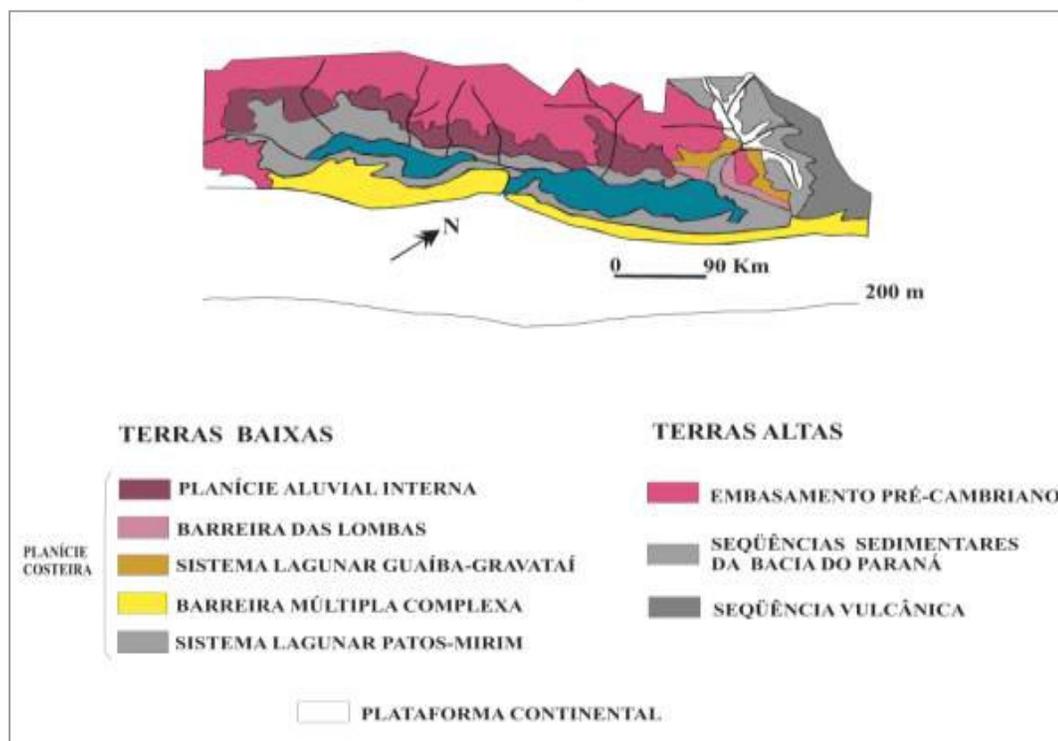


FONTE: Modificado de Ab'Saber (1969).

A lagoa Negra está inserida em uma área de interface de dois compartimentos geomorfológicos do Estado, ou seja, entre o Planalto Uruguaio Sul-riograndense e a Planície Costeira, fazendo parte desta última. A atual linha de costa desta planície, praticamente retilínea, possui uma orientação NE-SW e estende-se por uma distância de 620km, desde Torres, ao norte, até a desembocadura do arroio Chuí, ao sul.

Atualmente a lagoa Negra faz parte do Sistema Lagunar Patos e é limitada a leste pela Barreira Múltipla Complexa responsável pela fase final de isolamento deste sistema (FIG. 11).

FIGURA 11 - Compartimentação Geomorfológica da Planície Costeira do RS



FONTE: Modificado de Villwock e Tomazelli, 1995 *apud* Suertegaray, 1996.

Segundo Schwarzbald & Schäfer (1984), a Planície Costeira do Rio Grande do Sul, onde se encontram as lagoas, possui uma extensão aproximada de 640Km do limite leste com Oceano Atlântico, desde os promontórios de Torres, ao norte, até La Coronilla, no Uruguai, ao sul.

Esta planície abrange uma superfície aproximada de 22.740Km² de terras emersas e 14.260Km² de superfícies de lagoas e lagunas, num total de 37.000Km². Têm maior

importância, pelas suas superfícies, a laguna dos Patos com 9.280Km², a laguna Mirim com 3.520Km² (incluindo território uruguaio), a lagoa Mangueira com 802Km², enquanto as demais somam 660Km². Além das grandes lagunas Patos e Mirim, a área apresenta uma seqüência de lagoas, algumas mais interiores, como a dos Barros e outras menores da região de Osório, mas a maioria formando uma seqüência de lagoas em rosário, paralelas à linha da costa oceânica. O QUADRO 2 apresenta um resumo dos principais eventos da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, relacionados à gênese das lagoas, segundo Schwarzbald & Schäfer (1984).

Devido às oscilações do nível do mar, nos últimos 400.000 anos, a Planície Costeira teve seu desenvolvimento geológico/geomorfológico definido pelas migrações da linha de praia causadas por estas oscilações. Durante este período formou-se quatro sistemas deposicionais do tipo “laguna-barreira”, caracterizados por um pico de elevação no nível marinho, o que causou o recuo da linha de praia no continente (transgressão), seguido de uma fase de rebaixamento no nível do mar, causando o avanço da linha de praia em direção à plataforma (regressão).

Segundo Schwarzbald (1982), as transgressões e regressões marinhas que se fizeram sentir durante o Pleistoceno continuaram ocorrendo durante o Holoceno, sem a amplitude e duração daquele, contudo, segundo este autor, as oscilações do nível do mar também se fizeram sentir sobre o nível das lagunas já existentes.

A conseqüência é que houve um crescimento das restingas para leste da linha de praia, com acúmulo de sedimentos praias arenosos: nas bordas lagunares a acumulação também se fez sentir por acreção de sedimentos areno-argilosos. Estas deposições em baixios, sofrendo invasão de corpos lagunares, desenvolveram ambientes palustres, cujas presenças têm alta significação na tipologia das lagoas costeiras.

Segundo Fairbride (1961) *apud* Schwarzbald (1982), os depósitos formados no Holoceno tiveram pouca altura, oscilando entre 1 e 5 metros, coerentes com as oscilações do nível do mar durante essa época. Mas sua extensão superficial foi ampla, atingindo as bordas da face voltada para o mar, desde o sul de Santa Catarina até La Coronilla, no Uruguai.

Na face interna lagunar, mais amplamente nas lagunas dos Patos e Mirim, estes depósitos tiveram grande importância, sendo responsáveis pelos atuais contornos, com presença de pontais e esporões que estas margens apresentam.

QUADRO 2

Resumo dos Principais Eventos da Planície Costeira do RS, Relacionados à Gênese das Lagoas

É P O C A	TEMPO	ETAPA DA GÊNESE LAGUNAR	SISTEMA DE LAGOAS FORMADO	NÍVEL H. NORTE (m)	NÍVEL NA REGIÃO (m)
	Nível mín. e máx. (x 1.000 anos)				
P L E I S T O C E N O	275	-	-	- 20	-
	250	Submersão total	-	+ 100	+ 25 a + 20
	180	Desvio da água continental em direção SW	Início l. Patos e Mirim	- 40	-
	150	Submersão com formação de barra marinha ampla	Laguna dos Patos e Mirim	+ 60	+ 20 a + 12
	125	Desvio da água da l. dos Patos até próximo a Rio Grande; isolamento da l. Mirim	Laguna dos Patos e Mirim	-70	-
	80	Sedimentação lagunar do leito da l. dos Barros e praia marinho do “sistema de Osório”	Início lagoa dos Barros e a sistema Osório	+ 15	+ 12 a + 6
	60 – 16	Isolamento de vasto sistema de lagoas (maioria colmatadas por erosão); rompimento barra Taim; isolamento da l. Caiubá	Lagoa dos Barros Lagoas de Osório Lagoa Caiubá	- 100	-
H O L O C E N O	16 – 6	Reingresso do mar na l. Mirim	Início sistema de lagoas em rosário a leste e associadas a l. dos Patos	6	6
	5	Deposição lagunar (Patos e Mirim) e isolamento do sistema de lagoas em “rosário” a leste por feixes de restinga	L. Negra e outras da margem lagunar; Itapeva, Quadros, l. em rosário até São José do Norte	5	5
	3	Crescimento dos feixes de restinga para SW da barra do Taim	Lagoa das Flores e início l. Mangueira	3	3
	2,6	Fechamento dos feixes de restinga a leste do canal do Taim; rompimento da barra ao norte da l. Mirim e formação do canal São Gonçalo	Lagoa Mangueira Lagoa Nicola Lagoa Jacaré	2	2

TE: Modificado de Schwarzbold (1982).

A última transgressão marinha (referente à formação do sistema de laguna-barreira IV, há aproximadamente 5.000 anos), chegando o nível do mar acima de 5m do atual, deixou como testemunho uma barreira de sedimentos praias e eólicos, responsável pela formação de um sistema constituído por um conjunto complexo de ambientes e subambientes deposicionais, os quais incluem, entre outros, os corpos aquosos costeiros, ou seja, lagoas e lagunas e os sistemas paludiais, pântanos, alagadiços e turfeiras (VILLWOCK & TOMAZELLI, 1995).

Segundo Schwarzbald (1982) *apud* Schäfer (1984) a lagoa Negra foi formada durante o Holoceno, havendo neste período erosão, transporte e redeposição dos sedimentos em fundo oceânico raso. Barnes, (1997) *apud* Schäfer (1984) afirma que no grupo de lagoas formadas direta ou indiretamente pelas conseqüências climáticas e morfológicas dos períodos de glaciação, entre outras, as lagoas costeiras representam o modelo mais recente.

As distintas fases de transgressão e regressão marinha deram início à formação de barreiras paralelas à costa, nas chamadas costas de emersão. Tais barreiras, quando totalmente isoladas do mar, criaram depressões possibilitando a formação de corpos d'água doce ou lagunas, estas com ligação permanente ao mar.

Segundo Ufrgs (1982), ao longo da laguna dos Patos é bastante comum a formação de barras arenosas, efêmeras, dentro da laguna e paralelas à praia. Na extensa costa arenosa da laguna dos Patos, limite sul do distrito de Itapuã, as praias são mais largas, chegando, como a praia de Fora, a desenvolver um campo de dunas baixas bem além da linha de costa.

O mecanismo da deriva de praia (com sentido geral predominante oeste-leste ao longo dessa costa), resultante da ação continuada das vagas de arrebentação, elaborou no extremo leste da praia de Fora, uma forma típica de pequena restinga ou esporão arenoso (Pontal das Desertas) que avança, emerso, cerca de 5Km para dentro da laguna dos Patos. Cabe ressaltar que a evolução desse cordão arenoso foi responsável pelo fechamento da lagoa Negra, isolando-a completamente do complexo lagunar Patos.

Segundo Kishi (1991), a área de maior captação da lagoa Negra é constituída pelos terrenos a oeste e a norte: vertente do morro da Grota, FIG.12, planície cultivada com arroz irrigado e, também, vertente sudeste da Coxilha das Lombas (FIG. 13). Considera-se que, a única saída (exutório) das águas da lagoa Negra se dá por um canal artificial, o qual direciona as águas desta lagoa para laguna dos Patos.

Segundo Plano de Manejo (1997), as altitudes do Parque Estadual de Itapuã

FIGURA 12 - Vertente Sudeste do Morro da Grota



FONTE: Michelle R. de Aguiar (julho de 2007).

FIGURA 13 - Vertente Sudeste da Coxilha das Lombas



FONTE: Michelle R. de Aguiar (outubro de 2005).

variam de 5m a 263m. Segundo Fujimoto (1997), a área de Itapuã, especificamente onde se situa a lagoa Negra, corresponde às áreas de sedimentação moderna sob a forma de terras

baixas. Genericamente, trata-se de material arenoso e localmente argiloso, depositados durante os já citados pretéritos eventos marinhos transgressivos e regressivos, e posteriormente retrabalhados em ambiente costeiro e que caracterizam a formação de toda a planície costeira.

A partir do estudo realizado por Fujimoto (1997) sobre a compartimentação do relevo na área de Itapuã, a lagoa Negra faz parte do padrão representado pelas Formas em Planícies Lagunares Interiores. Este compartimento, segundo a autora, apresenta-se como uma extensa área plana com cotas altimétricas inferiores a 10m, chegando quase em toda a sua extensão a equivaler-se ao nível do mar. As áreas alagadiças encontradas nesse padrão constituem-se em formas de relevo em planície lagunar com banhados que, juntamente com as demais formas desse padrão, encontram-se no mesmo nível topográfico, formando uma extensa área plana.

Seguindo-se ao norte da lagoa Negra está uma ampla área que, segundo Fujimoto (1997), apresenta-se como uma extensa planície lagunar sem banhados, referindo-se a uma área não alagada. Nesta planície lagunar sem banhados, desenvolve-se grandes lavouras de arroz alternadas em rotação com a pecuária.

Segundo Plano de Manejo (1997), a planície lagunar apresenta algumas pequenas ondulações (dunas) devido a depósitos eólicos, localizados principalmente a sudeste da lagoa Negra. As áreas baixas alagáveis (áreas de banhados) estendem-se até a lagoa Negra e a lagoa do Meio (ou lagoa do Palácio), esta última situada ao sul da área em estudo.

3.2. Aspectos Climáticos

A área de estudo localiza-se dentro da classe Cfa, descrita como clima subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes, sendo a média do mês mais quente superior a 22 °C e média do mês mais frio entre os limites – 3 °C e 18 °C. A temperatura média anual oscila em torno dos 17 °C e a precipitação média fica entre 1.100 e 1.300mm (KÖEPPEN, 1948 *apud* IRGANG, 2003).

Segundo Ufrgs (1982), não se verificam amplitudes térmicas anuais excessivas (inferiores, talvez, aos 10 °C, considerando a latitude e, também, a proximidade lacustre). A

umidade atmosférica local é favorecida pela existência da brisa lacustre que sopra, durante o dia, para o interior do distrito de Itapuã.

Fonzar (1994) *apud* Irgang (2003), explica que o regime de ventos está vinculado às altas pressões tropicais e polares, representadas pelo Anticiclone Polar Migratório (APM) e pelo Anticiclone Tropical Semifixo do Atlântico Sul.

Os ventos predominantes, segundo Plano de Manejo (1997), é nordeste sendo que no inverno predominam os ventos sul ou sudoeste, particularmente fortes, responsáveis pela correnteza lacustre costeira e diretamente, pela existência e evolução atual dos pontais arenosos costeiros que se desenvolveram para o leste, projetando-se para dentro da laguna dos Patos.

Segundo Plano de Manejo (1997), os nevoeiros são freqüentes e a umidade atmosférica elevada devido à presença, durante todo o ano, das massas de ar marítimas e a proximidade das grandes massas lacustres, o que corrobora também para moderar os rigores do verão (brisa lacustre) e dificultar a ocorrência de geadas durante o inverno.

Irgang (2003) se refere a dados coletados entre 1973 e 1980 na estação meteorológica instalado pelo DEPREC (Departamento Estadual de Precipitação) no Farol de Itapuã. Estes dados indicaram precipitação média anual de 1.022mm, ventos com intensidade média de 4.4m/s e direções predominantes de leste e sul.

3.4. Características Químicas, Físicas e Biológicas da Lagoa Negra

Segundo Esteves (1988), existe na limnologia certa dificuldade na diferenciação entre os conceitos de lago e lagoa. Para tal diferenciação, pode-se tomar a profundidade da bacia lacustre e a profundidade que alcança a região iluminada na coluna d'água. Pode-se, então, classificar como lagoa os ambientes aquáticos rasos, de água doce, salobra ou salgada, onde a radiação solar pode alcançar o sedimento, possibilitando o crescimento de macrófitas aquáticas em praticamente toda sua extensão.

Kishi (1991) faz uma análise ambiental da lagoa Negra determinando baixos valores de alcalinidade para esta, o que acaba por dificultar a neutralização de ácidos fortes propiciando, assim, a acidificação da água. Este fenômeno altera as propriedades físicas e

químicas da água e, conseqüentemente, a estrutura (níveis tróficos) das comunidades aquáticas.

Kishi (1991) afirma, ainda, que as comunidades mais alteradas pelo processo de acidificação são as macrófitas aquáticas e os peixes, enquanto os menos afetados são as bactérias, os fungos e as algas. Os testes de pH, realizados por Kishi (1991), se mantiveram entre 5,5 e 7,0 (considerado baixo) determinando concentrações grandes de ácidos orgânicos dissolvidos de origem alóctone e autóctone.

Esteves (1988) *apud* Kishi (1991) explica que, no Brasil, ecossistemas aquáticos que apresentam baixo pH são encontrados nas regiões de terra firme da Amazônia central, no litoral e em regiões de turfeiras, tendo em comum a cor escura da água. A lagoa Negra pode ser enquadrada no último caso, pois às suas margens é encontrada vegetação típica de áreas turfosas, como a *Drosera* sp. (pequena planta insetívora, FIG. 14) e, seguindo ao norte da lagoa Negra encontra-se quatro grandes jazidas de turfeiras (RANGRAB *et al* 2000).

FIGURA 14 - Drosera, Planta Insetívora, Encontrada em Ambientes de Turfeira.



FONTE: Michelle R. de Aguiar (outubro de 2005).

Outro manancial hídrico semelhante à lagoa Negra é encontrado apenas na planície costeira uruguaia, conhecida como laguna de Los Defuntos. Pelos altos teores de fósforo e também de sílica, a lagoa Negra poderia ser classificada como hipereutrófica. No

entanto, a pobreza em nitrogênio e o alto teor de ácidos húmicos e fúlvicos classificam-na como distrófica, como é comum acontecer em regiões de turfeiras (KISHI, 1991).

Segundo Pedrosa & Rezende (1999), quando um sistema tem suas águas “tingidas” por substâncias húmicas, geradas pela decomposição de fontes orgânicas vegetais, é chamado de distrófico, nesse caso a fonte principal de matéria orgânica tende a ser alogênica (quando a matéria orgânica é gerada fora do manancial).

De Luca *et al* (1991), classificam a comunidade planctônica da lagoa Negra como característica de mananciais distróficos, QUADRO 3, com predominância de sílica e fósforo. Entre os organismos fitoplanctônicos, predominam as algas diatomáceas, cuja principal característica é a incorporação da sílica no seu material celular.

QUADRO 3
Critérios Morfológicos, Químicos e Biológicos do Estado Trófico de Lagoas

CRITÉRIO	OLIGOTRÓFICO	EUTRÓFICO	DISTRÓFICO
Distribuição	Montanhas (alpino)	Planície e montanha média	Maioria na Escandinávia
Morfologia	Profundo, margem estreita	Raso, margem larga	Variável
Cor da água	Azul-verde	Marrom-verde Amarelo-verde	Marrom-amarelo
Transparência	Grande	Pequena – muito pequena	Pequena
Nutrientes	Pobre em N e P Ácido húmico ausente	Rico em N e P Pouco mat. Húmico	Pobre em N e P Muita substância húmica
Sólidos suspensos	baixo	Alto	baixo
Sólidos dissolvidos	baixo, pobre em N	Alto	baixo
Oxigênio	alto	alto superficial, baixo sob o gelo ou termoclima	alto
Macrófitas	poucas espécies, raramente abundantes, mas encontradas em águas profundas	muitas espécies, abundantes em águas rasas	poucas espécies, algumas abundantes em águas rasas
Plâncton	Baixa quantidade	Alta quantidade	Baixa quantidade
Benton	Heterogêneo	Restrito	Muito restrito
Peixes	poucas espécies	muitas espécies	muito poucas espécies, quase nada
Sucessão	Para eutrófico	Para banhado	Para turfeira

FONTE: Modificado de Schäfer (1984).

Segundo Kishi (1991a), o teor de sais dissolvidos na lagoa Negra é baixo, mas suficiente para a sustentação da vida aquática, havendo uma predominância total de fitoplâncton (cianofíceas, diatomáceas, clorofíceas e flagelados pigmentados) sobre o zooplâncton (crustáceos, rotíferos e protozoários).

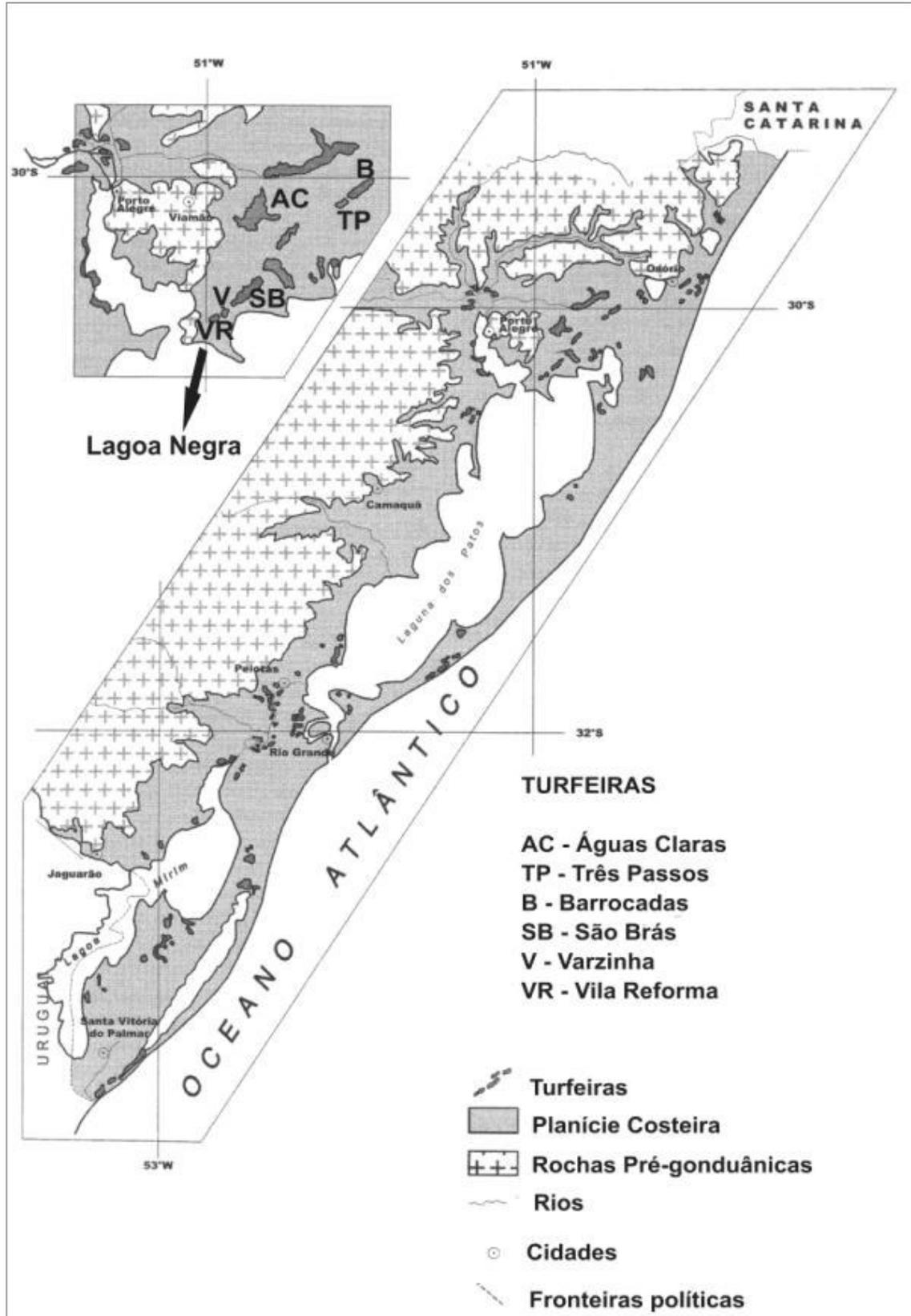
Sobrinho (1961) *apud* Ribeiro (1984) salienta que devido ao processo de assoreamento dos corpos hídricos localizados na faixa costeira do Rio Grande do Sul, formaram-se lagos que constituíram uma zona de interface com a laguna dos Patos.

A formação destes lagos remonta, em sua origem, a sedimentos e biocenoses (diversidade de espécies em uma mesma região) herdados tanto da laguna quanto aportados posteriormente de uma área continental, que no passado foi ocupada pelo oceano. A biocenose, na lagoa Negra, é caracterizada pela baixa diversidade nas comunidades bentônicas, nectônicas e planctônicas, respectivamente.

As características tróficas da lagoa Negra e, também, o fato de estar inserida em uma região onde ocorrem jazidas turfáceas, FIG. 15, corrobora com a tendência de que, num futuro remoto, esta lagoa pudesse vir a se tornar, também, uma imensa turfeira.

Segundo Suguio (1992), o conceito de turfa é definido como sendo um resíduo carbonoso castanho escuro ou preto produzido por decomposição parcial de plantas em áreas pantanosas. Em geral, conforme este autor, os fragmentos de plantas vasculares das turfas conservam ainda as estruturas que permitem identificar as plantas que lhes deram origem. Corresponde a primeira etapa da incarbonização (processo de perda de voláteis como oxigênio, hidrogênio, e nitrogênio enriquecendo-se relativamente em carbono), levando através de fases sucessivas de maturação à formação do carvão ou hulha.

FIGURA 15 - Ocorrência de Turfeiras na Planície Costeira do RS



FONTE: Modificado de Rangrab *et al* (2000).

4. ANÁLISE DA OCUPAÇÃO E USO DO SOLO NO ENTORNO DA LAGOA NEGRA

4.1. Análise da Cobertura Vegetal no Entorno da Lagoa Negra

Genericamente a área em estudo está inserida, segundo IBGE (1970) *apud* Suertegaray (1996), nos domínios fitogeográficos de campos do Estado do Rio Grande do Sul.

A cobertura vegetal no entorno da lagoa Negra, segundo Mapa de Cobertura Vegetal e Uso da Terra de Itapuã/RS, de Fujimoto (1994), é composta por vegetação de gramíneas em banhados por praticamente toda sua extensão, vegetação arbustiva em dunas fixas a leste, mata natural nos domínios de morro a oeste, vegetação de gramíneas em áreas inter-dunares a leste e sul e, também, áreas esparsas de florestamento com a espécie exótica *Eucaliptos* sp. a norte da lagoa (FIG. 16).

FIGURA 16 - Plantação de Eucaliptos na Margem Norte da Lagoa Negra



FONTE: Michelle R. de Aguiar (julho de 2007).

Não se sabe ao certo quando os eucaliptos foram introduzidos em Itapuã, mas é sabido, a partir de conversas com a população local, que foram plantados com o intuito de diminuir o impacto dos fortes ventos que assolam a região. Leite & Klein (1990) *apud* Irgang (2003) classificam a região de Itapuã e, conseqüentemente a lagoa Negra, entre as áreas de formações pioneiras dos tipos fitogeográficos do Estado.

Tais formações caracterizam-se como formações vegetais ainda em fase de sucessão, com ecossistemas dependentes de fatores ecológicos instáveis.

“Na beira das lagoas e outros locais com águas represadas, ocorrem populações densas de juncos (*Scirpus californicus*) com até dois metros de altura. Nas encostas arenosas e secas das lagoas, as areias das dunas móveis são fixadas por uma vegetação composta principalmente por poucas espécies de gramíneas, ciperáceas, apiáceas e asteráceas. Entre as gramíneas (família Poaceae), destacam-se *Elionurus candidus* (capim-amargoso) e *Panicum racemosum* (capim-de-dunas), em uma associação denominada *Eleonurito-panicetum*. Nas zonas em que as dunas já se encontram fixadas, formam-se campos secos ou úmidos podendo apresentar árvores isoladas ou capões. (IRGANG, 2003:44)”.

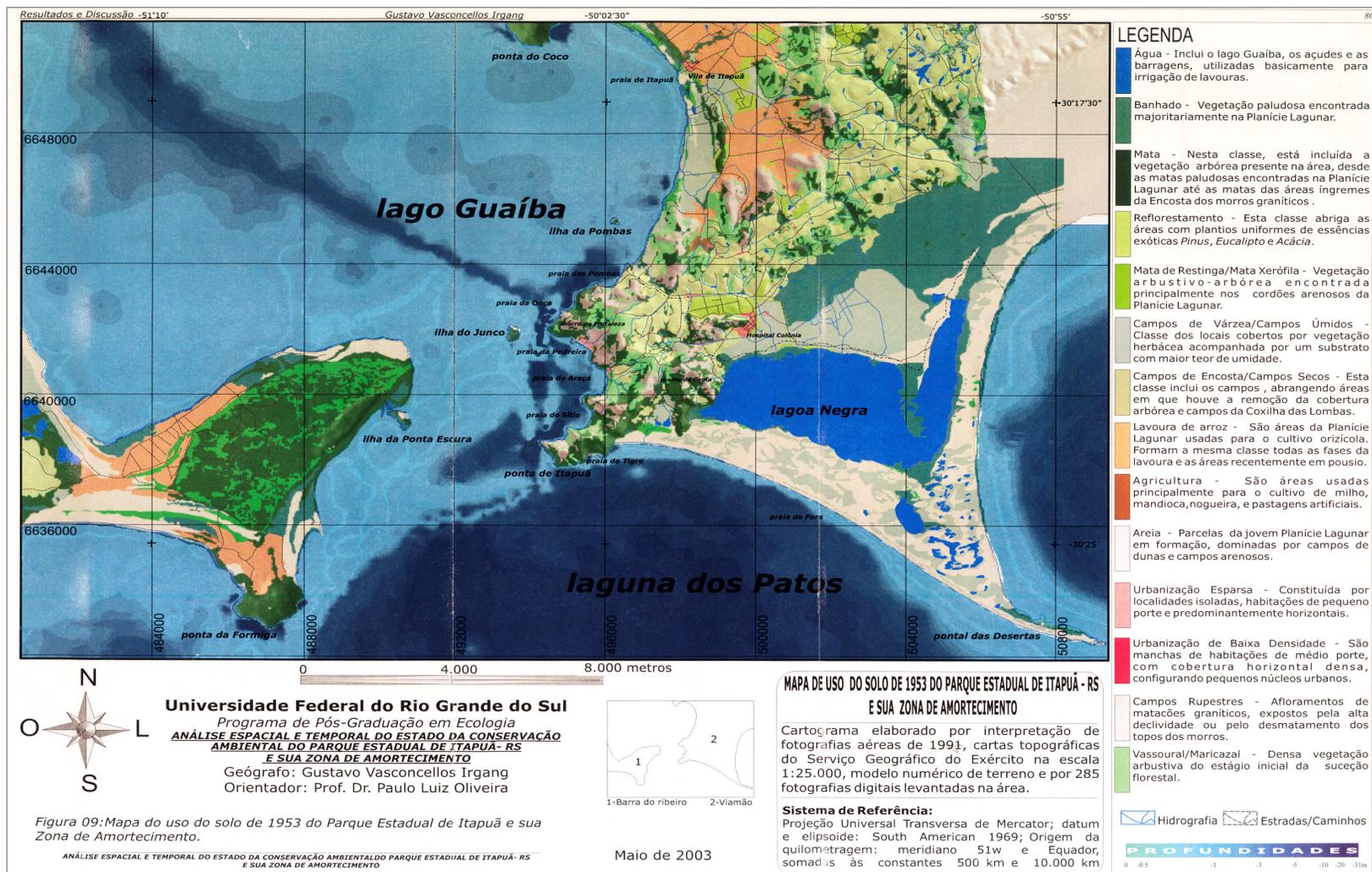
Nas encostas arenosas e secas das lagoas, as areias das dunas móveis são fixadas por uma vegetação composta principalmente por poucas espécies de gramíneas, ciperáceas, apiáceas e asteráceas.

Segundo Irgang (2003), em seu Mapa de Uso do Solo de 1953 do Parque Estadual de Itapuã e sua Zona de Amortecimento, FIG. 17, a área ao norte da lagoa Negra, atualmente destinada ao plantio de arroz, era originalmente ocupada por campos de várzea/campos úmidos, classificados pelo autor como locais cobertos por vegetação herbácea, acompanhados por um substrato com maior teor de umidade.

Estes locais estão inclusos nas formações pioneiras e podem ser considerados como partes de terra alagada, permanentemente ou temporariamente, situados em depressões ou em regiões baixas, ou ainda em margens de rios e lagos, com uma composição de flora e fauna bem características, sendo uma etapa intermediária na formação de turfeira, através do processo de eutrofização e sedimentação dos corpos lênticos (IRGANG & GASTAL JR., 1996 *apud* IRGANG, 2003).

Segundo Irgang (2003), estes sistemas são extremamente frágeis em função da regularidade do regime hídrico, pulsando conforme a presença da água, onde as alterações deste regime por drenagem, aterros, esgotos, entre outros, costumam ter ação rápida e mortal sobre estes ambientes.

FIGURA 17 - Mapa de Uso do Solo de 1953 do PEI e sua Zona de Amortecimento



FONTE: Irgang (2003).

Irgang e Gastal Jr. (1996) *apud* Irgang (2003) inferem sobre a importante função dos banhados devido ao chamado “efeito esponja”, pois, quando há excesso de chuvas eles absorvem e armazenam esse excesso, evitando inundações e funcionando como filtro biológico na proteção de nascentes de qualquer manancial hídrico.

Segundo Plano de Manejo (1997), na beira das lagoas e outros locais com águas represadas, ocorrem populações densas de juncos (*Scirpus californicus*) com até 2m de altura. Nos campos úmidos, onde há acumulação de húmus, ocorre maior diversidade de espécies.

No entorno da lagoa Negra, em terrenos pantanosos, desenvolvem-se matas brejosas ou de restinga, composta principalmente por *Ficus organensis* (figueira), *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), *Guapira opposita*, *Sebastiania commersoniana*, *Erythrina crista-galli*, mirtáceas e touceiras de bromeliácea. Nas bordas destas e também dos capões pode ocorrer vassourais (IRGANG, 2003).

As zonas de banhados são centros de intensa vegetação palustre, com espécies flutuantes, sem raízes terrestres, como *Eichhornia crassipes* (aguapé), *Azola* sp. e *Salvinia* sp. (pteridófitas flutuantes); com espécies de rizomas enterrados no limo e folhas flutuantes, como *Pontederia cordata* e *Eichhornia azurea*.

Nas margens úmidas crescem *Ludwigia* sp. (cruz-de-malta), *Utricularia* sp., juncáceas, cipseáceas e gramíneas. Ocorrem aí também populações agrupadas de *Mimosa bimucronata* (maricá), arbusto ou arvoreta característico por seus espinhos, formando o maricazal (IRGANG, 2003).

Giora *et al* (2005) apontam três grupos de macrófitas predominantes na lagoa Negra: a *Pistia stratiotis* (alface d’água), a *Salvinia auriculata* (salvinea) e a *Polygonum* sp. As macrófitas aquáticas são plantas evolutivamente retornadas do ambiente terrestre para o aquático e, ainda apresentam características dos vegetais superiores terrestres, sendo divididas em diferentes grupos ecológicos.

Entre os organismos fitoplanctônicos, segundo De Luca *et al* (1991), predominam as algas diatomáceas, cuja principal característica é a incorporação da sílica no seu material celular. Estas algas são um sinônimo de boa qualidade da água, sendo utilizadas como alimento por protozoários e peixes.

4.2. Análise da Fauna no Entorno da Lagoa Negra

De maneira geral, as áreas que circundam as margens lacustres, segundo Jørgensen & Löffler (1995), são colonizadas por uma comunidade muito rica de plantas e animais. As macrófitas são um elemento biótico especialmente importante nestas áreas. Elas são significativas para a organização do meio em termos de espaço, formação de substratos para outros organismos e ciclagem de nutrientes. Habitantes permanentes e temporários estão representados entre as ricas comunidades de animais.

Um número maior de espécies e uma maior densidade animal são usualmente observados nas zonas das margens quando comparados com habitats adjacentes. Representantes de vários grupos tróficos (proporções móveis de herbívoros, carnívoros e detritívoros) são encontrados em habitats das margens lacustres.

Durante os anos de 1990/1991 De Luca *et al* (1991) realizaram coletas de amostras do meio biótico, para caracterizar as comunidades planctônica e bentônica da lagoa Negra. Foi caracterizado, em nível de gênero, o fitoplâncton (cianofíceas, diatomáceas e flagelados pigmentados) e o zooplâncton (crustáceos, rotíferos e protozoários). Segundo os autores, o bentos também foi analisado, mas é praticamente inexistente. Assim, existe uma predominância do fitoplâncton sobre o zooplâncton nestas águas.

Segundo Pedrosa & Rezende (1999), os organismos presentes na água podem ser divididos em produtores primários (alguns gêneros de bactérias, todas as algas e as plantas aquáticas que transformam luz solar em energia química, também chamados de autótrofos), decompositores (bactérias e fungos, que obtêm energia decompondo matéria orgânica) e consumidores (animais que se alimentam de outros organismos).

Segundo Plano de Manejo (1997), a lagoa Negra abriga a maior diversidade de espécies da área, já que está diretamente em contato com duas unidades distintas, o morro da Grota e os campos arenosos do Pontal das Desertas.

Callegaro (1984) afirma que as diatomáceas são o grupo de maior expressão da lagoa Negra. Segundo Callegaro (1984), comparando a composição fitoplanctônica da lagoa Negra com outros biótopos da mesma região, pode-se considerá-la relativamente pobre.

Dulfech (2004) cita em seus estudos, sobre a taxocenose de peixes da lagoa Negra, as espécies mais freqüentes e abundantes em número e biomassa: *Astyanix eigenmanniorum* (lambari), *A. jacuhiensis* (lambari), *Cheirodon ibicuihensis* (lambari), *C. interruptus* (lambari), *Cyanocharax alburnus* (biru), *C. voga* (biru), *Hisonutos nigricauda*

(limpa-vidro), *Hoplias malabaricus* (traíra), *Hyphessobrycon bifasciatus* (lambari), *H. luetkenii* (lambari), *Hipostomus commersonni* (cascudo), *Pimelodus maculatus* (pintado), *Pseudocorynopoma doriae* (lambari).

A autora citada afirma, ainda, que a vegetação marginal da lagoa, representada pelas macrófitas, é um importante habitat para muitas espécies de peixes, servindo de abrigo contra predadores, refúgio para desova e para os indivíduos jovens e, como estoque de alimento.

A lagoa Negra, bem como o seu entorno, serve de refúgio para as mais variadas espécies de animais, além das já citadas, entre elas: capivara, FIG. 18, lontra, mão-pelada, graxain, jacaré-do-papo-amarelo, ratão-do-banhado, zurrilho, maçarico, tarrã, jaçanã, quero-quero, garça-branca, saracura, marreca-piadeira, caneleira, gaivota, biguá, mergulhão, garça, cabeça-seca (migrante do norte), carão, gavião-caramujeiro, cardeal-do-banhado, etc.

FIGURA 18 - Capivaras na Margem Sul da Lagoa Negra



FONTE: Michelle R. de Aguiar (julho de 2007).

Estudos de Giora *et al* (2005) apontam a existência de uma pequena população de peixe elétrico nesta Lagoa, denominado *Eigenmannia trilineata*. A ictiofauna da lagoa Negra, segundo Irgang (2003) é formada, predominantemente, pelos caracídeos (lambaris, dentuços), pimelodídeos (pintados, jundiás), e pelos ciclídeos (carás).

Segundo Dufech (2004), os períodos de primavera e verão são os mais produtivos, tanto em número de indivíduos como em biomassa. Este fato pode ser resultado da maior atividade reprodutiva das espécies ou do aumento na disponibilidade de alimento neste período. A autora salienta que o lambari é uma das espécies mais abundante, em número de indivíduos, independente da estação do ano. As espécies *P. maculatus* e *C. voga* também apresentam uma biomassa relativamente alta durante as quatro estações.

4.3. Análise do Uso do Solo no Entorno da Lagoa Negra

Segundo Plano de Manejo (1997), a palavra Itapuã é de origem indígena guarani e significa “ponta de pedra”. As terras compreendidas pelos limites do Parque de Itapuã originaram-se de uma sesmaria, tendo o padre português José dos Reis, vindo de Laguna/SC, como primeiro proprietário da sesmaria de Itapuã, que se estabeleceu na área no ano de 1733.

A região de Itapuã apresenta um grande valor histórico, não apenas para o Município de Viamão como para o Estado do Rio Grande do Sul, já que entre os anos de 1835 e 1845, segundo Cirne & Nicolini (1985) *apud* Irgang (2003), ocorreram nesta região fatos importantes no que tange a Revolução Farroupilha, onde os Farrapos estabeleceram seus fortes no intuito de impedir a travessia das embarcações imperiais, vindas do Rio de Janeiro, para combater os revolucionários. Tais fortes localizavam-se nos morros de Itapuã e da Fortaleza, os quais atualmente fazem parte do Parque Estadual de Itapuã.

O distrito de Itapuã é o mais meridional dos sete que constituem o Município de Viamão. A ocupação da área, que atualmente corresponde ao distrito de Itapuã, teve início em meados do século XVIII, com a distribuição de sesmarias e o conseqüente estabelecimento de grandes quantidades de terras (UFRGS, 1982).

O surgimento da sede distrital de Itapuã ocorreu na metade do século XIX, através da função comercial como ponto de concentração para o escoamento da produção de vários municípios vizinhos para Porto Alegre via transporte fluvial e lagunar, sendo, por este motivo, mais importante economicamente do que a sede municipal de Viamão. Com a crescente substituição do transporte fluvial pelo rodoviário, entre as décadas de 1950 e 1960, a região de Itapuã perde sua função portuária (FUJIMOTO, 1994).

A partir de 1923, surgiu a atividade pesqueira organizada, com a fundação da Colônia de Pescadores Z-4, com cerca de 150 associados que se distribuíram às margens do Guaíba. A maioria dos pescadores concentrou-se na vila de Itapuã, na área do parque e alguns se instalaram na praia do Sítio e outros na praia da Pedreira (PLANO DE MANEJO, 1997).

Segundo Fujimoto (1994), partir de 1970 intensificou-se um processo de valorização turística no distrito de Itapuã, coincidindo com o parcelamento do solo e estocagem de terras para uso residencial urbano em áreas originalmente rurais. As praias atraíam moradores de Porto Alegre e Viamão que se estabeleciam nos balneários ou na vila, provocando a expansão de moradias de lazer na área rural em Itapuã.

Em 1970, houve um pequeno crescimento no distrito de Itapuã em relação ao Município de Viamão, face à ocupação de terras por migrantes do interior do Estado em busca de emprego na capital e ainda, por porto-alegrenses em busca de aluguéis mais baratos (PLANO DE MANEJO, 1997).

A partir de 1973, segundo Plano de Manejo (1997), quando o poder público estadual decretou as terras ao sul do promontório de Itapuã como de utilidade pública para fins de desapropriação, esta área tem sido alvo de preocupações, no sentido de se preservar a última amostra dos ecossistemas originalmente existentes na região metropolitana de Porto Alegre.

Nesse mesmo ano, a pressão dos movimentos ecológicos contra a destruição das paisagens naturais da região de Itapuã, que tinha como causa principal a extração ilegal do granito, levou a criação do Parque Estadual de Itapuã (IRGANG, 2003).

Segundo Fujimoto (1994), nesta mesma época, a imprensa local passa a alertar sobre a exploração do granito, a retirada ilegal de areia das praias e o surgimento de um loteamento clandestino na praia de fora (praia localizada ao sul da lagoa Negra) e, também, sobre ataques referentes à fauna e flora.

Ao longo do tempo, as sucessivas administrações estaduais, por inexperiência, falta de recursos, descaso ou omissão, oportunizaram a exploração de pedreiras, loteamentos clandestinos de veraneio e visitação desordenada (PLANO DE MANEJO, 1997).

Em 11 de março de 1991, através do Decreto Nº 33.886, a lagoa Negra passa a integrar o parque. No mesmo documento foi determinada a elaboração e a implantação do Plano de Manejo, além do exercício de fiscalização da área com o auxílio da Brigada Militar do Estado.

Neste ano, também, foi efetivada a retirada dos invasores da Praia de Fora, que a partir de 1975 construíram cerca de 800 casas em loteamento ilegal, destinado principalmente para uso de veranistas.

Em outubro de 1996, o Estado consolida a reintegração da posse da área, com a retirada dos 200 ocupantes das praias da Pedreira, das Pombas e do Sítio.

Pesquisas realizadas no ano de 1998, pelo Instituto de Permacultura do Rio Grande do Sul, apoiado pela Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, desenvolveu um diagnóstico eco-sócio-econômico do entorno do PEI. Este estudo demonstrou que, na área rural, a produção agrícola estava centrada na orizicultura e horticultura, com uso de tecnologias de alto impacto ambiental. Antigas criações de gado e produção leiteira estavam em decadência. Extensas áreas de terra estavam sendo abandonadas.

Segundo Irgang (2003), de acordo com levantamento realizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no ano de 1982, o distrito de Itapuã, em seu núcleo urbano (vila de Itapuã e zona rural) possuía 4.225 habitantes, com atividades econômicas voltadas para a agricultura (41,98%), pecuária leiteira (18,32%), pecuária de corte (6,87%), indústria (4,58%), prestação de serviços (21,37%), comércio (4,5%) e caseiros (2,29%).

O distrito de Itapuã apresenta, atualmente, uma população de 5.531 habitantes, sendo 2.876 homens e 2.655 mulheres onde, 3.844 habitantes perfazem a população rural e 1.687 a população urbana. A área territorial do distrito é de, aproximadamente, 350km². Itapuã conta com 193 estabelecimentos comerciais e um total de 3.085 residências entre rurais e urbanas (Censo IBGE, 2004).

Mesmo havendo um aumento na população, as atividades atuais não diferem muito dos dados do levantamento do ano de 1982 (UFRGS, 1982), exceto pelas atividades turísticas relacionadas, principalmente, ao Parque Estadual de Itapuã, o qual emprega funcionários, em sua grande maioria, residentes do distrito.

Fujimoto (1994) salienta que o uso predominante da terra, na região de Itapuã, é o de pastagem associado às áreas de lavoura de arroz, de culturas temporárias e hortifrutigranjeiros onde, associadas a essas unidades são encontradas plantações de eucaliptos esparsas nos campos. Neste sentido:

“O distrito de Itapuã é um mosaico de uso da terra quanto à produção de mercadorias e às relações de produção, o que torna seu espaço de produção social extremamente heterogêneo. Historicamente, este mosaico é resultado da

fragmentação da propriedade, de um certo grau de isolamento durante um longo período e dos fatores antagônicos, mas simultâneos de mudanças e de estagnação, ao que se acrescenta, mais recentemente, a especulação imobiliária a partir das poupanças urbanas (UFRGS, 1982:99)”.

Atualmente, os habitantes da vila de Itapuã, e do próprio distrito, dedicam-se, principalmente na área rural, à agricultura, à pecuária de leite e de corte e produção de hortifrutigranjeiros.

Os moradores da área urbana prestam serviços no Hospital Colônia de Itapuã, dedicam-se à pesca profissional e à atividade de caseiros nos sítios de lazer (Plano de Manejo, 1997). O distrito de Itapuã mantém, ainda, um padrão rural de ocupação, mas apresenta características de uso urbano resultante do processo de valorização turística da área.

A região de Itapuã apresenta grande potencial para visitação e turismo graças as suas características naturais, especialmente suas praias, favorecendo o desenvolvimento do próprio distrito, oportunizando novas fontes de renda com o estabelecimento de infraestrutura e serviços destinados ao turismo (PLANO DE MANEJO, 1997).

4.4. Análise da Intensidade do Uso dos Recursos Hídricos e do Manejo Agrícola no Entorno da Lagoa Negra

A lagoa Negra vem sendo afetada pelas transformações ligadas ao tipo de utilização do solo ocorridas no seu entorno. Antes de uma ocupação mais efetiva do distrito de Itapuã quando predominava a pecuária na região, esta lagoa não sofria tanto os impactos provocados pelos produtores locais. No entanto, quando há o declínio da pecuária e a gradativa substituição pela agricultura sendo, atualmente, predominante o plantio de arroz irrigado e de hortifrutigranjeiros, a lagoa Negra passa a sofrer alterações em consequência destas atividades.

Estas alterações são evidenciadas por Aguiar (2005) a partir de um estudo sobre a evolução espaço-temporal na morfologia da lagoa Negra. Segundo a autora, esta lagoa tem sua área superficial gradualmente expandida devido à utilização de taipas construídas

com madeira e terra, servindo para bloquear o exutório da lagoa Negra nas épocas do plantio de arroz e controlar o fluxo de vazão da lagoa.

Este procedimento fez com que o nível das águas da lagoa Negra fosse elevado, diminuindo as áreas de juncais e banhados existentes nas margens desta lagoa (FIG. 19). Cabe ressaltar que a desigualdade de tamanho que se percebe entre os dois mosaicos de fotografias aéreas (1953 e 1991) é devido à diferença de escala das mesmas, sendo as fotos de 1953 em escala 1:60.000 e as do ano de 1991 em escala 1:40.000. No entanto esta diferença de escalas não prejudica a observação (áreas de juncais e banhados).

A irrigação, na grande maioria das lavouras, é pouco planejada, embora se tenha o domínio da água. O irrigante coloca a água no ponto mais alto e a conduz por gravidade, mantendo uma lâmina de água através de taipas construídas com diferença de nível de 5 a 10cm. A quantidade de água exigida para o cultivo de arroz é o somatório da água necessária para saturar o solo, formar uma lâmina, compensar a evapotranspiração e repor as perdas por percolação vertical, perdas laterais e dos canais de irrigação.

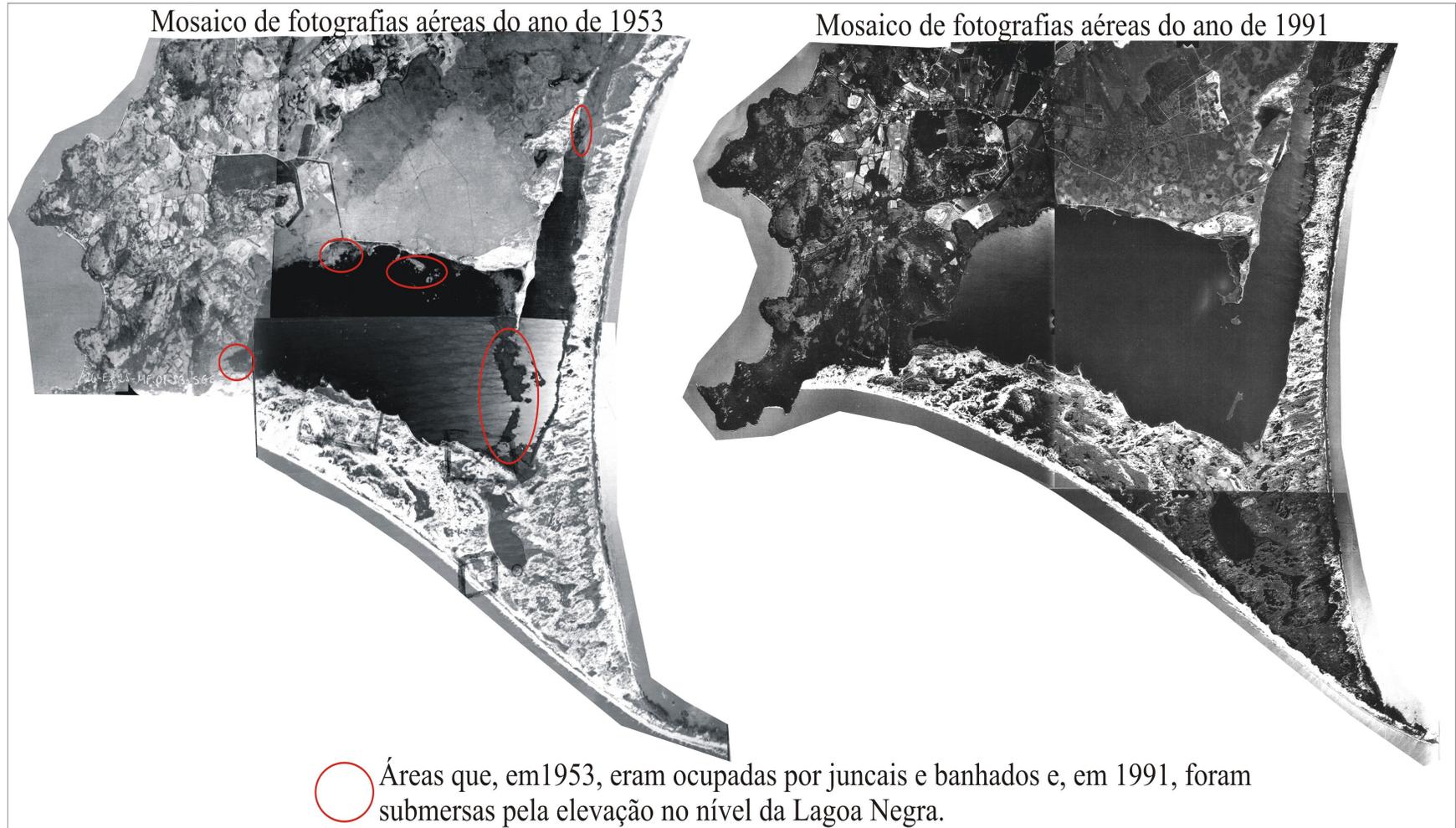
Segundo Arroz Irrigado (2005), os solos próprios para o cultivo do arroz irrigado caracterizam-se pela topografia plana, geralmente hidromórficos, que permanecem saturados em períodos de maior precipitação. A drenagem deficiente está relacionada não apenas à topografia plana, mas, principalmente à ocorrência de solos argilosos que por apresentarem uma condutividade hidráulica muito baixa dificultam a percolação da água no perfil.

Estas características, normalmente desfavoráveis para outras culturas, tornam-se adequadas para o cultivo do arroz, facilitando a manutenção de uma lâmina d'água sobre a superfície do solo e dificultando a lixiviação de nutrientes.

Para o aproveitamento eficiente e racional destes solos, há necessidade de condicioná-los, anteriormente ao cultivo, a um processo de sistematização do terreno, que consiste na criação de um sistema funcional de manejo que vai desde a remoção de detritos vegetais, abertura de canais de drenagem e irrigação, construção de estradas internas, regularização da superfície do terreno, em nível ou desnível, entaipamento, até a construção de estruturas complementares, conforme a necessidade de cada caso.

A quantidade de água utilizada na irrigação do arroz depende, principalmente, das condições climáticas, do manejo da cultura, das características físicas do solo, das dimensões e revestimentos dos canais, da duração do ciclo da cultivar, da localização da fonte e da profundidade do lençol freático (ARROZ IRRIGADO, 2005).

FIGURA 19 - Expansão da Área Superficial da Lagoa Negra



FONTE: Aguiar (2005).

A partir do Mapa de Uso do Solo de 1991, de Irgang (2003), do distrito de Itapuã (FIG. 20), torna-se evidente a grande parcela de terras ao norte da lagoa Negra destinadas ao cultivo do arroz e, conseqüentemente, um significativo aumento das drenagens artificiais para irrigação destas lavouras, área que originalmente era ocupada por várzeas/campos úmidos, segundo Irgang (2003).

Ao contrário do que acontece no Rio Grande do Sul, o estado de Santa Catarina caracteriza-se por adotar pequenas áreas de cultivo, onde predomina amplamente o sistema de cultivo de quadros em nível. Este sistema tem-se mostrado mais eficaz no manejo da água, tendo em vista a boa distribuição da água e um maior planejamento no sistema de irrigação e drenagem (ARROZ IRRIGADO, 2005).

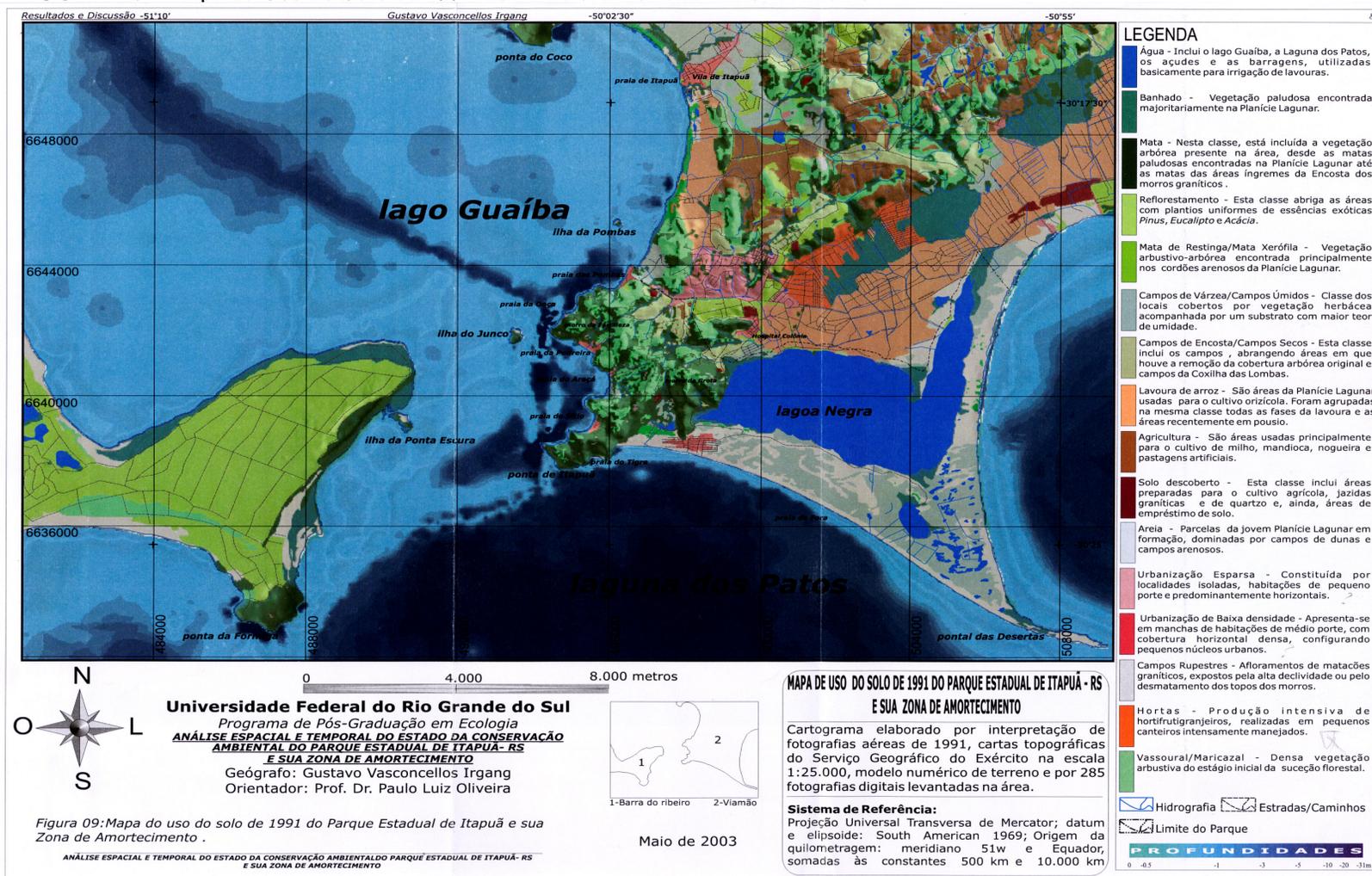
No entorno da lagoa Negra, principalmente ao norte, destacam-se os Planossolos Hidromórficos eutróficos, de coloração preta ou acinzentada, com níveis inferiores impermeáveis que dificultam os movimentos verticais da água, favorecendo os horizontais que, por esse motivo, são adequados às culturas irrigadas ou às gramíneas nativas.

Os planossolos, segundo Streck *et al* (2002), são imperfeitamente ou mal drenados, encontrados em áreas de várzeas, com relevos planos ou suavemente ondulados. Este tipo de solo ocorre, freqüentemente, nas áreas de várzeas dos rios e lagoas. A relação agricultura-conservação dá-se de forma conflitante, já que se tem a agricultura como o impacto mais comum sobre as valiosas áreas de entorno das margens lacustres. O lago Biwa, no Japão, por exemplo, perdeu grande parte de seu cinturão de “*phragmites*” que foram substituídas por plantações de arroz, portanto, diminuindo a capacidade de autopurificação do lago.

Agrotóxicos e fertilizantes usados na agro-horticultura adicionalmente colocam em perigo os esforços de proteção. Cabe ressaltar que o conceito de agrotóxico abrange não apenas os produtos e agentes de processos químicos mas, também, produtos e agentes de processos físicos e biológicos. Todos são destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, pastagens e etc. bem como em ambientes urbanos, hídricos ou industriais.

Carlos Eduardo Borba Nunes é proprietário da Fazenda Lagoa Negra (FIG. 21), sendo o único rizicultor da região com meios para captação de água, a qual se dá a partir da drenagem que capta água do escoamento proveniente das terras mais elevadas. A irrigação da lavoura de arroz está diretamente relacionada ao sistema de cultivo adotado. O Rio Grande do Sul caracteriza-se pelo cultivo de grandes áreas de arroz, onde predomina amplamente o sistema de cultivo com taipas em nível.

FIGURA 20 - Mapa de Uso do Solo de 1991 do PEI e sua Zona de Amortecimento



FONTE: Irgang (2003).

Os agrotóxicos têm como finalidade alterar a composição da flora ou da fauna para preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos. Inclui-se, também, nesta categoria, substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento (IBGE, 2002).

FIGURA 21 - Vista Parcial da Fazenda Lagoa Negra



FONTE: Michelle R. de Aguiar (outubro de 2005).

Jørgensen & Löffler (1995) enfatizam sobre pesquisas experimentais, bem como estudos de campo, mostrando que os sistemas compreendidos pelo entorno das margens lacustres (comunidades de macrófitas emersas e complexos de macrófitas submersas), podem ser uma barreira protetora contra nutrientes e poluentes. A região que circunda o lago/lagoa pode desempenhar um importante papel na proteção dos lagos e dos programas de recuperação.

Por este motivo, o entorno das margens lacustres requer proteção e gerenciamento especiais. As inundações e os movimentos de água por ondas são os parâmetros mais comuns que podem ou melhorar as áreas do entorno do lago/lagoa e sua persistência ou manifestar tendências de destruição em estabelecimentos ou empreendimentos elaborados pelo ser humano, tais como agricultura aquática (plantações de arroz) ou em terra firme, estradas e povoados ou áreas urbanas e diferentes locais de recreação.

Uma variedade quase ilimitada de substâncias nocivas e tóxicas tais como detergentes e agrotóxicos, derivados de asfalto e piche, metais pesados, etc. tornam-se perigosos para o homem em vários lagos e, acima de tudo, na área de entorno deste, onde está concentrada a maioria dos recursos, freqüentemente representando o sustento da população nativa (JØRGENSEN & LÖFFLER, 1995).

O trabalho de Irgang (2003) evidencia que a lagoa Negra, em 1953, apresentava quase nenhuma alteração em sua drenagem periférica, mostrando que o escoamento do excesso hídrico ocorria para as turfeiras e banhados adjacentes, não apresentando um exutório nítido de comunicação com a laguna dos Patos, confirmando a teoria de que a lagoa Negra representa a fase mais jovem de uma imensa turfeira.

Segundo este autor, o processo natural de eutrofização pode ter sido interrompido pela construção das taipas e canais de drenagem, que acabaram estabelecendo um nível artificial à lagoa Negra, que atualmente encontra-se 2,80m acima do nível da laguna dos Patos e que, no passado, provavelmente possuíam o mesmo nível.

Segundo a Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (SOSBAI) e a Comissão Técnica do Arroz (CTAR) apesar da importância social e econômica, a lavoura arrozeira tem sido muito visada quanto ao aspecto ambiental. Estes órgãos salientam que a água é um insumo primordial para o cultivo do arroz irrigado, tanto no sistema pré-germinado como em sistemas que contemplem a semeadura em solo seco.

Sua importância está relacionada ao seu uso para o preparo do solo, ao suprimento da necessidade de água da planta de arroz, ao controle das plantas daninhas, doenças e de alguns insetos-praga e ao aumento da disponibilidade de nutrientes.

No sistema convencional, segundo Arroz Irrigado (2005), o preparo do solo envolve a preparação primária, consistindo em operações mais profundas, normalmente realizadas com arado, que visam principalmente o rompimento de camadas compactadas e a eliminação e/ou enterrio da cobertura vegetal.

No preparo secundário, as operações são mais superficiais, utilizando-se grades ou planas para nivelar, destorroar, destruir crostas superficiais, incorporar agroquímicos e eliminar plantas daninhas no início do seu desenvolvimento, criando assim um ambiente favorável à germinação, emergência e desenvolvimento da cultura implantada. Convém ressaltar que todas essas atividades concorrem para a deformação da estrutura do solo. No sistema convencional a semeadura é realizada a lanço ou em linha.

5. ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

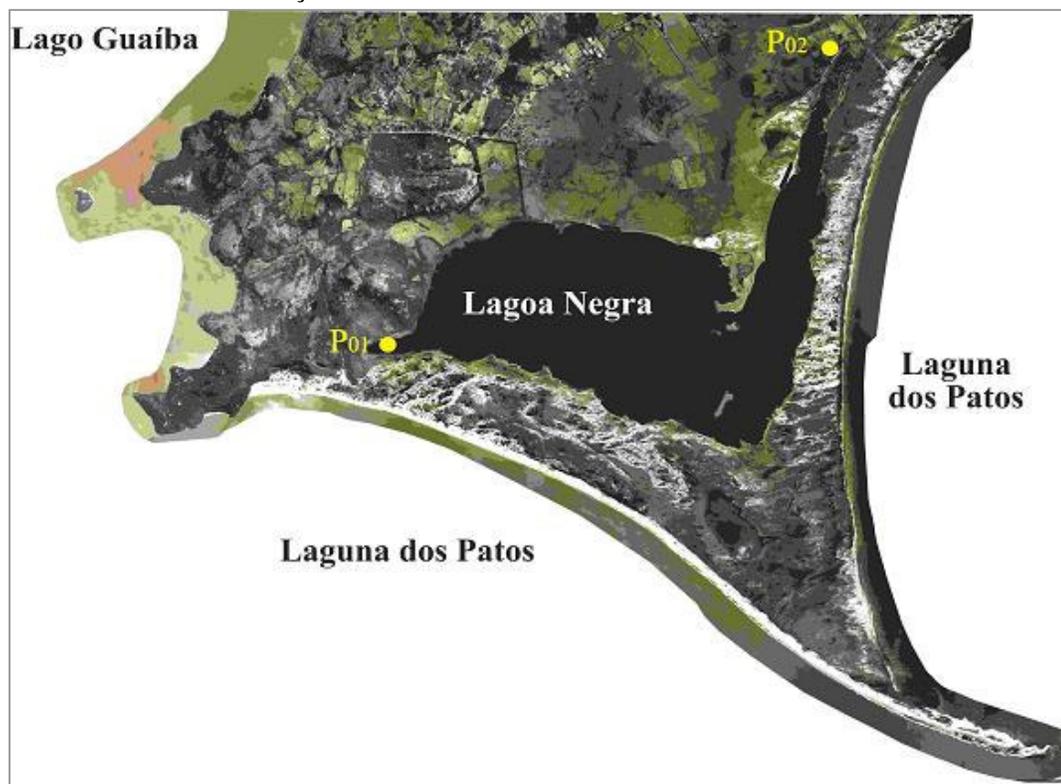
Como previsto na metodologia desta pesquisa, as coletas de amostras da água foram feitas a partir de dois pontos pré-estabelecidos, quais sejam: margem sul (ponto 01) e canal exutório da lagoa Negra (ponto 02).

Foram realizadas três campanhas amostrais de coleta da água, nos dois pontos distintos da lagoa (pontos 1 e 2). Estes pontos foram pré-estabelecidos em função da proximidade (Ponto 2 – exutório da lagoa) e distanciamento (Ponto 1 – margem sul) das áreas destinadas ao cultivo do arroz (FIG. 22).

O denominado Ponto 1, referente à margem sul da lagoa Negra (FIG. 23), está a uma altitude de 3,8m e tem como coordenadas geográficas 30° 22.767'S e 51° 00.318'W.

O Ponto 2 se refere ao exutório da lagoa Negra, (FIG. 24) e apresenta as seguintes coordenadas: 30° 19.914'S e 50° 56.318'W, situando-se a uma altitude de 3m.

FIGURA 22 - Localização dos Pontos de Coleta



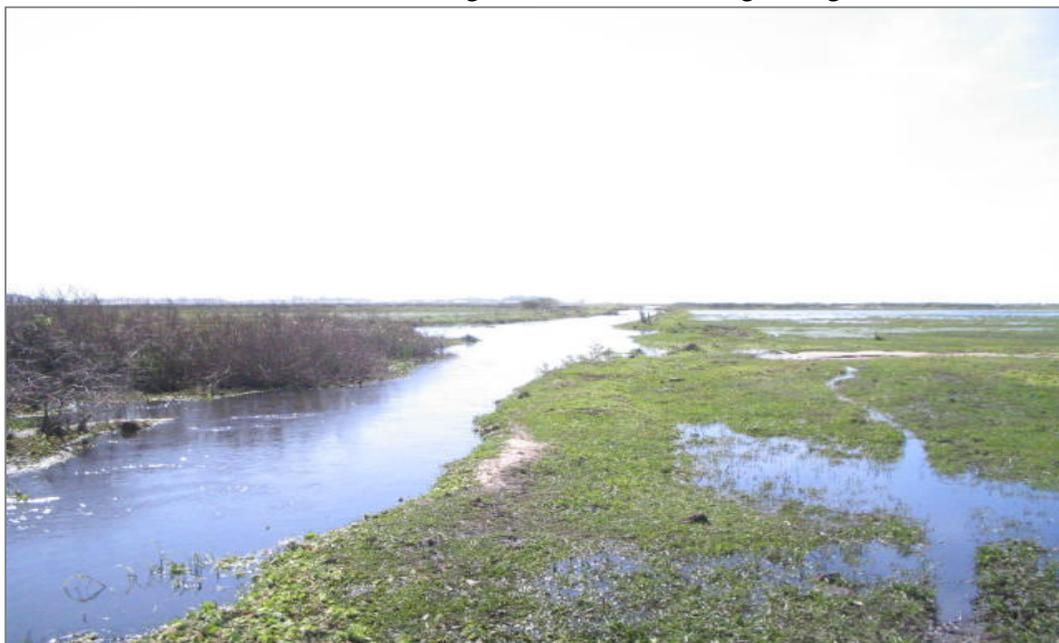
FONTE: Irgang (2003).

FIGURA 23 - Ponto 1 de Coleta de Água, Margem Sul da Lagoa Negra



FONTE: Michelle R. de Aguiar (julho de 2007).

FIGURA 24 - Ponto 2 de Coleta de Água, no Exutório da Lagoa Negra



FONTE: Michelle R. de Aguiar (outubro de 2005).

5.1. Primeira Campanha Amostral de Coleta de Água

A primeira campanha amostral de coleta da água da lagoa Negra foi realizada no dia 29 (vinte e nove) de agosto de 2007. O horário de coleta no Ponto 2 se deu às 11h e 01min. e no Ponto 1 às 12h e 04min.

Nesta data não ocorreu chuva, estando o dia ensolarado. A precipitação registrada para os 15 dias anteriores a coleta das amostras de água totaliza 76mm, segundo dados de precipitação para o Município de Porto Alegre (devido à inexistência de estação meteorológica para o Município de Viamão), coletados no 8º Distrito Meteorológico de Porto Alegre.

Cabe ressaltar que, por erro de coleta, o parâmetro referente à demanda bioquímica de oxigênio (DBO) não pôde ser corretamente analisado nesta campanha, por isso aparecendo como não detectado (ND).

Segue abaixo o QUADRO 4, com os respectivos pontos de coleta, demonstrando os resultados dos parâmetros analisados em laboratório.

QUADRO 4
Resultado da Primeira Campanha Amostral nos Pontos 01 e 02 da Lagoa Negra

PARÂMETRO	RESULTADOS	
	Ponto 01	Ponto 02
Condutividade	50 µS/cm	49 µS/cm
DBO	ND	ND
Fósforo Total	0,251 mg/L	0,193 mg/L
Nitrato	1,48 mg/L	1,47 mg/L
Oxigênio Dissolvido	11,2 mg/L	9,44 mg/L
pH	6,23	5,93
Sólidos Dissolvidos Totais	73 mg/L	68 mg/L
Sólidos Suspensos Totais	42 mg/L	19 mg/L
Turbidez	59,3 NTU	43,8 NTU

ND = Não detectado

FONTE: Laboratório de Ecologia da Ufrgs

ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

5.2. Segunda Campanha Amostral de Coleta de Água

Esta campanha amostral foi feita no dia 06 (seis) de dezembro de 2007. A coleta no Ponto 01 se sucedeu às 9h e 26min. Enquanto as amostras do Ponto 02 foram coletadas às 12h e 10min. Abaixo são apresentados os resultados obtidos a partir da análise das amostras em laboratório (QUADRO 5).

Este dia estava parcialmente nublado, ocorrendo 0,6mm de precipitação, e para os 15 dias anteriores a esta campanha amostral foi registrado um total de 23,7mm de chuvas (8° DISME).

QUADRO 5
Resultado da Segunda Campanha Amostral nos Pontos 01 e 02 da Lagoa Negra

PARÂMETRO	RESULTADOS	
	Ponto 01	Ponto 02
Condutividade	58 µS/cm	59 µS/cm
DBO	1,75 mgO ₂ /L	2,60 mgO ₂ /L
Fósforo Total	0,190 mg/L	0,211 mg/L
Nitrato	1,41 mg/L	1,88 mg/L
Oxigênio Dissolvido	9,05 mg/L	10,0 mg/L
pH	6,44	6,73
Sólidos Dissolvidos Totais	141 mg/L	125 mg/L
Sólidos Suspensos Totais	21 mg/L	33 mg/L
Turbidez	50,8 NTU	61,1 NTU

FONTE: Laboratório de Ecologia da Ufrgs

ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

5.3. Terceira Campanha Amostral de Coleta de Água

A terceira, e última, campanha amostral prevista nesta pesquisa ocorreu no dia 13 (treze) de março de 2008. A coleta de água no Ponto 01 foi feita às 9h e 5min., enquanto no Ponto 02 às 10h e 25min.

Nesta data não houve registro de chuvas onde predominou um dia ensolarado. No entanto, aos 15 dias que precederam a data da coleta foi registrado um total de 47,9mm de precipitação, sendo 24,8mm a precipitação mais significativa, registrada para o dia primeiro de março (8º DISME).

Ressalta-se que, nesta campanha, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) no Ponto 01 não foi detectada. Diferentemente do que ocorreu na primeira campanha amostral, desta vez a não detecção do parâmetro DBO foi considerada “normal” e não erro de coleta, pois quando a concentração deste parâmetro na amostra coletada é inferior a 1,00mgO₂/L não é detectada.

A seguir são apresentados os resultados da terceira campanha amostral (QUADRO 6).

QUADRO 6
Resultado da Terceira Campanha Amostral nos Pontos 01 e 02 da Lagoa Negra

PARÂMETRO	RESULTADOS	
	Ponto 01	Ponto 02
Condutividade	67 µS/cm	106 µS/cm
DBO	ND	1,75 mgO ₂ /L
Fósforo Total	0,290 mg/L	0,811 mg/L
Nitrato	1,51 mg/L	5,03 mg/L
Oxigênio Dissolvido	8,50 mg/L	2,62 mg/L
pH	6,48	6,31
Sólidos Dissolvidos Totais	154 mg/L	187 mg/L
Sólidos Suspensos Totais	172 mg/L	299 mg/L
Turbidez	51,6 NTU	80,1 NTU

ND = Não Detectado

FONTE: Laboratório de Ecologia da Ufrgs

ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

5.4. Análise dos Resultados das Campanhas Amostrais de Coleta da Água

De acordo com os resultados laboratoriais dos parâmetros de qualidade da água da lagoa Negra, pode-se inferir, de maneira geral, sobre as propriedades físico-químicas desta lagoa, a partir da comparação destes parâmetros em dois pontos distintos da lagoa (margens sul e exutório).

O QUADRO 7 evidencia que o comportamento dos parâmetros testados apresentou um equilíbrio na maioria dos resultados. Entretanto, fica claro a discrepância das análises obtidas, principalmente, na Terceira Campanha Amostral de coleta da água da lagoa Negra.

Com os resultados obtidos nas três campanhas amostrais realizadas, foi traçado um perfil das características físico-químicas da água da lagoa Negra, discutindo sobre cada um dos parâmetros analisados e, também, correlacionando-os com os dados obtidos na bibliografia pesquisada.

QUADRO 7
Comparação dos Resultados Obtidos nas Três Campanhas Amostrais

PARÂMETRO	PONTO 01			PONTO 02		
	1ª C. A.	2ª C. A.	3ª C. A.	1ª C. A.	2ª C. A.	3ª C. A.
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	50	59	67	49	58	106
DBO (mgO_2/L)	ND	2,60	ND	ND	1,75	1,75
Fósforo Total (mg/L)	0,251	0,211	0,290	0,193	0,190	0,811
Nitrato (mg/L)	1,48	1,88	1,51	1,47	1,41	5,03
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	11,2	10,0	8,50	9,44	9,05	2,62
pH	6,23	6,73	6,48	5,93	6,44	6,31
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	73	125	154	68	141	187
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	42	33	172	19	21	299
Turbidez (NTU)	59,3	61,1	51,6	43,8	50,8	80,1

C. A. = Campanha Amostral

ND = Não Detectado

ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

FONTE: Laboratório de Ecologia da Ufrgs

5.4.1. Análise da Condutividade Elétrica

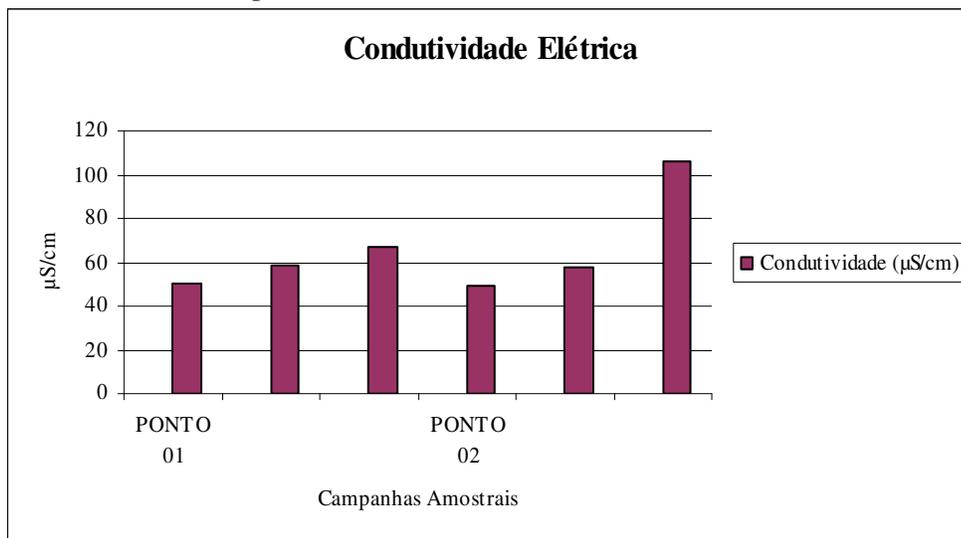
A Condutividade Elétrica apresentou estabilidade nos seus resultados entre as três campanhas amostrais, exceto pelo resultado obtido na amostra coletada no Ponto 02 da Terceira Campanha Amostrai, quando este praticamente duplicou ao compará-lo tanto entre os resultados deste ponto, como nos do Ponto 01.

Moraes (2001) & Cetesb (2004) *apud* Zanetti (2005) argumentam que por meio da medida da condutividade pode-se detectar fontes poluidoras nos sistemas aquáticos, uma vez que valores elevados podem indicar poluição.

A condutividade representa a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

No GRAF. 1 apresenta-se o comportamento da condutividade, nos dois pontos de coleta, durante as três campanhas amostrais.

GRÁFICO 1 - Comportamento da Condutividade Elétrica nas Três C. A.



ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

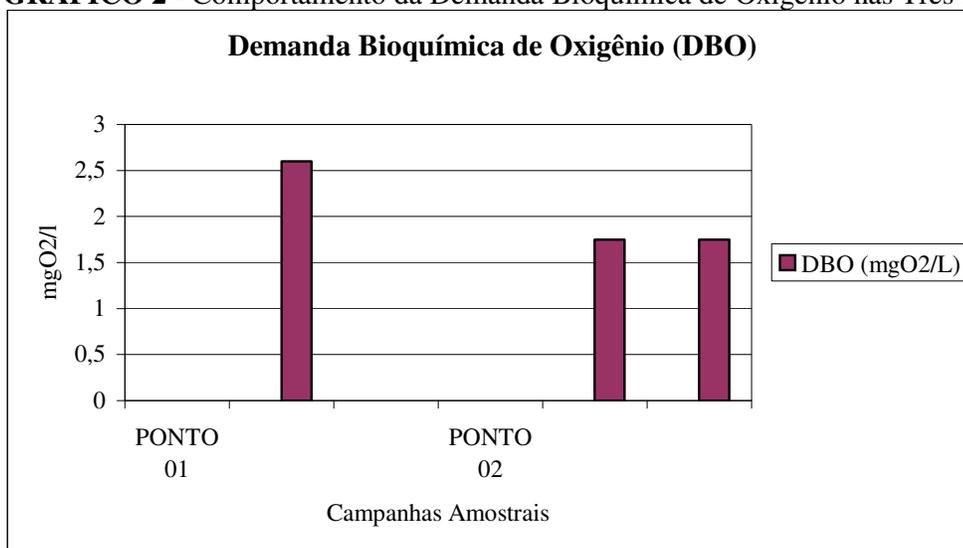
5.4.2. Análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias, para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto). Essa demanda pode ser suficientemente grande, para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática.

Conforme resultados obtidos, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) apresentou pequena variação. No entanto, torna-se difícil delimitar um perfil para este parâmetro tendo em vista que, na Primeira Campanha Amostral, a DBO não pode ser analisada em laboratório devido à ocorrência de erro de coleta.

Por este motivo, no GRAF. 2, consta apenas três resultados. Ressalta-se novamente que, na Terceira Campanha Amostral, a DBO no Ponto 01 não foi classificada por apresentar valor inferior a 1,00mgO₂/l e não por erro de coleta, como ocorrido na Primeira Campanha Amostral. Percebe-se assim, que a DBO não é um fator limitante a vida aquática na lagoa Negra, já que seus valores apresentaram-se baixos.

GRÁFICO 2 - Comportamento da Demanda Bioquímica de Oxigênio nas Três C. A.



ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

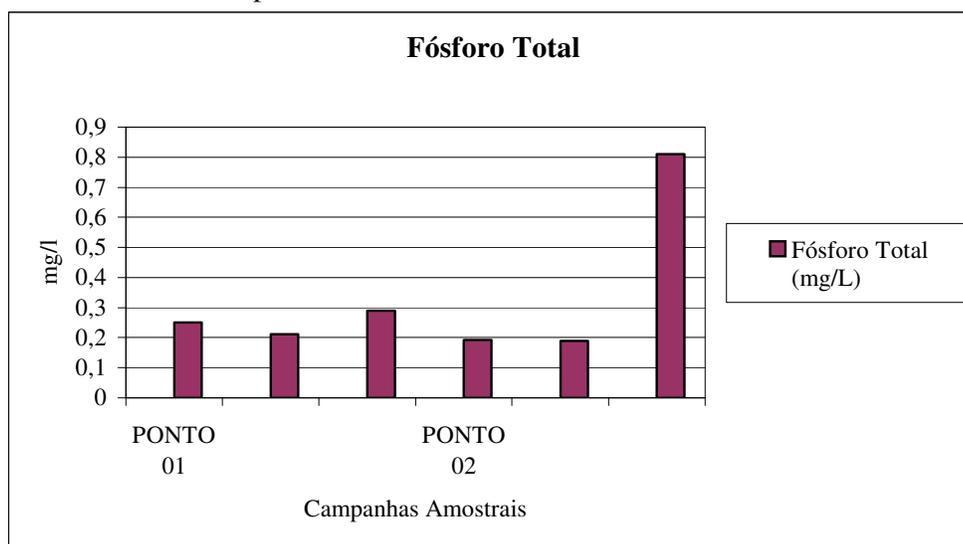
5.4.3. Análise do Fósforo Total

O fósforo total manteve uma aproximação nos seus valores durante as três campanhas amostrais e, também, entre os dois pontos amostrados. A exceção desta aproximação de valores ocorreu apenas na Terceira Campanha Amostral, especificamente no Ponto 02 onde, a partir do GRÁF. 3, percebe-se um expressivo aumento do parâmetro em questão.

O fósforo, em sua forma elementar, é muito tóxico e os fosfatos formam-se a partir desse elemento. Os fosfatos, em águas superficiais, derivam principalmente da quebra de pesticidas orgânicos. Neste caso, a água das chuvas pode carrear quantidades variadas de fosfato de áreas agricultáveis para corpos de água próximos a estas áreas.

O resultado do incremento de fosfato em águas superficiais pode causar o aumento da produção primária, podendo gerar dois resultados, um positivo e outro negativo: o primeiro, já mencionado, é a intensificação da produção primária, da qual os peixes se alimentam e conseqüentemente, neste caso, haverá também o crescimento na população de peixes, o que melhora a qualidade geral da água. O segundo resultado, de cunho negativo, pode ser o aumento excessivo da produção primária, levando a eutrofização do ambiente aquático.

GRÁFICO 3 - Comportamento do Fósforo Total nas Três C. A.



ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

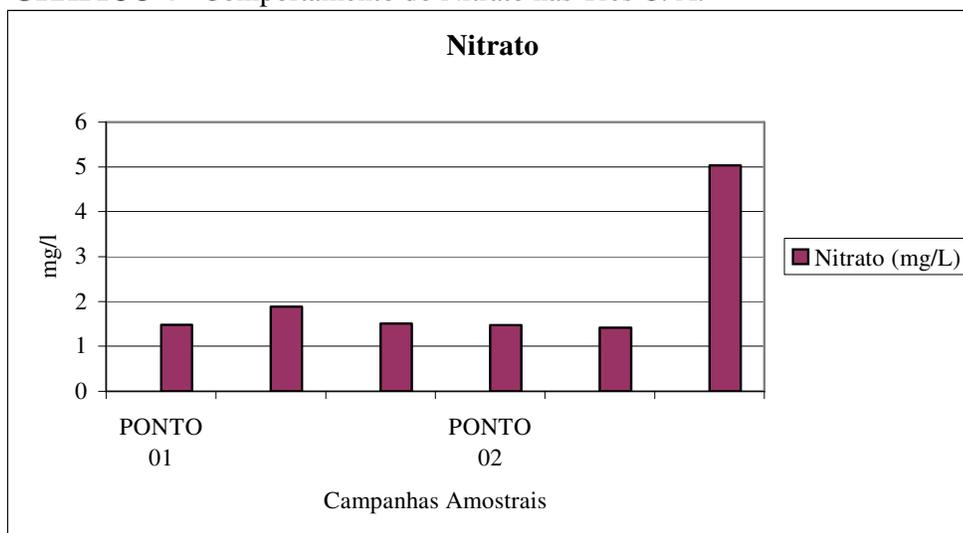
5.4.4. Análise do Nitrato

As águas naturais, em geral, contêm nitratos em solução e, além disso, principalmente tratando-se de águas que recebem esgotos, podem conter quantidades variáveis de compostos mais complexos, ou menos oxidados, tais como: compostos orgânicos quaternários, amônia e nitritos. Em geral, a presença destes denuncia a existência de poluição recente, uma vez que essas substâncias são oxidadas rapidamente na água, graças principalmente à presença de bactérias nitrificantes. Por essa razão, constituem um importante índice da presença de despejos orgânicos recentes.

O nitrato (NO_3) é uma forma comum de nitrogênio nas águas, mas os níveis normais não costumam exceder a 0,1mg/l como nitrogênio. Em lagos e/ou lagoas, os níveis de nitrato superiores a 2,0mg/l tendem a eutrofizar o meio. A poluição destes mananciais e, também, de mananciais subterrâneos, é decorrente principalmente do arraste de fertilizantes, entre outras formas de poluição. As reações do nitrato nas águas doce podem resultar na diminuição do oxigênio nestas águas, levando a morte dos organismos aquáticos dependentes da disponibilidade de oxigênio do manancial.

O nitrato apresentou valores aproximados nas três campanhas amostrais, como evidencia o GRÁF. 4. No entanto, na Terceira Campanha Amostrai o resultado deste parâmetro, no Ponto 02, foi bastante elevado se comparado aos anteriores.

GRÁFICO 4 - Comportamento do Nitrato nas Três C. A.



ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

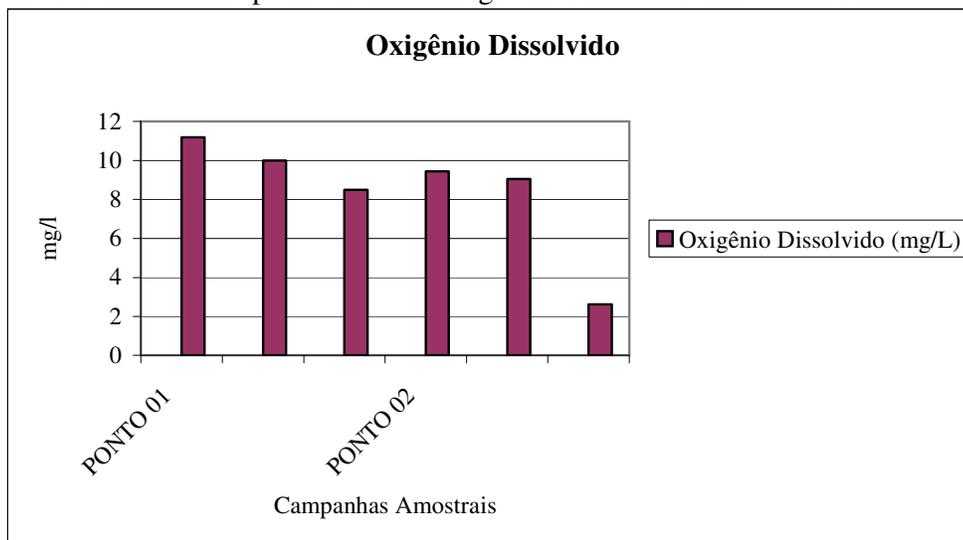
5.4.5. Análise do Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é indispensável aos organismos aeróbios. A água, em condições normais, contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e da temperatura. A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica. Águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica. A decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente, acompanhada pelo consumo e redução do OD na água. Dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valor muito baixo, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios.

A disponibilidade de oxigênio dissolvido (OD) nas águas da lagoa Negra apresentou-se, de forma geral, equilibrada. No entanto, para se enquadrar na condição de “águas não poluídas” é necessário que a concentração de OD seja em torno 10mgO₂/l. Este fato foi verificado apenas no Ponto 01 durante a primeira e a segunda campanha amostral.

O GRÁF. 5 mostra que, no Ponto 02, a concentração de OD esteve sempre abaixo de 10 mg O₂/l e, no Ponto 01 este fato sucedeu-se apenas na Terceira Campanha Amostral. Ressalta-se que, quando o OD na água apresenta-se inferior a 5,0mgO₂/l a vida aquática passa a sofrer estresse.

GRÁFICO 5 - Comportamento do Oxigênio Dissolvido nas Três C. A.



ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

5.4.6. Análise do Potencial de Hidrogênio

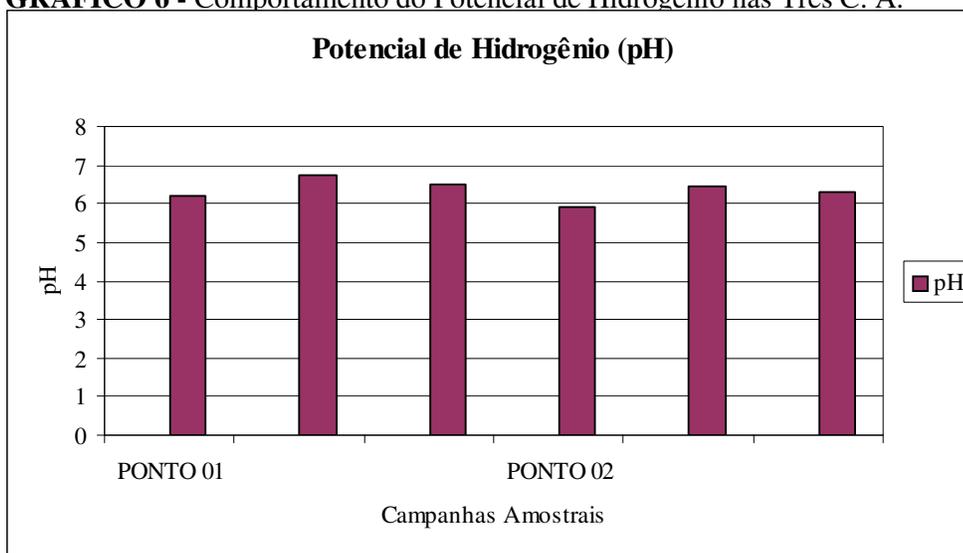
O parâmetro potencial de hidrogênio (pH) indica se a água analisada é de natureza ácida ou básica e pode variar de 0 a 14, onde o valor 07 (sete) representa uma condição de neutralidade.

A análise do pH, na lagoa Negra, revelou estabilidade para este parâmetro, como mostra o GRÁF. 6.

O pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos; pH baixo torna a água corrosiva. A vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9.

O valor do pH da lagoa Negra encontra-se na faixa em que é considerado “levemente ácido”, ou seja, 6 a 6,9. Neste caso a flora e a fauna da lagoa Negra não são prejudicadas, já que bactérias sobrevivem com um pH entre 1,5 e 13,5; plantas 6,5 e 12,0; peixes 6,0 e 9,0; e invertebrados aquáticos 6,5 e 7,5.

GRÁFICO 6 - Comportamento do Potencial de Hidrogênio nas Três C. A.



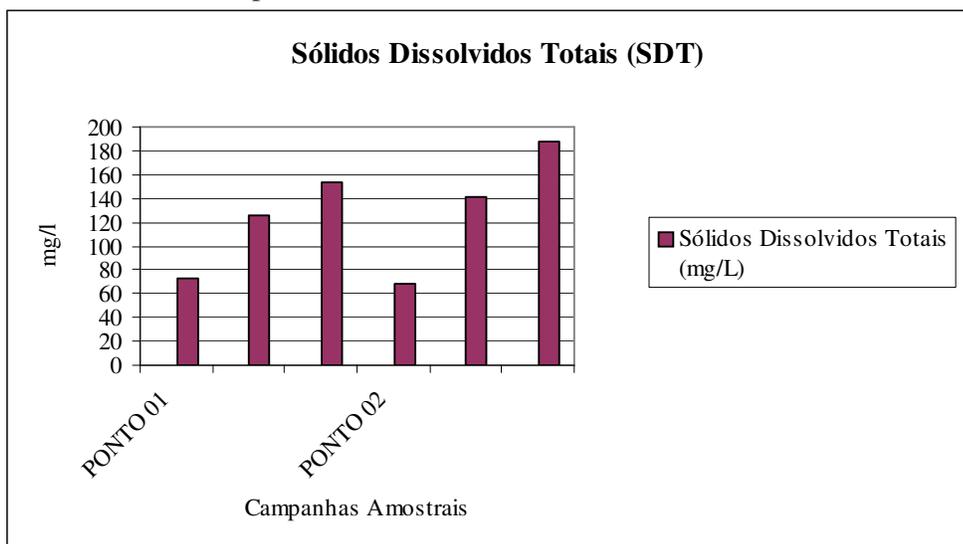
ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

5.4.7. Análise dos Sólidos Dissolvidos Totais

Sólidos dissolvidos totais (SDT) é todo material que passa através de um filtro específico. Representam a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra coletada. O SDT é a soma dos cátions, ânions e sílica dissolvidos na água.

A partir do GRÁF. 7, percebe-se que a quantidade de sólidos dissolvidos totais foi aumentando consecutiva e significativamente, nos dois pontos de coleta, durante as três campanhas amostrais.

GRÁFICO 7 - Comportamento dos Sólidos Dissolvidos Totais nas Três C. A.



ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

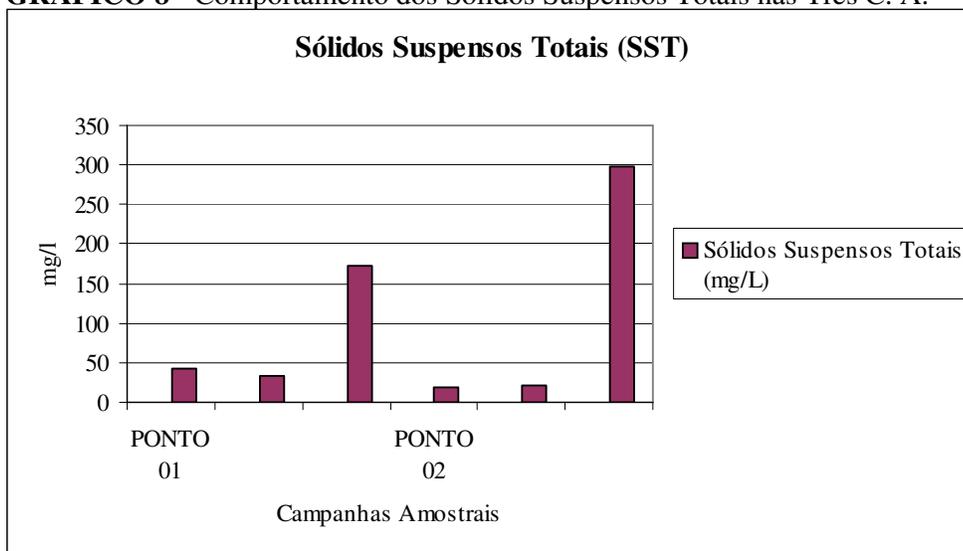
5.4.8. Análise dos Sólidos Suspensos Totais

O conceito de sólidos suspensos totais (SST) é definido como material particulado não dissolvido, encontrado suspenso no corpo d'água, composto por substâncias inorgânicas e orgânicas, incluindo-se aí os organismos planctônicos (fito e zooplâncton).

Sua principal influência é a diminuição na transparência da água, impedindo a penetração da luz, afetando assim os organismos bentônicos.

O GRÁF. 8 mostra a baixa quantidade de SST nas duas primeiras campanhas amostrais tanto no Ponto 01, quanto no Ponto 02. Entretanto, a Terceira Campanha Amostral evidencia um significativo aumento deste parâmetro, nos respectivos pontos de coleta, sendo que, no Ponto 02 o valor de sólidos suspensos totais é quase o dobro do resultado obtido no Ponto 01, nesta mesma campanha.

GRÁFICO 8 - Comportamento dos Sólidos Suspensos Totais nas Três C. A.



ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

5.4.9. Análise da Turbidez

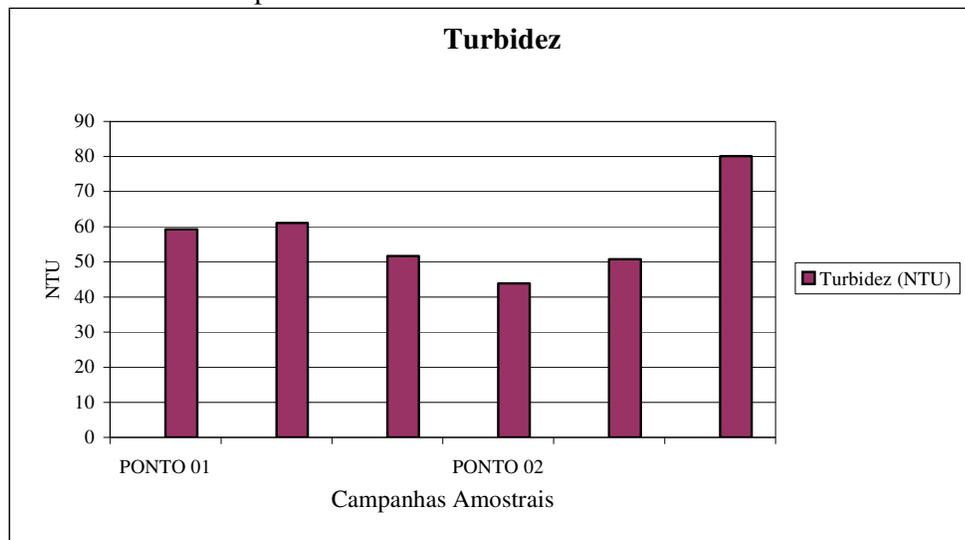
A turbidez (NTU) na água da lagoa Negra, no Ponto 01, manteve praticamente o mesmo valor na primeira e na segunda campanha amostral, diminuindo um pouco na terceira campanha.

No Ponto 02, o valor deste parâmetro foi aumentando a cada campanha, no entanto, na Terceira Campanha Amostral este aumento foi mais significativo, como percebe-se a partir do GRÁF. 9.

A turbidez é importante, pois um alto nível de partículas suspensas no manancial pode difundir a luz do sol absorvendo calor, o que aumenta a temperatura e reduz a luz disponível para as plantas.

O aumento da turbidez na água pode derivar dos seguintes processos: erosão da margem, crescimento excessivo de algas e/ou alterações no fluxo do manancial.

GRÁFICO 9 - Comportamento da Turbidez nas Três C. A.



NTU = Unidade de Turbidez

ELABORAÇÃO: Michelle R. de Aguiar

5.5. Interpretação dos Resultados Obtidos nas Campanhas Amostrais

Segundo Schäfer (1984), a lagoa Negra pode ser caracterizada, a partir de certos critérios químicos, como uma lagoa distrófica. Esta afirmação está embasada sobre alguns aspectos desta lagoa, tais como: coloração escura, pequena transparência da água, riqueza em substâncias húmicas, pobreza em nutrientes como fósforo e nitrogênio, baixas quantidades tanto de sólidos suspensos como de sólidos dissolvidos, bem como altas proporções de oxigênio. Porém, cabe ressaltar, que o autor não menciona valores específicos para os parâmetros citados.

As características biológicas para os ambientes aquáticos distróficos, descritas também por Schäfer (1984), são condizentes com as referências citadas para a lagoa Negra, de Sobrinho (1961) *apud* Ribeiro (1984), sobre a baixa diversidade nas comunidades bentônicas, nectônicas e planctônicas.

Kishi (1991), realizou testes de pH na lagoa Negra que se mantiveram entre 5,5 e 7,0 onde a autora menciona grandes concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos, determinando para as águas desta lagoa um processo de acidificação. Com os resultados obtidos nesta pesquisa, durante as três campanhas amostrais de coleta da água da lagoa Negra, observou-se pequena variação nos valores de pH, não diferindo muito quando comparados aos estipulados por Kishi (1991).

Sobre o oxigênio dissolvido em águas superficiais, é recomendado para o padrão de águas não poluídas que o valor deste parâmetro não seja inferior a 10mgO₂/l. Os valores de OD obtidos para as águas da lagoa Negra indicaram pequena variação durante as três campanhas amostrais. No entanto, com o gráfico apresentado para este parâmetro, percebe-se, na Terceira Campanha Amostral e apenas no Ponto 02 de amostragem, que a queda no seu valor é drástica, chegando a uma marca de 2,62mgO₂/l. Este fato não condiz com a classificação de Schäfer (1984), o qual determina valores altos de OD para ambientes aquáticos distróficos.

Com os resultados obtidos para os parâmetros de nitrato e fósforo total, percebeu-se baixos valores durante as três campanhas amostrais. Entretanto, na Terceira Campanha Amostral, especificamente no Ponto 02, houve um grande aumento em ambos parâmetros. Sabendo-se da aplicação em larga escala destes nutrientes nas lavouras de arroz, pode-se inferir sobre a possibilidade de relação desta prática com a elevação dos valores de fósforo total e nitrato, já que a Terceira Campanha Amostral foi realizada no final da safra do

arroz e, também, que a ocorrência no aumento dos respectivos parâmetros foi verificada apenas no Ponto 02 de coleta da água, ou seja, local de maior proximidade com as áreas de lavouras.

O nitrato é um composto estável, decorrente da decomposição do nitrito pela ação de nitrobactérias em ambientes aeróbicos. Em condições anaeróbicas pode ser reduzido a nitrito. Constitui-se em nutriente fundamental ao desenvolvimento das plantas. Ocorre naturalmente nas águas por dissolução de rochas ou, principalmente, por oxidação bacteriana de matéria orgânica de origem predominantemente animal. Maiores concentrações decorrem da utilização de fertilizantes e do lançamento de esgotos orgânicos. Em grandes concentrações (>20mg/l) pode provocar cianose em crianças. Como nutriente, em níveis significativos, contribui para a proliferação de organismos aquáticos e a conseqüente eutrofização do corpo d'água.

O fósforo participa dos processos de respiração, fotossíntese e reprodução celular. Assim como o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para o crescimento e reprodução dos microorganismos que promovem a estabilização da matéria orgânica presente nas águas, podendo ocorrer sob várias formas: orgânica (proteínas) ou mineral (ortofosfatos e polifosfatos). Maiores concentrações provocam a proliferação excessiva de algas e conseqüente eutrofização dos corpos d'água, a qual promove a desestabilização do ecossistema, causando grandes alterações nas condições físico-químicas das águas e na comunidade aquática.

Sobre os sólidos dissolvidos totais, pode-se dizer que houve um crescente aumento nos seus valores e, na Terceira Campanha Amostral, foram registrados valores máximos nos dois pontos de coleta, quando comparados às duas primeiras campanhas, as quais não registraram valores inferiores a 68mg/l.

Quanto aos sólidos suspensos totais, percebe-se uma baixa concentração nas duas primeiras campanhas amostrais não marcando, os dois pontos de amostragem, valores superiores a 50mg/l. Já na Terceira Campanha Amostral foi registrado um significativo aumento deste parâmetro tanto no Ponto 01 (172mg/l), quanto no Ponto 02 (299mg/l). Este aumento na concentração de SST não é condizente com a classificação de Schäfer (1984), o qual propõe baixos valores tanto para os sólidos suspensos totais, como para os sólidos dissolvidos totais em ambientes aquáticos distróficos.

De forma geral, os valores obtidos para a condutividade elétrica demonstraram, para os dois pontos de coleta, um equilíbrio durante as três campanhas de amostragem. A única exceção foi demonstrada pelo valor resultante no Ponto 02, para a Terceira Campanha

Amostrais, quando há um grande aumento na condutividade, marcando quase o dobro dos valores obtidos nas campanhas anteriores. A partir da determinação de valores elevados para a condutividade se pode detectar fontes de poluição nos sistemas aquáticos, já que este parâmetro é relacionado à presença de íons dissolvidos na água, e quanto maior for a quantidade desses íons, maior será a condutividade elétrica na água. Dessa forma, com o resultado obtido no Ponto 02 durante a Terceira Campanha Amostrais, evidencia-se a ocorrência de alteração nas propriedades físico-químicas da lagoa Negra, influenciando no comportamento da condutividade elétrica. A condutividade apresenta relação proporcional à concentração de substâncias iônicas dissolvidas. Em águas doces varia de 30 a 2.000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 25 °C. Grande variação neste parâmetro pode decorrer do lançamento de efluentes agrícolas, industriais, de mineração e esgotos domésticos. Os valores de condutividade determinados pelo presente estudo para as águas da lagoa Negra estiveram em torno de 50 $\mu\text{s}/\text{cm}$, havendo variação significativa somente no Ponto 02, na Terceira Campanha Amostrais, sendo registrado valor de 106 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Sobre a demanda bioquímica de oxigênio, sabe-se que este parâmetro ocorre naturalmente nas águas em nível reduzido em função da degradação de matéria orgânica (folhas, animais mortos, fezes de animais). É sabido, também, que a DBO é o parâmetro mais usual para a indicação de poluição orgânica. Dessa forma, aumentos de DBO são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. De forma geral, não foram registrados valores altos para este parâmetro nas águas da lagoa Negra.

A turbidez em ambientes lênticos, geralmente, apresenta baixos valores. Decorre naturalmente da presença de material em suspensão, plâncton, microorganismos, argilas e siltes nas águas. Sua principal fonte é o aporte de partículas de solos provenientes da superfície da bacia hidrográfica, em função de desmatamentos, processos erosivos e atividades de mineração. Pode, também, advir do lançamento de efluentes que contenham materiais finos. Afeta esteticamente os corpos d'água, podendo, ainda, causar distúrbios aos ecossistemas aquáticos devido à redução da penetração da luz. A turbidez nas águas da lagoa Negra manteve-se estável durante as três campanhas amostrais. A maior variação foi registrada pelo valor da amostra obtida no Ponto 02, na Terceira Campanha Amostrais, havendo um significativo aumento para este parâmetro.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado, pode-se estabelecer algumas considerações sobre a lagoa Negra que, apesar de inserida em uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, vem desde, aproximadamente, a década de 1950 sentindo os efeitos da ação do homem em seu ecossistema.

Nesta época, na região de Itapuã, começou a ser desenvolvida uma agricultura direcionada, principalmente, ao cultivo do arroz e de hortifrutigranjeiros. Os agricultores utilizavam, então, a água da lagoa Negra para a irrigação de suas culturas. Este fato ocorreu até o início da década de 1990, quando houve a retirada das bombas de drenagem que puxavam a água da lagoa.

No entanto, apesar de não mais ser possível a utilização da água da lagoa Negra para a irrigação, as áreas ao norte desta lagoa são ainda destinadas à rizicultura. Uma das maiores interferências diretas no ecossistema lacustre em questão é o parcial bloqueio do exutório da lagoa, impedindo que suas águas inundem completamente a área cultivada.

Como interferência indireta das práticas de agricultura desenvolvidas no entorno da lagoa, mas não menos importante, tem-se a probabilidade de contaminação por defensivos agrícolas, orgânicos e inorgânicos, já que estes podem ser facilmente carreados pelas águas da chuva até a lagoa Negra e, também, infiltrados no solo contaminando o lençol freático.

Defensivos agrícolas são substâncias químicas inorgânicas ou orgânicas, sendo as orgânicas naturais (rotenoma, piretro, nicotina) ou sintéticas (compostos organoclorados, organofosforados e outros). Apresentam grande utilização no controle e destruição de plantas e animais nocivos à sociedade e à produção agrícola. De acordo com sua ação biológica, são chamados inseticidas, herbicidas, fungicidas, carrapaticidas, raticidas, etc. São originados nas águas a partir da lixiviação de solos ou do escoamento superficial em áreas agrícolas, da sua aplicação intencional nas águas para combate a plantas aquáticas ou larvas, da contaminação acidental por vazamentos ou acidentes de transporte, através da ação dos ventos no momento de sua aplicação, quando são propagados podendo atingir os corpos d'água e pela lavagem de utensílios e recipientes utilizados em sua aplicação. Apresentam toxicidade variada, em função da natureza do produto e da presença de outras substâncias associadas, como solventes e diluentes que, por vezes, também apresentam propriedades tóxicas. Além disto, seus

produtos de degradação nem sempre são menos tóxicos que as estruturas originais. Alguns destes produtos, além de tóxicos, são carcinogênicos.

A partir da análise dos parâmetros físico-químicos da água da lagoa Negra, percebeu-se que alguns destes aumentaram seus valores significativamente na Terceira Campanha Amostral, como é o caso do fósforo total e do nitrato. Cabe ressaltar que este ocorrido foi verificado apenas no Ponto 02, ou seja, no ponto da lagoa Negra mais próximo às áreas de lavoura do arroz.

Sabe-se que nutrientes como os derivados do fósforo e do nitrogênio são amplamente utilizados na agricultura. Sabe-se, ainda, que as reações do nitrato em água doce podem causar a depleção do oxigênio e talvez não por coincidência, o oxigênio dissolvido (OD), também na Terceira Campanha Amostral e justamente no Ponto 02, diminuiu drasticamente quando comparado aos demais resultados obtidos para este parâmetro nas três campanhas amostrais, alcançando até mesmo um índice prejudicial à sobrevivência da vida aquática (abaixo de 5,0mg/l).

O estudo de parâmetros de qualidade das águas vem demonstrando ser uma poderosa ferramenta na análise geográfica, e também para as demais áreas do conhecimento, possibilitando uma série de relações entre a sociedade e os ambientes aquáticos que de alguma forma possam oferecer interesse, seja no âmbito econômico, de lazer, científico, entre outros.

Com os resultados laboratoriais dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água da lagoa Negra, obtidos no decorrer desta pesquisa, foi possível caracterizar o comportamento destes parâmetros. Entretanto, é sensato sugerir que trabalhos posteriores, relativos a campanhas de monitoramento das águas desta lagoa sejam realizados, incluindo testes que possam identificar a ocorrência de defensivos agrícolas como, por exemplo, organoclorados, muito utilizados nas atividades de agricultura intensiva.

Sugere-se, também, a inclusão de um maior número de pontos de amostragem para a análise das águas da lagoa Negra, já que é notável a extensão superficial desta lagoa, em torno de 19Km². Seria conveniente também, para um possível futuro monitoramento sobre a qualidade das águas da lagoa Negra, além de se incluir mais pontos de amostragem, realizar campanhas amostrais em menor espaço de tempo, quiçá coletas mensais, para verificar o comportamento destas águas ao longo de todo um ano, por exemplo. Dessa forma, seria possível correlacionar os parâmetros analisados com agentes como vento, precipitação e temperatura. Assim, se poderia traçar um diagnóstico mais completo sobre a variação no comportamento das águas da lagoa Negra.

Mais estudos, como o apresentado por esta pesquisa, são fundamentais para que haja a conservação e preservação dos ambientes naturais protegidos ou não pela legislação, isto é, fazendo ou não parte de UCs, sem haver uma condenação total das atividades econômicas desenvolvidas no entorno destas áreas. Deve-se, assim, trabalhar de forma a potencializar a coexistência de áreas preservadas e das atividades sustentáveis.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário.** Geomorfologia, 18, IGEOG-USP, São Paulo, 1969.

AGUIAR, M. R. **Alterações na morfologia original da lagoa Negra, município de Viamão/RS.** Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Geografia do Instituto de Geociências da Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005, 60p.

ARROZ IRRIGADO, **Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil.** Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado; IV Congresso Brasileiro de arroz irrigado, XXVI Reunião da Cultura do arroz irrigado. – Santa Maria/RS: SOSBAI, 2005, 159p.

BRANCO, S. M. **A água e o homem.** __In: Hidrologia Ambiental. Org. Branco, S. M. *et al.* São Paulo: Ed. da USP, ABRH, 1991, p. 3-25.

CALLEGARO, V. L. M. **Fitoplâncton da Lagoa Negra e de outros lagos e lagoas, na faixa costeira do Rio Grande do Sul.** __In: 1º Seminário sobre pesquisa da Lagoa dos Patos. Poro Alegre/RS. UFRGS, 1984, p.119-125,

COIMBRA, R. M. **Monitoramento da qualidade da água.** __In: Hidrologia Ambiental. Org. Branco, S. M. *et al.* São Paulo: Ed. da USP, ABRH, 1991, p. 391-411.

DE LUCA, S. J. *et al* **Índices de diversidade biológica da Lagoa Negra/RS.** __In: V Simpósio Luso Brasileiro de Hidráulica e recursos Hídricos e IX Simpósio Brasileiro de recursos Hídricos: Rio de Janeiro (RJ), Anais ABRH/APRH, vol. 2, 1991, p. 133-138.

DE LUCA, S. J. *et al* **Índices de diversidade biológica da Lagoa Negra/RS.** __In: V Simpósio Luso Brasileiro de Hidráulica e recursos Hídricos e IX Simpósio Brasileiro de recursos Hídricos: Rio de Janeiro (RJ), Anais ABRH/APRH, vol. 2, 1991a, p261-267.

- DULFECH, A. P. S. **Estudo da taxocenose de peixes das Praias das Pombas e Lagoa Negra, Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil.** Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004, 123p.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** Rio de Janeiro: Editora Interciência/FINEP, 1988, 575p.
- FUJIMOTO, N. S. V. M. **Análise geomorfológica de Itapuã-RS: contribuição ao conhecimento da margem norte da Laguna dos Patos.** Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994, 176p.
- FUJIMOTO, N. S. V. M. **Análise Geomorfológica de Itapuã-norte da laguna dos Patos-RS.** __ In: Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo. Humanitas Publicações FFLCH/USP, 1997, p. 67-93.
- GIORA, J. *et al* **Feeding habit of *Eigenmannia trilineata* Lopez e Castello, 1996 (Teleostei: Sternopygidae) of Parque Estadual de Itapuã, RS, Brazil.** __ In: Neotropical Ichthyology/Sociedade brasileira de ictiologia – vol. 1, nº 1, Porto Alegre, 2005, p. 291-298.
- IBGE, **Atlas geográfico escolar.** Rio de Janeiro: IBGE, 2002, 200p.
- IRGANG, G. V. **Análise espacial e temporal do estado da conservação ambiental do Parque Estadual de Itapuã-RS e sua zona de amortecimento.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003, 118p.
- JØRGENSEN, S. E. & LÖFFLER, H. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos. Vol. 3, Gerenciamento de litorais lacustres.** Editor da série em português: J. G. Tundisi. ILEC/ Comitê Internacional do Meio Ambiente Lacustre e UNEP/Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 1995, 180p.
- KISHI, R. T. **Avaliação ambiental da Lagoa Negra/RS - Índices e modelagem matemática.** Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos e

Saneamento, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991, 248p.

LANGE, O. & GUERRA, T. **Análise ambiental da sub-bacia do Arroio Itapuã: Caderno para educação ambiental.** Porto alegre: Departamento de Ecologia/UFRGS, 2002, 104p.

MORSELLO, C. **Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo.** São Paulo, SP: Annablume: Fapesp, 2001, 344p.

PEDROSA, P. & REZENDE, C. E. **As muitas faces de uma lagoa.** __In: Ciência Hoje, Vol. 26, nº 153, 1999, p. 40–47.

PLANO DE MANEJO, **Plano de manejo: Parque Estadual de Itapuã.** Porto Alegre/RS: Departamento de Recursos Naturais Renováveis, 1997, 158p.

RAMGRAB *et al.* **Principais recursos minerais do Rio Grande do Sul.** __In: Geologia do Rio Grande do Sul-Porto Alegre: CICO/UFRGS, Editora da UFRGS, 2000, p. 407-440.

REBOUÇAS, A. da C. **Água doce no Brasil e no mundo.** __In: Águas doces no Brasil - Capital ecológico, uso e conservação / Org. por Rebolças, A. da C. Braga, B. e Tundisi, J. G. 2^a ed. – São Paulo: Escrituras Editora, 2002, p. 01-37.

RIBEIRO, C. V. **A Lagoa Negra e a evolução dos corpos d'água lagunares da faixa costeira do Rio Grande do Sul.** __In: 1º Seminário sobre pesquisa da Lagoa dos Patos. Porto Alegre/RS. UFRGS, 1984, p. 193-198.

RIO GRANDE DO SUL. **Política Estadual de Recursos Hídricos.** CRH, Lei nº 10350 de 1994.

SCHÄFER, A. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais.** Porto Alegre: Editora da Universidade, UFRGS, 1984, 532P.

- SOSBAI & CTAR **Sugestões para a produção de arroz irrigado com baixo impacto ambiental.** Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (SOSBAI) e Comissão Técnica do Arroz (CTAR), Cachoeirinha, RS. 2004, 16p.
- STRECK, E. V. *et al* **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002, 107Pp.
- SUERTEGARAY, D. M. A. **Rio Grande do Sul: Morfogênese da paisagem – Questões para a sala de aula.** __In: Boletim Gaúcho de Geografia, 21. Porto Alegre, 1996, 117-132p.
- SUGIO, K. **Dicionário de geologia marinha.** São Paulo: T. A. Queiroz, 1992, 171p.
- SCHWARZBOLD, A. **Influência da morfologia no balanço de substâncias e na distribuição de macrófitas aquáticas nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1982, 95p.
- SCHWARZBOLD, A. & SCHÄFER, A. **Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul – Brasil.** XV Simpósio “América do Sul”, Plön, Alemanha, 1984, p. 87-104.
- TELLES, D. D’A. **Água na agricultura e pecuária.** __In: Águas doces no Brasil. Org. REBOUÇAS, A. da C; BRAGA, B. & TUNDISI, J. G. 2ª ed. – São Paulo: Escrituras Editora, 2002, p. 305-337.
- UFRGS, **Itapuã. Análise preliminar do espaço geográfico.** Pró-Reitoria de Extensão. Departamento de Geografia, Porto Alegre, Editora da Universidade, 1982, 203p.
- UPHOFF, N. **O sistema de intensificação de arroz e suas implicações para a agricultura.** __In: Revista Agriculturas – experiências em agroecologia. Vol. 04, nº 01, Editora Leisa Brasil, Março de 2007, p. 11-15.
- VILLWOCK, J. A. & TOMAZELLI, L. J. **Geologia costeira do Rio Grande do Sul.** Notas Técnicas Nº 08 - Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Porto Alegre, 1995, p. 1-45.

ZANETTI, L. E. **Aspectos bióticos e abióticos de três ambientes aquáticos em São João da Boa Vista, SP.** Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos, São João da Boa Vista, SP, 2005, 33p.

ENDEREÇOS ELETRÔNICOS CONSULTADOS

www.mma.gov.br/port/conama - acessado em maio de 2006

www.seed.slb.com - acessado em outubro de 2007

www.uniagua.org.br - acessado em outubro de 2007

www.ufrj.br/institutos - acessado em outubro de 2007

www.aqua-latina.info - acessado em fevereiro de 2008

www.programaprociencias - acessado em fevereiro de 2008

8. ANEXOS

Anexo A – Resultado da Primeira Campanha Amostral: Ponto 1

Anexo B – Resultado da Primeira Campanha Amostral: Ponto 2

Anexo C – Resultado da Segunda Campanha Amostral: Ponto 1

Anexo D – Resultado da Segunda Campanha Amostral: Ponto 2

Anexo E – Resultado da Terceira Campanha Amostral: Ponto 1

Anexo F – Resultado da Terceira Campanha Amostral: Ponto 2