

Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí

Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí

Dilton de Castro
Cacinele Mariana da Rocha



REALIZAÇÃO:



Comitê Tramandaí

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Comitê Tramandaí

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PATROCÍNIO:



PETROBRAS

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA



Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí

Dilton de Castro
Cacinele Mariana da Rocha

Via Sapiens

Editora
Porto alegre, 2016

ANAMA
Projeto Taramandahy Fase II
Patrocínio Petrobras – Programa Petrobras Socioambiental

RS 484, n. 780 – Costa do Céu – Cep 95530-000 – Maquiné/RS
www.onganama.org.br

Autores:

Dilton de Castro

Ecólogo (Unesp/Rio Claro), especialista em Ecologia (Ufrgs), permacultor. Presidente do Comitê da Bacia do Rio Tramandaí, Coordenador Adjunto do Fórum Gaúcho de Comitês e Coordenador Geral do Projeto Taramandahy Fase II

Cacinele Mariana da Rocha

Química do Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos – Ceclimar/ Ufrgs, e doutoranda em Oceanografia Física, Química e Geológica pela Universidade Federal do Rio Grande (Furg). Representante no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí.

Revisão técnica:

Luis Felipe Hax Niencheski

Oceanólogo (Fundação Universidade Federal do Rio Grande), Mestre e Doutor em Oceanologie pela Université D'aix Marseille II – Station Marine D'Endoume e Pós-Doc pelo Skidaway Institute of Oceanography da University System of Georgia, Professor titular da Universidade Federal do Rio Grande (Furg).

Fotografias:

Dilton de Castro

Colaborador: geógrafa Gloria Durán - mapas de uso da terra

Projeto Gráfico e Diagramação:

Samuel Guedes/STA Studio

574(816.5)
C346q

Castro, Dilton de.
Qualidade das águas na bacia hidrográfica do rio Tramandaí/Dilton de Castro, Cacinele Mariana da Rocha. – Porto Alegre : Via Sapiens, 2016.
172 p.

ISBN 978-85-61941-12-3

Inclui bibliografia

1.Ecologia e Biodiversidade. 2. Recursos hídricos - Avaliação. 3. Rio Tramandaí (Rio Grande do Sul).I. Rocha, Cacinele Mariana da.II. Título.

Bibliotecária Responsável: Ketlen Stueber CRB 10/2221

APRESENTAÇÃO DO LIVRO

Este livro apresenta os resultados do monitoramento da qualidade das águas, realizado mensalmente entre abril/2014 a outubro/2015, em 14 pontos da bacia hidrográfica do Rio Tramandaí, das cabeceiras à foz. São analisados parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos nas amostras de água, bem como o uso da terra e cobertura vegetal nas áreas de preservação permanente de cada corpo hídrico e em seu entorno. Esta avaliação permite comparar a qualidade atual com o enquadramento (a qualidade que se deseja) proposto para cada corpo hídrico, bem como relacionar que fatores antrópicos estão influenciando na deterioração da qualidade da água. Assim, trata-se de importante instrumento para a gestão dos recursos hídricos, alertando sobre tendências de degradação e apontando caminhos para a conservação desse recurso finito e fundamental para a vida.



ONG ANAMA

A organização não governamental Ação Nascente Maquiné – ANAMA, atua na Região Nordeste e litorânea do Rio Grande do Sul desde 1997, com a missão de promover estratégias de desenvolvimento socioambiental saudável no bioma Mata Atlântica, tendo como princípio o cuidado com o planeta: prezar pela manutenção e promoção da agrobiodiversidade e uso múltiplo sustentável da Mata Atlântica; valorizar conhecimentos tradicionais e locais e os direitos associados; fortalecer a agricultura familiar de base ecológica e promover a segurança alimentar e nutricional; prezar pela autonomia local, liberdade de participação, equidade social e formas de organização solidárias; compartilhar conhecimento, experiências e propostas; responsabilidade técnica.

A co-responsabilidade na busca de soluções socioambientais é um aspecto central da atuação da ANAMA. Nesta perspectiva, buscamos a construção de políticas públicas participando de redes e conselhos: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí, Rede de Educação Ambiental do Litoral Norte, Rede Juçara e Rede EcoVida, Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Maquiné e Conselhos de Unidades de Conservação na região.

A ANAMA, em 2007, foi nacionalmente reconhecida pelo Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica com o Prêmio Muriqui, por destacar-se em sua atuação proativa pela conservação, recuperação e desenvolvimento sustentável na Mata Atlântica.

Contato: www.onganama.com.br

Coordenação geral: Cláudia Luiz Schirmer

PROJETO TARAMANDAHY – Fase II

Projeto TARAMANDAHY: gestão integrada dos recursos hídricos da bacia do rio Tramandaí – Fase II é realizado pela Ong Ação Nascente Maquiné com apoio e parceria de instituições governamentais, do terceiro setor e de pesquisa e patrocinado pela Petrobras através do Programa Petrobras Socioambiental. Sua realização ocorre entre 2013 e 2016.

O objetivo geral é contribuir para a qualificação da gestão dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí, através de ações integradas de conservação das águas, solos e floresta, monitoramento da qualidade da água, fortalecimento do Comitê de Gerenciamento da Bacia, programa de Educação Ambiental regional e publicações técnicas. As ações propostas refletem uma demanda social e ecológica e surgiram no âmbito de instâncias legítimas de gestão socioambiental que consideram a recuperação da qualidade ambiental da Bacia do Tramandaí uma ação prioritária e que beneficia toda sua população residente (220mil residentes) e flutuante durante os meses de verão. Os recursos aplicados fortalecem diretamente a base do Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia do Rio Tramandaí, ao viabilizar soluções aos problemas levantados pelo Plano da Bacia: melhor uso do solo para evitar erosão e assoreamento dos corpos hídricos, geração e disseminação do conhecimento sobre a qualidade da água, uso do solo e áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, implantação de medidas práticas para o uso sustentável da água, apoio e valorização aos pescadores artesanais e agricultores familiares ecologistas, publicação de materiais técnicos e informativos além da manutenção e qualificação do Comitê de Gerenciamento. Para intervir nesse contexto adotamos uma visão sistêmica e propomos atividades conjugadas e complementares de gestão e conservação de recursos hídricos, solo e floresta e educação ambiental. Este projeto conta com as parcerias: comunidade local; Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica Tramandaí – CGBHT; Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias – FEPAGRO; Prefeitura Municipal de Maquiné; Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM; Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Maquiné; UFRGS – Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos/Ceclimar, Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Rural Sustentável e Mata Atlântica/DESMA e Programa de Pós-Graduação em Geografia; Associação dos Municípios do Litoral Norte – AMLINORTE; Reserva Biológica da Serra Geral/SEMA; 11ª Coordenadoria Regional de Educação – Osório e Jamboó – Agência de Viagem e Turismo.

EQUIPE DO PROJETO

Coordenador Geral do Projeto:

Dilton de Castro – Ecólogo, especialista em Ecologia

Coordenadora Administrativa do Projeto:

Natavie de Cesaro Kaemmerer – Advogada, Especialista em Gestão da Qualidade do Meio Ambiente

Coordenadora Pedagógica do Projeto:

Valéria Aparecida de Bastos – Pedagoga, Mestre em Psicologia

Assessoria de Comunicação: **Anaiara Letícia Ventura da Silva** – Jornalista

Assessor em Defesa Civil: **Vicente Wolff**

Assessoria Técnica: **Cacinele Mariana da Rocha** – Química, Mestre em Oceanografia Física, Química e Geológica

Assessoria Técnica: **Gabriel Collares Poester** – Biólogo

Assessoria Técnica: **Gustavo Martins** – Engenheiro Agrônomo, Mestre em Desenvolvimento Rural

Assessoria Técnica: **Mariana Oliveira Ramos** – Nutricionista, Mestre em Desenvolvimento Rural

Assessoria Técnica: **Rafael Gehrke** – Administrador, Mestre em Desenvolvimento Rural

Assessoria Técnica: **Carlos Gasparini Neto** – Técnico em Meio Ambiente

Secretário Executivo do Comitê Tramandaí:

Tiago Lucas Correa – Turismólogo, Especialista em Planejamento e Gestão Ambiental

Secretária Executiva do Projeto: **Priscila Quiles Oliveira** – Pedagoga

Estagiário de Administração: **Hudson Luciano Rodrigues dos Santos**

Estagiário de Biologia: **Leonardo Isoppo Cruz**

Estagiária de Ciências Contábeis: **Grasiéli Scwaab Ritter**

Auxiliar de Limpeza: **Ana Maria da Silva Quiles Oliveira**

Auxiliar de Limpeza: **Josemari Cardoso da Silva**

Auxiliar de Serviços Gerais: **José Carlos Dalpiaz**

Auxiliar de Serviços Gerais: **Renato Joaquim da Rosa**

AGRADECIMENTOS

- Agradecemos ao patrocínio da Petrobras que, através do Programa Petrobras Socioambiental, propiciou a realização do Projeto Taramandahy – Fase II com atividades voltadas para a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Tramandaí e, entre elas, o monitoramento sistemático da qualidade das águas, cujos resultados são apresentados neste livro;
- À gestora do projeto, Sra. Cláudia Lapenda, pelo acompanhamento e orientações fornecidas ao longo de todo o projeto;
- À equipe do Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos (Ceclimar) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ufrgs), responsável pelas coletas e análises mensais.

PREFÁCIO

A disponibilidade de água com qualidade e quantidade adequadas compõe uma necessidade vital no seu sentido mais amplo para a existência da biodiversidade e saúde dos ecossistemas e, portanto, para o bem viver humano. Desta forma, as águas por influírem e serem influenciadas por múltiplos usos, por serem um “bem comum” a todas as pessoas, a questão central que se coloca, cada vez mais, é a necessidade do desenvolvimento permanente de uma gestão responsável, pública e particular, bem informada e inclusiva socialmente. É um direito de todo cidadão saber qual é a qualidade das águas e é uma obrigação do Estado monitorá-la. Na prática, é, ou será, em grande medida, um reflexo das decisões tomadas para o desenvolvimento da cidade e do campo, com ou sem tratamento do esgoto, com ou sem proteção das nascentes e matas ciliares, com ou sem agrotóxicos ou práticas agrícolas protetoras do solo. Devemos saber qual a qualidade da água que temos hoje e qual queremos que seja amanhã. A coleta de dados in loco, sua sistematização e análise, a crítica e o debate realizado com a sociedade, subsidiam os gestores para tomada de decisão, especialmente, no espaço criado pela própria sociedade, os Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica. Nesse sentido, são muito bem-vindos os esforços de pesquisas para a caracterização das águas e avaliação dos fatores incidentes nas bacias hidrográficas, produzindo e difundindo informações que diretamente contribuem e ou contribuirão para as várias atividades de gestão previstas em nosso Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, tais como: planejamento, outorga, cobrança e enquadramento dos cursos de água.

No âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí, o Projeto Taramandahy, em suas duas fases (2011-2013; 2013-2016), vem monitorando as águas e trazendo essa importante fonte de dados para seu Comitê. Com esta obra, A ONG ANAMA, com patrocínio da Petrobras, através do Programa Petrobras Socioambiental, traz uma contribuição fundamental nesta lacuna do Estado, ampliando o conhecimento sobre a qualidade das águas superficiais na bacia e subsidiando a elaboração de políticas públicas para a recuperação da qualidade ambiental. A publicação evidencia a importância de estudos sistêmicos na bacia hidrográfica, relacionando os componentes naturais, os usos da terra e da água pela sociedade com seus reflexos na qualidade do recurso hídrico. Destaca-se a participação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, através do Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos, responsáveis pela logística de coleta e análise, cumprindo uma importante função social da universidade pública.

Em síntese, a geração de informações sobre a qualidade das águas de corpos hídricos específicos constitui-se como uma premissa essencial à adequada gestão dos recursos hídricos. É nesse sentido que esta obra contribui para a sociedade brasileira, em especial, para os que vivem, mesmo que no veraneio, na maravilhosa, majestosa e frágil planície costeira do Rio Grande do Sul.

Dr. Ricardo Silva Pereira Mello

Professor da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1. A Bacia hidrográfica do Rio Tramandaí.....	8
2. Instrumentos de gestão dos recursos hídricos e o monitoramento das águas.....	12
3. Monitoramento da qualidade das águas na Bacia do Rio Tramandaí	14
4. Resultados das análises nos 14 pontos amostrados.....	42
5. Conclusão/Recomendações	172

1 A Bacia Hidrográfica do

Rio Tramandaí

A Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí (BH Tramandaí) insere-se na Região Hidrográfica Costeira do Sul, porção do território brasileiro cujas águas deságuam no Oceano Atlântico em alguma foz entre o sul de São Paulo e sul do Rio Grande do Sul. No Rio Grande do Sul, esta é uma das 25 bacias estaduais e faz parte das Bacias Litorâneas, apresentando uma particularidade na direção do escoamento superficial até a foz: os subsistemas norte e o sul, com diferenças marcantes no relevo, clima, geologia, vegetação, hidrografia, uso da terra e com águas que correm tanto do norte para o sul quanto do sul para o norte.

Geomorfologicamente, a bacia hidrográfica do rio Tramandaí localiza-se em terras do Planalto Meridional, Encosta da Serra Geral e Planície Costeira do Rio Grande do Sul, com uma área de 3000 km² e uma faixa costeira de 115 km. Seus rios principais são o Maquiné e Três Forquilhas, que desaguam na Lagoa Itapeva e Lagoa dos Quadros e fornecem água para municípios como Capão da Canoa, Xangri-Lá, Terra de Areia, Itati, Três Forquilhas e Maquiné. Na paisagem vemos a Serra Geral, a planície costeira, a Mata Atlântica, banhados, dunas, restingas e uma população sociodiversa com indígenas, quilombolas, pescadores artesanais e agricultores familiares.

Boa parte da água nessa região tem uma qualidade apropriada para o consumo humano, mas já se nota claramente sinais de degradação. A falta de saneamento básico, o lixo jogado de qualquer maneira e o uso intenso de agrotóxicos para produção de alimentos têm um efeito negativo muito forte nessa região. Isso é ainda mais grave porque na planície costeira, a água subterrânea está bem perto da superfície. A expansão urbana e plantios de arroz sobre áreas úmidas é uma realidade que ao aterrar banhados, causa distúrbio na flutuação do nível da água e na base da cadeia ecológica, gerando impactos ambientais negativos como enchentes e perda de biodiversidade. O mapa de uso da terra e cobertura vegetal foi atualizado a partir da imagem do satélite Landsat, de setembro de 2015, fotografias aéreas do período de 2006 a 2016 e reconhecimento em campo das principais classes de usos.

A preservação e bom uso das águas da bacia são estratégicos não apenas para o ser humano, mas também à vida biológica a ela associada. Nos rios e lagoas dessa bacia são encontradas mais de uma dezena de espécies de peixes que só existem ali e algumas delas estão ameaçadas de extinção. Trata-se de uma fauna rica e diversificada, relacionada à grande diversidade de habitats encontrados nas lagoas, banhados, rios, estuário e canais. Por tais atributos, nesta bacia encontra-se área núcleo da Reserva da Biosfera, tendo em Maquiné um Posto Avançado da Mata Atlântica, com objetivos de promover o desenvolvimento sustentável e pesquisas. Além disso, 9 áreas são consideradas prioritárias para a conservação da biodiversidade (MMA, 2002.) Por mais esse motivo, a recuperação das matas ciliares, o tratamento de esgoto, o controle do uso de agrotóxico e a implantação de aterros sanitários são medidas que o poder público tem que executar para que a qualidade e quantidade de água não sejam comprometidas e prejudiquem as gerações futuras.



Planalto meridional e encosta da Serra Geral: cabeceira dos principais rios da bacia. Maquiné. Janeiro/2009



Vale do rio Maquiné com seu intenso uso agrícola na várzea. Março/2013



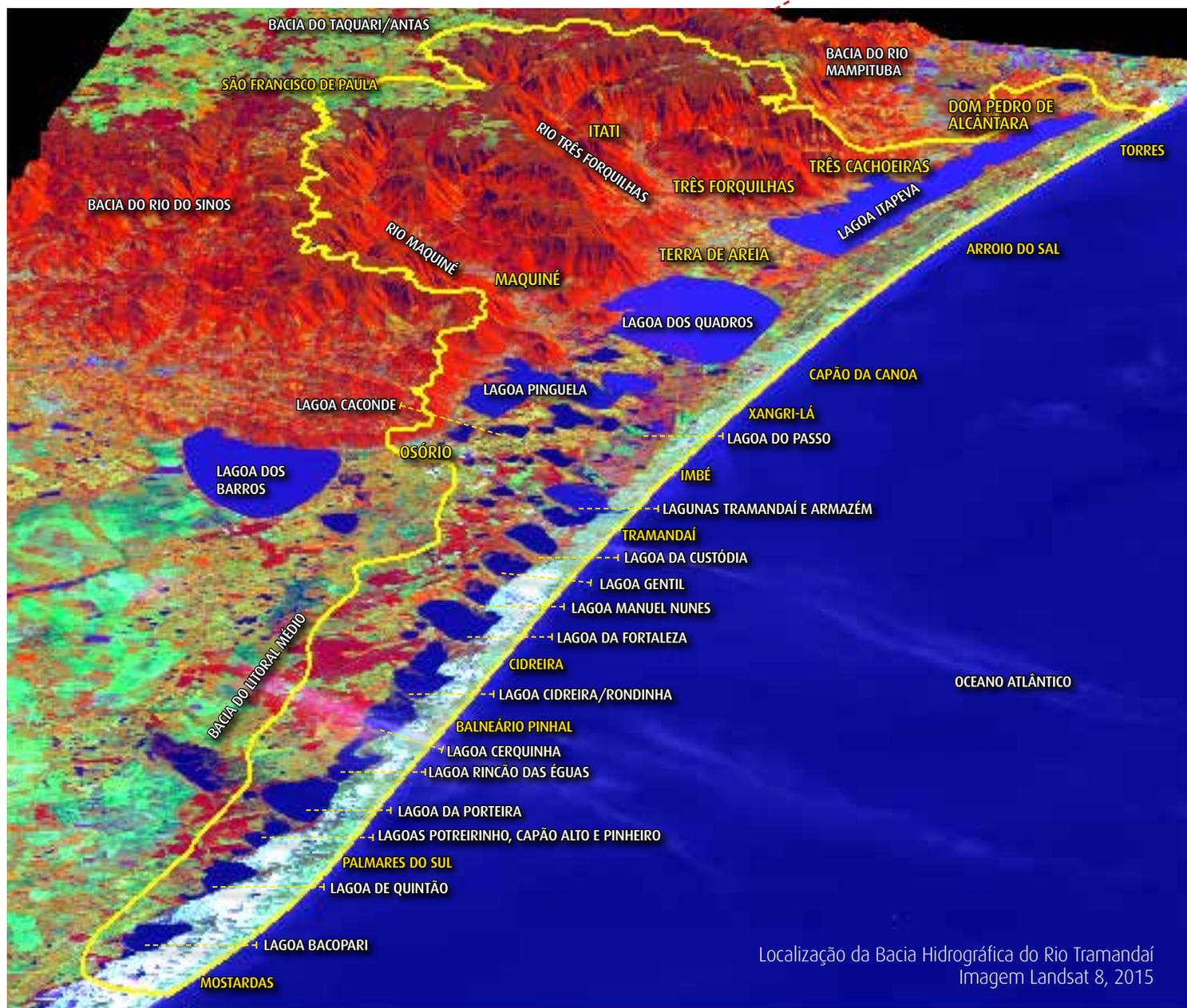
Extremo sul da bacia, com suas lagoas e dunas. Outubro/2012



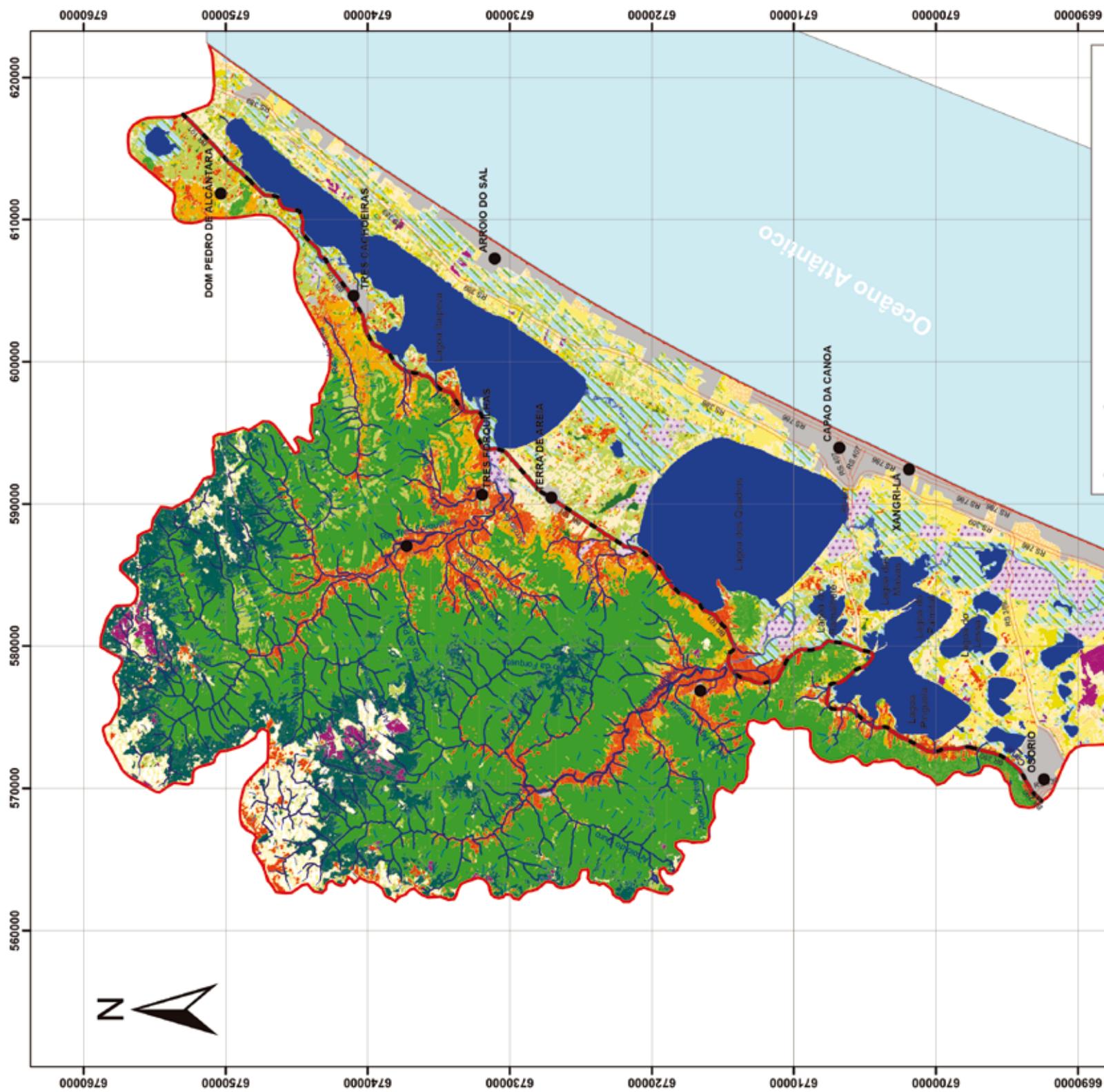
Região estuarina, encontro das águas doces com a salgada. Tramandaí/Imbé. Janeiro/2016

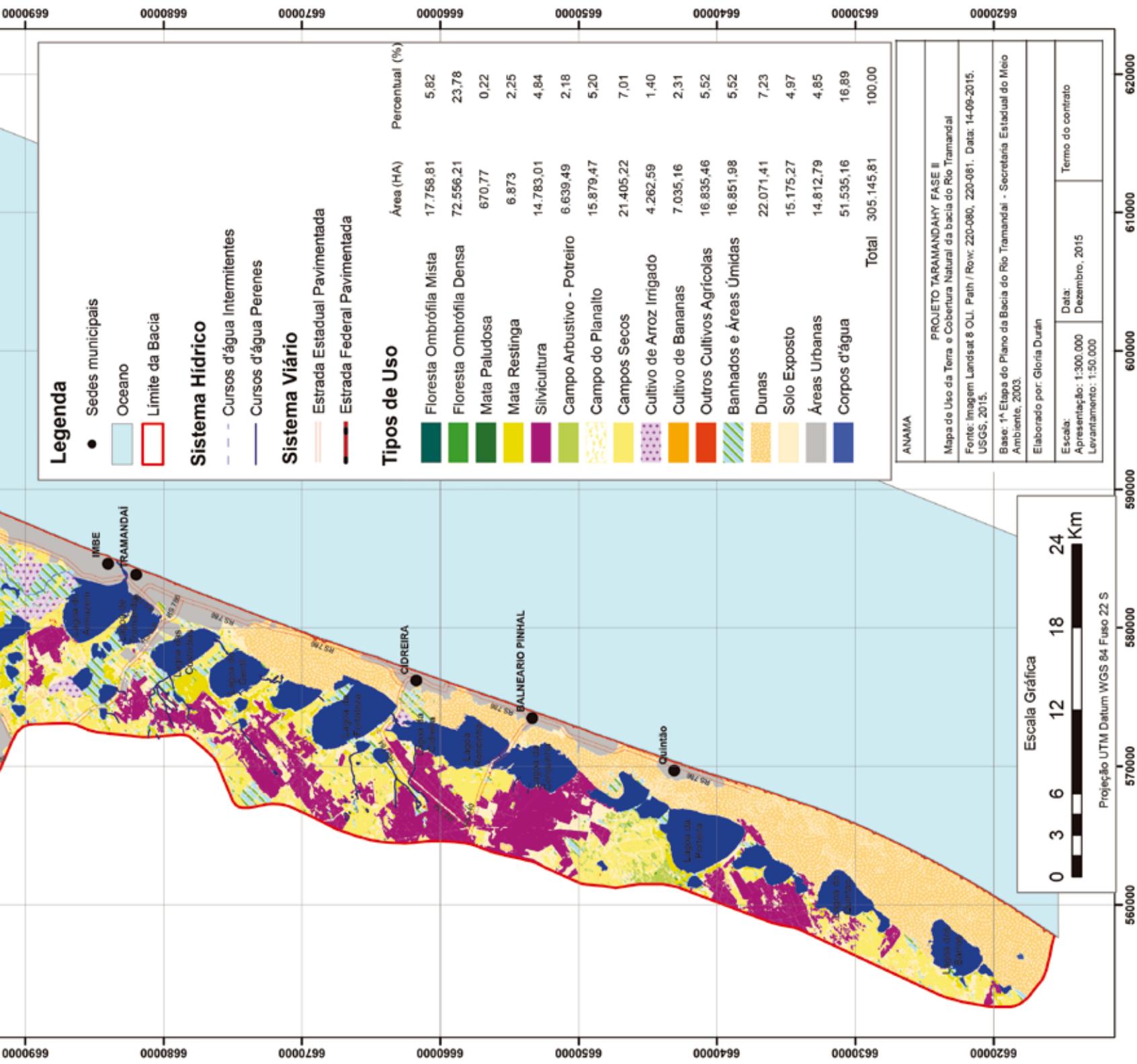
MMA/SBF, 2002. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: MMA/SBF. 404 p.

A figura abaixo ilustra a localização relativa e o limite em amarelo da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí, principais corpos d'água, cidades e bacias vizinhas. Em vermelho e com exagero vertical, destaca-se a encosta da Serra Geral, por onde escoam os principais rios oriundos do Planalto em direção às lagoas situadas na planície costeira até chegar na foz entre Tramandaí e Imbé. Do extremo sul, outro aporte de água flui, de lagoa em lagoa, até desaguar na mesma foz.



Mapa Uso da Terra e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Tramandaí





Legenda

- Sedes municipais
- Oceano
- Limite da Bacia

Sistema Hídrico

- - Cursos d'água Intermitentes
- Cursos d'água Perenes

Sistema Viário

- Estrada Estadual Pavimentada
- Estrada Federal Pavimentada

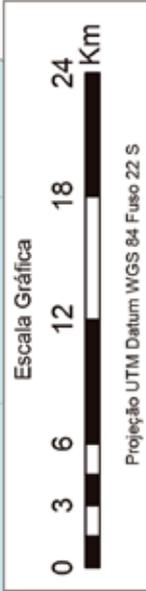
Tipos de Uso

Tipos de Uso	Área (HA)	Percentual (%)
Floresta Ombrófila Mista	17.758,81	5,82
Floresta Ombrófila Densa	72.556,21	23,78
Mata Paludosa	670,77	0,22
Mata Restinga	6.873	2,25
Silvicultura	14.783,01	4,84
Campo Arbustivo - Potreiro	6.639,49	2,18
Campo do Planalto	15.879,47	5,20
Campos Secos	21.405,22	7,01
Cultivo de Arroz Irrigado	4.262,59	1,40
Cultivo de Bananas	7.035,16	2,31
Outros Cultivos Agrícolas	16.835,46	5,52
Banhados e Áreas Úmidas	16.851,98	5,52
Dunas	22.071,41	7,23
Solo Exposto	15.175,27	4,97
Áreas Urbanas	14.812,79	4,85
Corpos d'água	51.535,16	16,89
Total	305.145,81	100,00

ANAMMA

PROJETO TARAMANDAIHY FASE II
 Mapa de Uso da Terra e Cobertura Natural da bacia do Rio Tramandai
 Fonte: Imagem Landsat 8 OLI, Path / Row: 220-080, 220-081. Data: 14-09-2015.
 Base: 1ª Etapa do Plano da Bacia do Rio Tramandai - Secretaria Estadual do Meio Ambiente, 2003.
 Elaborado por: Glória Durán

Escala: Apresentação: 1:300.000 Levantamento: 1:50.000	Data: Dezembro, 2015	Termo do contrato
--	-------------------------	-------------------



2

Instrumentos de gestão dos recursos hídricos e o monitoramento das águas

Com o população atual e seu crescimento futuro, demandas por abastecimento, irrigação, pesca, lazer, despejo de efluentes tratados, como está a qualidade da água atual, quais os fatores de degradação e o que fazer para garantir um futuro com água boa e abundante?

Estas são perguntas chaves para a sociedade e que a Gestão dos Recursos Hídricos pode respondê-las através de um conjunto de atividades que considere:

- o planejamento de recursos hídricos;
- a outorga e fiscalização de concessões de uso da água (no RS, o Departamento de Recursos Hídricos – DRH autoriza o usuário, sob condições preestabelecidas, a utilizar ou realizar interferências hidráulicas nos recursos hídricos necessárias à sua atividade, garantindo o direito de acesso a esses recursos dado que a água é um recurso de domínio público);
- a coordenação dos múltiplos agentes setoriais que atuam ou interferem na Bacia hidrográfica – Comitê de Bacia;
- o monitoramento da quantidade ou qualidade das águas;
- a cobrança pelo uso da água.

A **CONSTITUIÇÃO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL** estabelece: **“Art. 171 - Fica instituído o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, integrado ao Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos, adotando as Bacias Hidrográficas como Unidades Básicas de Planejamento e Gestão”.**

A Lei Estadual 10.350/94 estabelece princípios e diretrizes para a gestão das águas estaduais e define a constituição do Sistema Estadual de Recursos Hídricos do RS: Conselho de Recursos Hídricos (CRH); Comitês de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas (CBHs), Departamento de Recursos Hídricos (DRH), Agências de Região Hidrográfica (ARH) e Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM).

Também define os seguintes instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos: Outorga do uso da água; Cobrança pelo uso da água e Rateio de custos de obras. E ainda estabelece (Art. 19) o

papel do CBH, do qual destacamos o **inciso IX - compatibilizar os interesses dos diferentes usuários de água, dirimindo, em primeira instância, os eventuais conflitos**. O objetivo dos CBHs é realizar o gerenciamento das águas da bacia de forma descentralizada, integrada e participativa. Por isso são considerados PARLAMENTO DAS ÁGUAS. Assim, o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí é um espaço colegiado formado por representantes dos Usuários da água (40%), da População da bacia (40%) e órgãos do Poder Público (20%).

Para a BH Rio Tramandaí, o PLANO DE BACIA foi realizado em duas das três etapas previstas (Profill, 2005)

- FASE A – LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO ATUAL: publicado 2005;
- FASE B – DECISÃO PELO USO FUTURO DA ÁGUA: a Resolução Conselho Recursos Hídricos 50/2008 define o Enquadramento das Águas;
- **FASE C – PLANOS DE AÇÕES: ainda não realizada.**

Com base no enquadramento aprovado, o CBH Tramandaí definiu as principais intervenções necessárias para que o cenário de usos da água (qualidade e quantidades) seja atingido:

- *Tratamento de esgotos das sedes urbanas;*
- *Destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos;*
- *Recuperação da vegetação ciliar;*
- *Monitoramento da qualidade da água;*
- *Equacionamento de problemas pontuais de balanço hídrico (Lagoas Fortaleza, Emboaba e Pombas);*
- *Implementação de um sistema de controle de perdas no sistema de abastecimento público.*

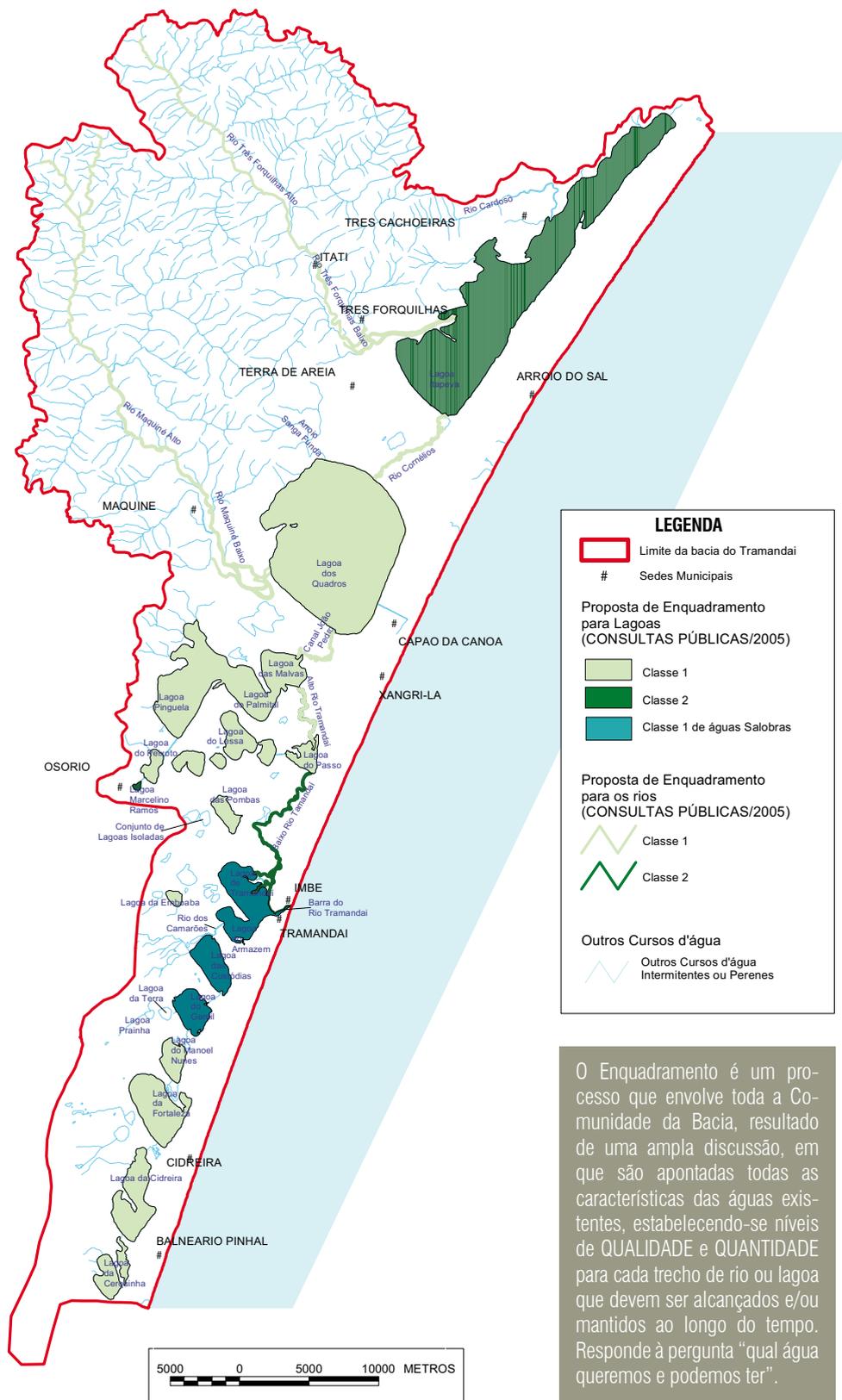
Referência bibliográfica:

PROFILL Engenharia e Ambiente Ltda. 2005. **Plano de Gerenciamento dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Tramandaí**. SEMA – Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Porto Alegre.

Enquadramento das águas na bacia do Rio Tramandai

Resumo da Proposta Final de Enquadramento (Classes de Uso conforme Resolução 357/2005 do CONAMA)

Lagoa da Cerquinha	Classe 1
Lagoa da Cidreira/Rondinha	Classe 1
Lagoa da Fortaleza	Classe 1
Lagoa do Manoel Nunes	Classe 1
Lagoa do Gentil	Classe 1s
Lagoa das Custódias	Classe 1s
Lagoa Armazém/Tramandai	Classe 1s
Alto Rio Tramandai	Classe 1
Baixo Rio Tramandai	Classe 2
Lagoa da Emboaba	Classe 1
Lagoa do Peixoto	Classe 1
Lagoa do Marcelino	Classe 2
Lagoa Lesa/Caieira/Outras próximas	Classe 1
Lagoas Pinguela/ Palmital e Malvas	Classe 1
Lagoa do Passo	Classe 1
Canal João Pedro	Classe 1
Lagoa dos Quadros	Classe 1
Alto Rio Maquiné	Classe 1
Baixo Rio Maquiné	Classe 1
Rio Cornélias	Classe 1
Alto Rio Três Forquilhas	Classe 1
Baixo Rio Três Forquilhas	Classe 1
Lagoa Itapeva	Classe 2



O Enquadramento é um processo que envolve toda a Comunidade da Bacia, resultado de uma ampla discussão, em que são apontadas todas as características das águas existentes, estabelecendo-se níveis de QUALIDADE e QUANTIDADE para cada trecho de rio ou lagoa que devem ser alcançados e/ou mantidos ao longo do tempo. Responde à pergunta "qual água queremos e podemos ter".

3

Monitoramento da qualidade das águas na Bacia do Rio Tramandaí

Este monitoramento da qualidade das águas da Bacia do Rio Tramandaí é uma das escassas fontes de dados deste sistema hídrico e, embora não consiga cobrir todos os corpos de águas que compõe a bacia – mais de 40 lagoas costeiras e diversos trechos de rio e nascentes, conseguiu avaliar as lagoas de maior relevância social e econômica da região, assim como trechos de rios e arroios com papel fundamental regionalmente.

Foram quatro pontos em tributários monitorados – nos arroios Lageado e Corneta, além dos rios Maquiné e Três Forquilhas, assim como pontos em dez lagoas ou lagunas costeiras – Itapeva, Quadros, Passo, Caconde, Tramandaí, Gentil, Fortaleza, Cidreira, Rondinha e Bacopari, que representam ampla faixa da bacia, perfazendo 14 pontos (mapa ao lado).

A execução das coletas e análises se deu entre abril de 2014 e outubro de 2015, gerando uma série de dados que caracterizam

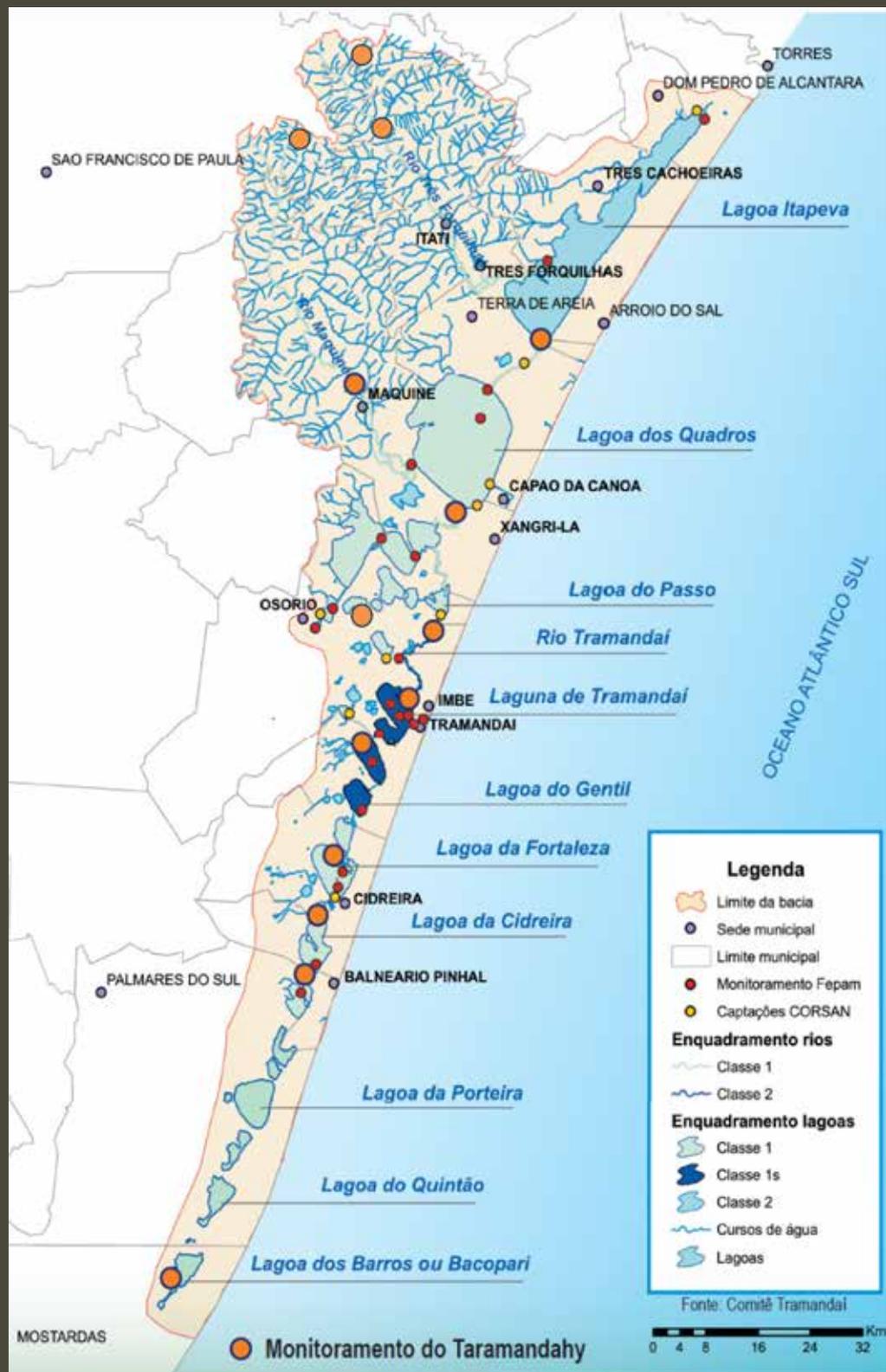
bem a qualidade das águas, assim como os principais entraves para o alcance e manutenção da classificação proposta pelo Plano de Bacia, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005.

Desta forma, municípios como São Francisco de Paula (localidade da Aratinga), Itati, Três Forquilhas, Terra de Areia, Três Cachoeiras, Torres, Maquiné, Arroio do Sal, Capão da Canoa, Xangri-Lá, Osório, Imbé, Tramandaí, Cidreira, Balneário Pinhal e Mostardas, têm ferramentas para avaliar medidas com intuito de minimizar impactos e garantir a melhoria na qualidade destes mananciais.

O monitoramento é uma das principais ações do Projeto Tramandahy proposto pela Ong Ação Nascente Maquiné e foi executado pelo Laboratório de Análise de Águas, Sedimentos e Biologia do Pescado, do Ceclimar – Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, parceiros desta ação.



Monitoramento da qualidade das águas na bacia do Rio Tramandaí: pontos de coleta



3.1 - Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos: o que eles podem nos dizer?

A escolha de parâmetros ou variáveis químicas, físicas e microbiológicas são fator determinante para compreensão das características ambientais, entretanto entender de fato o que cada um destes descritores quer nos dizer pode ser mais difícil. Os nomes não são de conhecimento geral, as quantidades que podem nos afetar são muito discutidas, seus efeitos e a resposta do ambientes aos diversos fatores também não são claros, e os próprios métodos de avaliação são diversos.

De forma simples, descrevemos a seguir alguns dos mais corriqueiros parâmetros analisados em amostras de águas para avaliação de sua qualidade.



Cor

A cor em águas superficiais, ou de origem subterrânea, resulta primeiramente da presença de matéria orgânica, como ácidos húmicos e fúlvicos, que atribuem coloração amarela-marron. A presença de ferro fortifica ainda mais a presença de cor pela formação de humatos férricos solúveis. A cor também é proveniente de partículas em suspensão como argilas, algas, óxidos de ferro e de manganês. Descartes industriais podem agregar lignina, tanino, corantes e outros compostos orgânicos e inorgânicos que causam cor.

Águas com cor pronunciada podem manchar roupas e louças, sendo normalmente empregadas apenas para aguar o jardim ou usos secundários.

A avaliação da cor pode ser feita comparando-a com cartelas de cor ou através de leituras em equipamentos específicos.



Sabor e Odor

O odor, assim como o gosto, depende de uma substância estimulante para as células receptoras, o que podemos chamar de sentidos químicos. A maioria dos compostos orgânicos, e alguns inorgâ-



nicos, contribuem para produzir odor e sabor nas águas, que podem ser provenientes de despejos, da decomposição vegetal ou mesmo da atividade microbológica. Desta forma, águas com odor pronunciado podem indicar ambientes sem oxigênio e com forte deterioração de material orgânico.

Alguns sais inorgânicos adicionam sabor sem conferir cheiro, um bom exemplo é a própria água marinha, sem odor e com sabor salgado.

A determinação de cheiros e gostos nas águas é feita apenas através de testes organolépticos, ou seja, com provadores que degustam as amostras puras ou diluídas.

Profundidade

A avaliação da profundidade dos corpos hídricos, especialmente aqueles de reservatório, como lagos e lagoas, podem

trazer muitas informações. Inicialmente, corpos muito rasos tendem a trocar mais rapidamente temperatura com o ar, esfriando e aquecendo mais facilmente, caracterizando uma amplitude térmica significativa a curtos períodos. Mudanças bruscas de temperaturas vão afetar os organismos que ali vivem. Isso também vai refletir nos níveis de oxigênio, somado ao efeito de vento. Ainda, corpos com profundidades menores, tem garantia de maior luminosidade, ou seja, luz que alcança o fundo ou boa parte da coluna de água, o que vai influenciar positivamente na vida de muitos organismos, inclusive favorecer o desenvolvimento de vegetação em alguns casos. Entretanto, esse alcance de luz pode restringir a vida de alguns peixes.

A medida de profundidade é feita com o auxílio de um bom peso e fita métrica, ou equipamento equivalente, sendo considerada uma medida fácil e rápida.





Sólidos

As frações sólidas totais, suspensas e dissolvidas (também conhecidas como frações fixas e voláteis) referem-se aos materiais residuais em suspensão e dissolvidos em uma amostra de água. Elevadas quantidades de sólidos caracterizam águas pouco palatáveis, além de ser um importante dado, já que esses sólidos podem causar danos à vida aquática, inclusive liberando gases e outros compostos tóxicos a ele fixados como metais pesados. Isso porque, junto a eles, ficam retidas bactérias e resíduos orgânicos, o que permite uma decomposição anaeróbica, sem oxigênio, o que oportuniza a liberação de gases e outros compostos tóxicos. Outra característica importante é que corpos de água com teores elevados de sólidos não permitem aos organismos a realização da fotossíntese, pois a luz penetra apenas poucos centímetros. Com a ausência de fotossíntese, a produção de oxigênio deixa de existir e o ambiente torna-se anóxico, prejudicial aos animais e plantas.

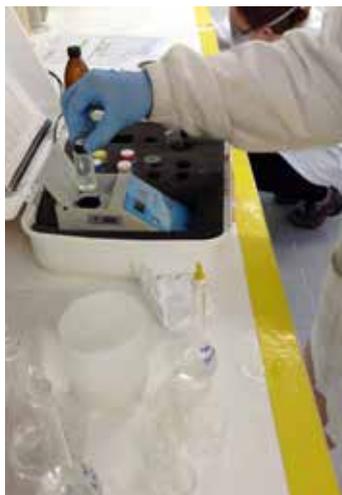
A determinação de sólidos totais, dissolvidos e suspensos é feita através da filtração e secagem das amostras à temperatura de 105° C.

Turbidez e Transparência

A limpidez ou transparência das águas é requisito importante para o abastecimento humano e o uso em algumas linhas industriais, além de ser uma característica vinculada à condição e produtividade no ambiente natural. Inclusive, através da medida de transparência se estabelece o alcance da luz penetrante e a atividade fotossintética que ocorre neste corpo de água.

A turbidez nas águas é causada por material em suspensão e matéria orgânica, tais como argila, silte, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos, inclusive sendo a turbidez indicadora de erosão das margens. Assim, quando em quantidades grandes, as partículas absorvem a luz não permitindo que ela alcance profundidades maiores, restringindo a vida daqueles organismos que precisam de luz para sobrevivência, como por exemplo, de plantas submersas e até mesmo peixes e algas.

Embora complementares, as medidas de turbidez e transparência são feitas de forma diferente, sendo que para turbidez usa-se um equipamento que incide luz e verifica a penetração da mesma através da amostra de água, enquanto a determinação de transparência é feita com um disco de Secchi no local a ser analisado.



Temperatura da água e do ar

A importância da variável temperatura está ligada, inicialmente, a praticamente todas as outras características físico-químicas e microbiológicas das águas por influenciar muitos compostos e elementos químicos, assim como processos, além de comandar as atividades fisiológicas da fauna ali estabelecida. A temperatura vinculada à profundidade traz muitas informações, assim como elevadas temperaturas podem influenciar em muito no impacto ecológico. O oxigênio, que é um gás, quando submetido a elevadas temperaturas é perdido pela água, diminuindo a quantidade de oxigênio dissolvido, essencial à vida aquática. Da mesma forma, a elevação das temperaturas podem quebrar algumas ligações químicas, disponibilizando elementos potencialmente tóxicos, que antes estavam estavelmente “presos”. Por fim, muitos organismos tem sua proliferação facilitada com a subida ou decida da temperatura, tornando-se esta característica importante para o equilíbrio do ambiente.

A fauna aquática tolera temperaturas máximas e mínimas, sendo este gradiente determinante para o desenvolvimento dos mesmos, tanto enquanto cresce, como em sua reprodução e migração.

A temperatura do ar influencia fortemente a temperatura dos corpos de água, uma vez que estão em permanente contato. Quanto maior a superfície de contato, por exemplo em grandes lagos e lagoas, maior será a troca, sendo comum a estratificação (separação em camadas). Corpos de águas correntes, como córregos, nascentes e rios, sofrem menos este efeito.

A avaliação tanto da temperatura do ar como da água pode ser feita com um termômetro simples, ou mesmo com um medidor do tipo sonda que analisa a temperatura junto com outros parâmetros.



Direção e velocidade dos ventos

As condições climáticas são bastante importantes durante uma coleta e podem justificar pequenas alterações no ambiente. O vento tem grande expressão aqui no litoral gaúcho, sendo bastante constante e intenso. Assim, um dos processos nos quais o vento contribui muito é a maré, fazendo com que a mesma avance estuário adentro trazendo consigo a água salgada e dando a cunha salina maior alcance. Essa influência da água marinha no continente vai mudar muito os ambientes e também restringir a vida aos organismos que estão adaptados às características destas águas. Outra situação é que se houver forte vento, ele revolverá as águas e também o fundo, disponibilizando sólidos, matéria orgânica na coluna de água, e minimizando a transparência do ambiente. O vento também tem característica de inserir nas águas oxigênio, quando é estabelecida a onda, e esse efeito é muito importante, compensando outros efeitos de perda desse gás, por exemplo quando a temperatura sobe muito.

Ainda, o vento é importante, pois determina as áreas em que alguns organismos vão viver.

O anemômetro é o equipamento mais empregado para determinação dos ventos, indicando velocidade que alcançam e associado a isso, também a temperatura do ar. A direção dos ventos tem de ser avaliada pelo analista.



Fluxo de águas

A avaliação dos fluxos de águas vai definir se este é lótico ou lântico, ou seja, a velocidade de circulação das águas neste corpo hídrico e também dar indícios do tempo de residência das águas. Baixos fluxos implicam em trocas de massas d'água mais lentamente, com baixa renovação, possibilidade de baixa oxigenação, facilidade de ampliação de temperatura e até mesmo processos de desenvolvimento de algas e outros organismos que pedem ambiente mais estáveis. Fluxos de água mais acelerados significam uma renovação acelerada, que pode ser bastante favorável, entretanto nem todos os organismos suportam esta condição. A ciclagem das águas vai indicar, inclusive, a capacidade de recuperação das águas quando ocorrem problemas da saúde ambiental destes corpos de água.

A medida da vazão e fluxos de águas em uma lagoa ou rios é feito com uso de um equipamento conhecido como fluxômetro, que tem uma hélice e é colocado na água e através das resoluções deste, calcula-se o movimento das águas.



Condutividade elétrica



A condutividade elétrica é a medida da capacidade de uma amostra de água tem em transportar corrente elétrica e isso depende diretamente da presença de íon, sua concentração, mobilidade e valência, bem como a temperatura naquele momento. De forma geral, compostos inorgânicos conduzem com mais facilidade assim como compostos orgânicos são mais resistivos, ou seja, mal condutores. Desta forma, águas salobras ou salinas, com elevada concentração de sais, tem condutividade muitas vezes mais elevada do que águas doces, como de lagoas e rios, e que são usadas para abastecimento público.

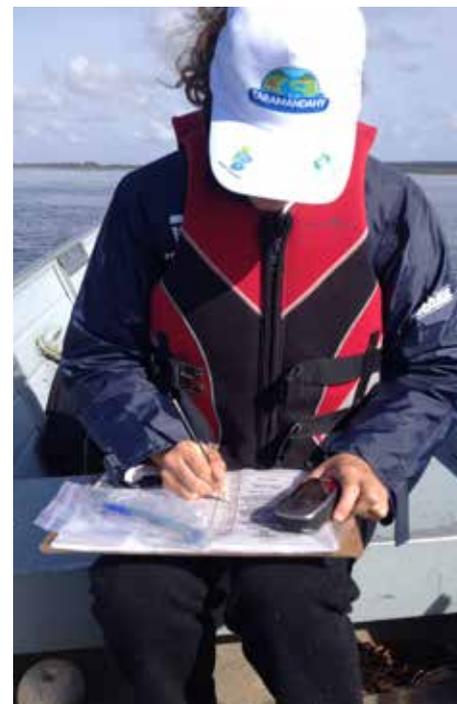
As medidas para determinação da condutividade de uma amostra é feita com um condutivímetro, equipamento que mede a transferência de carga entre dois pólos, quando emerso dentro de um líquido.

Salinidade

Este é a uma importante característica das águas, sendo em linhas gerais a medida da quantidade de sais dissolvidos que

estão naquela massa d'água. A medida é dificultada, pois a avaliação ainda é de forma indireta, seja por condutividade, secagem e pesagem, refratometria ou densidade, isso porque muitos são os sais que contribuem para esta característica, tornando difícil a quantificação dos mesmos. Atualmente, águas com salinidade média ou elevada não são usadas para consumo humano ou mesmo outras atividades, apenas quando não há outras fontes, e ainda assim exclusivamente após processo de dessalinização, ainda muito dispendioso. Esta característica, já há muito comprovada, é restritora da ocupação e estabelecimento de vidas, já que não é toda fauna e flora que suporta viver com altos níveis de sais, assim como o oposto também é válido.

Embora sejam várias as opções para determinar a salinidade das águas, temos aplicado o íon cloreto (Cl) para isso, já que ele é um dos mais abundantes.



Cloretos



Uma das fontes de cloretos quando longe de águas marinhas são os esgotos sanitários, via excretas humanas. Já nas regiões costeiras, temos a intrusão salina, que é a entrada de águas marinhas em corpos de águas costeiras, e neste caso temos a inserção de altos teores de cloreto sobre a forma de cloreto de sódio (NaCl), principalmente. Apesar de não oferecer risco ao ser humano, exceto quando casos de deficiência, o cloreto pode conferir sabor salgado à água conforme a composição química da água, além de prejudicar estruturas metálicas. Para o ambiente, pequenas alterações nos teores de cloretos já são responsáveis na mudança da pressão osmótica das células, sendo importante característica para definição de zonação de fauna e flora.

Cloretos podem ser quantificados por um método clássico, fácil e barato, por titulação, fazendo-o reagir com íons de prata até alcançar determinada coloração.



pH

O pH ou potencial hidrogeniônico trata-se de uma das mais importantes medidas de caracterização das águas, que em primeira instância indica sua acidez ou alcalinidade, fator determinante para a vida aquática e a determinação de uso da mesma, e que vai definir processo como coagulação, precipitação, desinfecção ou corrosão. Na natureza, usualmente o pH das águas fica entre 4 e 9. Bicarbonatos, carbonatos e alguns metais alcalinos terrosos dão características alcalinas às águas, enquanto chuvas ácidas podem reduzir o pH a menos que 7, ponto dado como neutro. Além disso, o pH regula a disponibilidade/mobilidade de alguns elementos químicos, inclusive aqueles mais tóxicos, e atua sobre a fisiologia de diversas espécies, sendo a neutralidade favorável a diversidade.

O pH é medido via equipamento, conhecido como pHmetro (lê-se peagâmetro) ou ainda através de substâncias chamadas de indicadores, que apresentam coloração diferenciada conforme o valor de pH do ambiente.

DBO

A DBO, ou demanda bioquímica de oxigênio, é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia em determinado período, sendo que elevados níveis de matéria orgânica podem consumir todo o oxigênio disponível na água e implicar em alto valor de DBO. Esta demanda é avaliada por um período padrão de 5 dias ou de 20 dias, sendo indicada como DBO_5 e DBO_{20} , que é legislada pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Altas demandas são características de efluentes industriais, como abatedouros e beneficiadoras de açúcar, assim como de excretas humanas e animais provenientes da criação animal em pequenas propriedades e casas sem saneamento básico.

Demandas elevadas sugerem que os teores de oxigênio dissolvido neste ambiente podem ser comprometidos a curtos períodos, expondo a vida aquática à oxigenação baixa ou em anoxia, altamente prejudicial.

A avaliação da demanda de oxigênio é feito com a verificação de oxigênio dissolvido no momento da coleta e uma segunda verificação passados 5 ou 20 dias. Essa verificação pode ser feito por oxímetro ou por titulação iodométrica. A diferença de OD será considerada como DBO.



Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) nas águas é proveniente da atmosfera e da produção feita por alguns organismos, e sua concentração nas águas é dependente de processos físicos, químicos e bioquímicos. Processos de aeração, incluindo o efeito dos ventos, e movimentação das águas, como em corredeiras e cascatas, formação de ondas, contribuem em muito para introdução de mais oxigênio nas águas. A fotossíntese de organismos fotossintéticos, como as algas, é fonte importante na produção de oxigênio nas águas e altamente dependente da transparência das águas que permite maior penetrabilidade de luz.

É o oxigênio um elemento de máxima importância para o metabolismo dos seres vivos e ambiente aquático, uma vez que dá capacidade de autodepuração, ou seja, do corpo hídrico receber cargas poluidoras, assimilá-las e se reestabelecer.

A maioria das espécies de peixe não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido na água inferiores a 4,0 mg/L.

Oxímetros são os equipamentos empregados para avaliação da concentração de oxigênio dissolvido na água, podendo estes estarem agregados a sondas multiparamêtros. Ainda, há um método clássico feito via titulação com mudança de cor, mais trabalhosa, mas bastante segura.



Clorofila a

O fitoplâncton é o grupo de micro-organismos aquáticos, as algas, que ocorrem sob forma unicelular, colônia e filamentos, e que em ampla maioria são fotossintetizadores. Este processo de fotossíntese ocorre através de pigmentos como as clorofilas e que desta forma, são ótimos indicadores da biomassa de algas. Grandes quantidades de algas, e de clorofila, indicam ambientes desequilibrados, frequentemente por processos de eutrofização, onde há nutrientes em excesso oportunizando expressivo desenvolvimento das mesmas. Os principais nutrientes que contribuem para isso são o fósforo e o nitrogênio nas suas diferentes formas.

Embora em primeiro momento as algas possam ser positivas, quando em grande densidade elas bloqueiam a passagem de luz para a coluna de água, assim como demandam oxigênio por sua decomposição quando morrem ou mesmo durante a noite quando o processo fotossintético cessa.

Entre as diversas formas de clorofila (a, b, c e d), aquela que é empregada para indicar a biomassa algal, consequente estado trófico do ambiente, é a clorofila a, que perfaz cerca de 1 a 2% do peso seco do fitoplâncton.

A determinação da clorofila a é através da filtração das amostras, análise das algas dissolvidas em acetona por um equipamento específico. Ainda, estas podem ser visualizadas, identificadas e contadas através de microscópio.





Fósforo total e ortofosfato

São encontrados em esgotos domésticos em vista dos detergentes domésticos e excretas humanas e animais, que apresentam este elemento em grandes quantidades. Outras fontes importantes, e que alcançam as águas com facilidade, são os fertilizantes em pó e também foliares (líquidos), bem como pesticidas, todos provenientes de áreas agrícolas. O fósforo é um importante nutriente, sendo essencial para manter os processos aeróbios, mas sempre em teor equilibrado com oxigênio e nitrogênio.

O fósforo se apresenta em mais de uma forma, sendo elas:

- ortofosfato solúvel – que é o fosfato hidrolisado, estável na água e assimilável pelos organismos ou biodisponível;
- fósforo orgânico – que é aquele associado a compostos orgânicos e
- fósforo total – é o somatório das diferentes formas: ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico.

Excessivas quantidades de fósforo disponíveis nos sistemas hídricos desencadeiam processo de eutrofização, que é o crescimento excessivo de organismos fotossintéticos.

O fosfato pode ocorrer nos sedimentos dos corpos hídricos, sendo disponibilizado para a coluna de água conforme a dinâmica física e química do ambiente.

A determinação do fósforo em suas diversas formas é através de métodos de cor, com leituras feitas em espectrômetros, equipamento específico. A fração total normalmente deve passar por uma forma de digestão com calor e substâncias ácidas antes disso.

Nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, orgânico, nitrato e nitrito

O nitrogênio se apresenta de diferentes formas no ambiente e estes compõem o ciclo do nitrogênio. São compostos de alto interesse, pois indicam o grau de oxidação do ambiente, sendo o nitrogênio orgânico e amoniacal as formas mais reduzidas, associadas a uma fonte de poluição próxima, e nitrato e nitrito como formas mais oxidadas, indicadores de fonte poluidora mais afastada. Todas estas formas são intercambiáveis e mudam conforme as características do ambiente.

O nitrogênio orgânico é proveniente de proteínas que podem estar disponíveis em corpos de água sendo comumente provenientes de esgotos sanitários.

A amônia, ou nitrogênio amoniacal, está presente naturalmente em águas superficiais, entretanto em esgotos em maior quantidade, proveniente da uréia de nossas excretas. Quando em quantidade elevadas, a amônia consome oxigênio da água e também se torna tóxica aos peixes.

Nitrito é uma forma intermediária de oxidação de nitrogênio, podendo ser oxidada a nitrato ou reduzida à amônia, sendo que este processo ocorre em tratamentos ou mesmo no ambiente natural. Ele é encontrado largamente nos alimentos com a função de fixador de cor e preservante, entretanto quando no ambiente, pode reagir com outros compostos e em meio ácido produzir grupos cancerígenos. Ainda, é considerado tóxico quando em quantidades mais elevadas, pois quando ingerido compete com o oxigênio na corrente sanguínea e acaba por asfixiar o organismo, homem ou animal.

A forma total de nitrogênio é aquela que indica de forma geral a fertilidade de determinado ambiente e é dada pela soma de todas as formas de nitrogênio.

Os fertilizantes são fontes das diversas formas de nitrogênio e que são agregados em altas quantidades em diversos ambientes pela lixiviação das áreas plantadas. Outra fonte de nitrogênio é a atmosfera que dispõe de nitrogênio elementar (N_2) que é fixado biologicamente por alguns organismos, como bactérias e algas, e o tornam orgânico. O nitrogênio elementar também pode ser fixado quimicamente, disponibilizando nas águas as formas amoniacal e nitrato.

Embora um elemento essencial, quando em elevadas concentrações e combinado com nutrientes, como fósforo, tornam o ambiente muito rico e desencadeiam processo de eutrofização.

A análise de nitrogênio vai depender das diferentes formas, mas basicamente será através de cor, sendo as amostras lidas no equipamento espectrômetro. E assim como o fósforo total, o nitrogênio total tem de passar por digestão ácida.

Sulfato



É largamente distribuído na natureza e pode estar nas águas naturais em concentração de poucos até centenas de miligramas por litro proveniente das rochas e do próprio solo. Resíduos de mineração podem contribuir com grandes somas de sulfato através da pirita, além de boa parte do sulfato vir de esgotos domésticos e industriais.

O sulfato quando em elevada concentração confere sabor à água, assim como o sulfato de sódio e de magnésio tem efeito laxante.

Sulfatos são analisados através da reação em água com outro elemento que o faz precipitar e, então, ser quantificado por leitura em espectrômetro ou por pesagem.



Sulfeto

O sulfeto está presente em águas subterrâneas e também nos sedimentos, sendo liberado pelo material sedimentar, pela redução do sulfato e, especialmente, produzido por decomposição de material orgânico, ainda mais quando o ambiente apresenta baixos teores de oxigênio dissolvido. Pode ser liberado por esgotos domésticos e industriais, inclusive sendo reconhecido como um gás tóxico, com forte odor que já matou muitos trabalhadores por asfixia em minas e, nas águas, pode matar peixes e outros organismos. Metais e outras estruturas, inclusive concreto, podem ser comprometidas quando se tem o sulfeto em altas concentrações.

A iodometria, que é a titulação com mudança de cor usando o elemento iodo, é a forma de quantificação dos sulfetos.



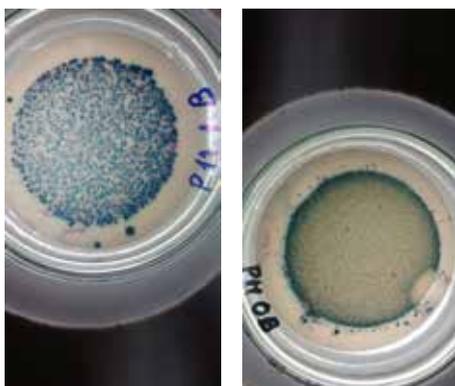
Coliformes totais, coliformes fecais e *Escherichia coli*

Os coliformes totais dão conta das condições higiênicas da água, a qual pode ser via de transmissão de doenças. Dentro deste grupo, estão os coliformes fecais, que são termotolerantes, e contaminam as águas através das fezes humanas e animais que chegam por meio de despejos dos esgotos não tratados adequadamente. São responsáveis por problemas intestinais. Por fim, um dos organismos deste grupo termotolerante é a *Escherichia coli*, bactéria que pode ter caráter prejudicial e que, atualmente, é empregada como o melhor indicador de contaminação fecal.

As técnicas para quantificação microbiológicas são diversas, podem aplicar metodologias mais clássicas e outras já mais modernas que tendem a agilizar as análises. Neste caso, podemos usar méto-



dos como múltiplos tubos, de membranas filtrantes e também de cartelas e substratos. De qualquer forma, todas aplicam as amostras de águas em meios de cultura com nutrientes e são submetidos por algumas horas à temperatura adequada aos organismos, cabendo a contagem em microscópio para determinação de quantidades.



Metais pesados

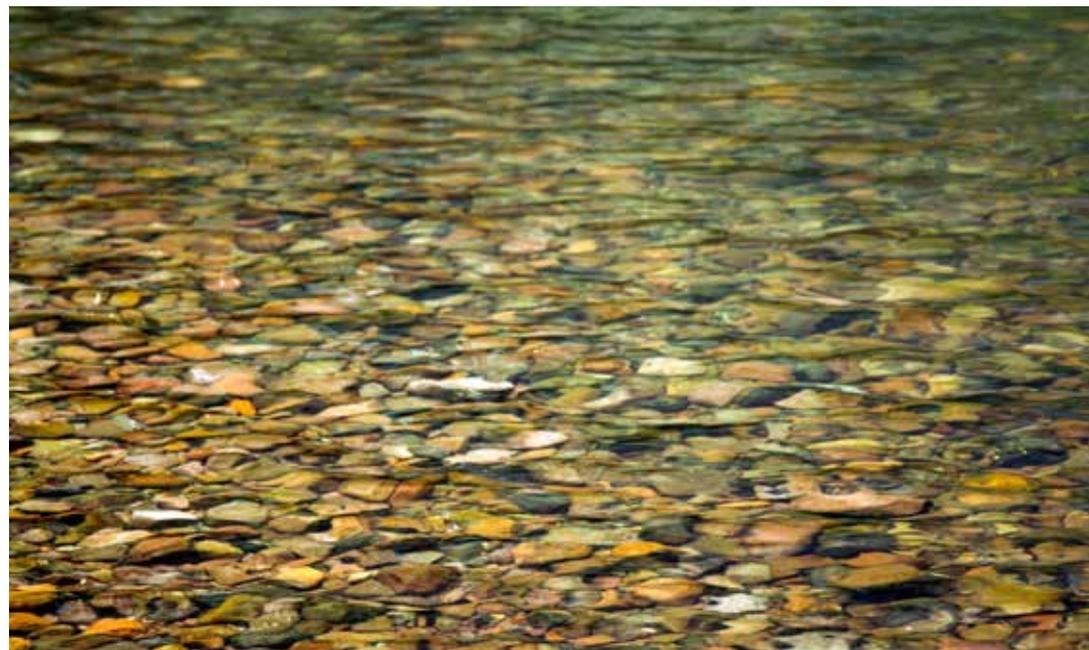
Os metais, embora muito famosos por sua periculosidade, são elementos que trazem benefícios à saúde, alguns até essenciais, sendo que todos nós os temos em baixas concentrações em nossos organismos. A determinação entre toxicidade e benefício se dá pela concentração dos mesmos nas águas.

Uma das grandes fontes destes elementos são os fertilizantes produzidos a partir das rochas fosfatadas, e considerando que muito deste material é aplicado para o desenvolvimento da agricultura nos moldes atuais, este alcança os corpos hídricos através das águas que lixiviam, ou seja, lavam os solos e carregam estes compostos diretamente para rios, lagos e lençol freático, altamente impactante.

Os metais são provenientes também de eletrônicos, pilhas e baterias, combustíveis e óleos, tanto automotivos como marítimos, curtumes, tintas ou mesmo de cimento e outras atividades industriais.

Eles têm efeitos adversos à saúde humana, sendo classificados como cancerígenos – que produzem ou tendem a produzir câncer, e também como teratogênicos – aqueles compostos que induzem a malformações fetais. Como propriedades importantes, os metais são bioacumuladores e biomagnificadores, que significa que em nosso organismo estes são mais rapidamente adquiridos do que eliminados, se acumulando, inclusive a cada nível da cadeia trófica. Provocam efeitos tóxicos agudos e crônicos no homem, como vômitos, diarreias, problemas respiratórios, neurológicos, convulsões afetando também ossos, pele, pâncreas, fígado, rins e cérebro, levando inclusive ao coma. Em peixes, os metais pesados causam lesões nas brânquias, fígado e rins, enquanto nos vegetais, alteram suas funções metabólicas.

Elementos, como os metais pesados, podem ser quantificados por técnicas modernas com uso de equipamentos de ponta, que analisam elemento por elemento ou são multielementares, onde a parte mais importante é a preparação da amostra para ser usada nestes equipamentos.



Agroquímicos

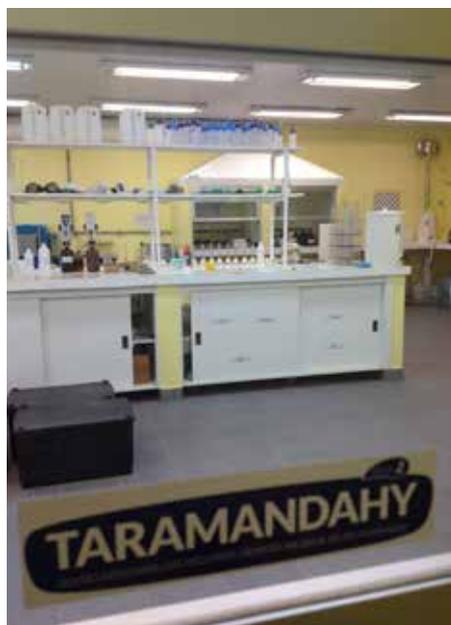
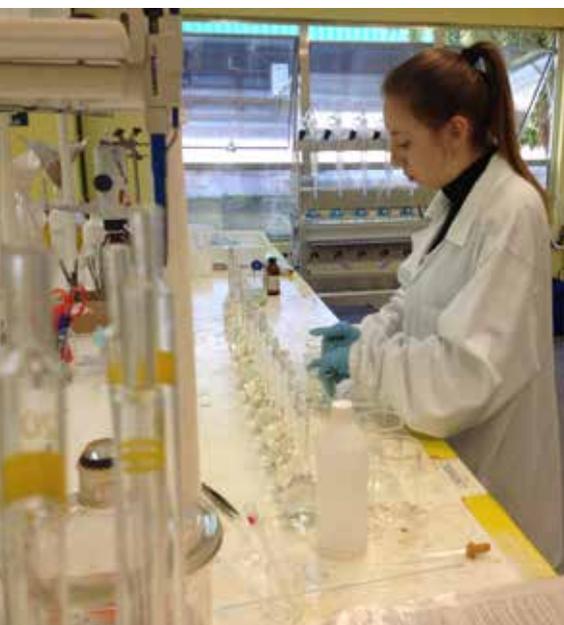
Estes são compostos empregados em larga escala nas propriedades agrícolas com intuito de livrar a planta de pragas que reduzem sua produtividade, tanto em quantidade como em qualidade. São compostos biocumulativos, relativamente estáveis e bastante nocivos, sendo alguns anteriormente empregados como armas de guerra, como é o caso do grupo dos fenoxiacéticos, que são herbicidas desfolhantes usados durante a 2ª Guerra Mundial e Guerra do Vietnã, popularmente conhecido por agente laranja e, que hoje, ainda é utilizado em produtos como o Tordon®.

Outro grupo de compostos são os organoclorados, sendo um deles muito conhecido como DDT (diclorodifeniltricloroetano), que foi amplamente empregado pós-guerra para eliminação de mosquitos vetores e, que hoje, são empregados para eliminar insetos em lavouras. São considerados estáveis e de baixo

custo, contudo altamente tóxicos e cancerígenos.

Os organofosforados são agentes empregados como herbicidas, inseticidas e reguladores de crescimento das plantas, sendo um deles anteriormente usado como arma química, popularmente conhecido por gás Sarin, e que age sobre o sistema nervoso dos organismos provocando desde diarreia até convulsões e coma. Outro composto deste grupo é o glifosato, um herbicida sistêmico não seletivo, produzido para eliminar ervas e arbustos indesejados. É o ingrediente principal do popularmente conhecido Roundup®, causando desde danos gástricos até o câncer.

A análise de compostos agroquímicos, ou mesmo grupos de compostos, também é fruto de técnicas cada vez mais modernas, especialmente pelas baixas quantidades para sua detecção, podendo-se citar a cromatografia como a principal delas.



Referencial Bibliográfico

APHA – American Public Health Association, 2012. **Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater**. 22nd ed. American Water Works Association AWWA.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2009. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo. Apêndice A - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. 44p. São Paulo.

BAUMGARTEN, M. G. Z., WALLNER-KERSANACH, M e NIENCHESKI, L. F. H., 2010. **Manual de Análises em Oceanografia Química**. 2 ed. Rio Grande: Editora da FURG.

ALBINATI, A. C. L., MOREIRA, E. L. T., ALBINATI, R. C. B., CARVALHO, J. V., LIRA, A. D., SANTOS, G. B. e VIDAL, L. V. O., 2009. **Biomarcadores histológicos: toxicidade crônica pelo Roundup em piaçu (*Leporinus macrocephalus*)**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., Belo Horizonte, v. 61, n. 3: 621- 627, June, 2009.

AMARANTE JUNIOR, O. P., SANTOS, T. C. R. e BRITO, M. L., 2002. **Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação**. Quím. Nova, São Paulo, v. 25, n. 4: 589-593, July.

ATSDR, 2005, **Draft Toxicological profile for arsenic (update)**. U.S. Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta.

CACCIA V. G.; MILLERO, F. J. e PALANQUES, A., 2003. **The distribution of trace metals in Florida bay sediments**. Marine Pollution Bulletin, v. 46, n. 11, p. 1420-1433.

FONSECA, E. M., 2004. **Estudo da interação entre atividade bacteriana, metais pesados e matéria orgânica nos sedimentos da Baía de Guanabara – RJ**. Dissertação de mestrado, Departamento de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo. GRISOLIA, C. K., 2002. A comparison between mouse and fish micronucleus test using cyclophosphamide, mitomycin C and various pesticides. Mutat. Res., v.518, p.145-150.

HANN, R. W. J. e JENSEN, P. A., 1974. **Water Quality Characteristics of Hazardous Materials, Enviro**. End. Div., Texas A&M, vol. 3.

HARRISON, T. R., 1998. **Medicina Interna**. Rio de Janeiro, McGraw-Hill, p. 2962.

IPEN, 2004. **ANAIS DO IX ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONTAMINANTES INORGANICOS**, São Paulo.

JACKSON, J., 1991. Heavy metals and other inorganic toxic substances. In: **GUIDELINES OF LAKE MANAGEMENT**. Ed. Matsui, S. Japan. ILEC, p.65-80.

PERES, F.; MOREIRA, J. C., organizadores, 2003. **E veneno ou e remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.

ROCHA, C. M. 4.1 Qualidade das águas da BH do Rio Tramandaí. In: Dilton de Castro; Ricardo Silva Pereira Mello. (Org.). **Atlas Ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Tramandaí**. 1 ed. Porto Alegre, 2013, v. , p. 149-155.

BENN, F. R. e McAULIFFE, C. A., 1981. **Química e poluição**. São Paulo: Editora da USP.

CALDAS, L. Q. A., 2000. **Intoxicações exógenas agudas por carbamatos, organofosforados, compostos biperidílicos e piretróides**. Centro de Controle de Intoxicações, Rio de Janeiro, 40 p.

FLORES, A. V.; RIBEIRO, J. N.; NEVES, A. A. e QUEIROZ, E. L. R., 2004. **Organoclorados: um problema de saúde pública**. Ambiente & Sociedade, v. VII, n. 2 jul/dez.

KONRADSEN, F.; VAN DER HOEK, W.; AMERASINGHE, F. P.; MUTERO, C. e BOELEE, E., 2004. **Engineering and malaria control: learning from the past 100 years**. Acta Tropica, v.89, p.99-108.

MACÊDO, J. A. B., 2002. **Introdução à Química, Meio Ambiente e Sociedade**. Juiz de Fora-MG: 1ª edição, 487p.

MARICONI, F. A. M., 1985. **Inseticidas e seu emprego no combate as pragas**. 7.ed. São Paulo: Distribuidora.

OTTAWAY, J. H., 1982. **Bioquímica da poluição**. São Paulo: Editora da USP.

SOLOMON, K. R.; THOMPSON, D. G., 2003. **Riscos ecológicos para organismos aquáticos no uso de glifosato sobre a água**. Journal of Toxicology and Environmental Health, 6: 289-324.

SOSBAI, 2007. **Arroz irrigado – recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil/Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado**. V Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado e XXVII Reunião da Cultura do Arroz Irrigado. Pelotas, RS: 161p., il..

3.2 Águas Subterrâneas no Litoral Norte: descargas e sua importância

A descarga de águas subterrâneas (DAS, do inglês *Submarine Groundwater Discharge - SGD*) é um conceito bastante novo e foi, por muitos anos, negligenciada cientificamente pela dificuldade de avaliação e da percepção de que este processo não tinha uma significativa importância. Ainda na década de 90, alguns pesquisadores mencionaram que a DAS encontrava-se em uma fase exploratória. Entretanto, isso se estende até hoje, especialmente no que diz respeito à interação da descarga de água subterrânea com as lagoas costeiras, como é o caso do Litoral Norte do RS.

Inicialmente, os estudos se concentraram na compreensão do processo de descarga de água subterrânea na interface continente/mar, devido a sua importância na produtividade biológica, pois já se tinha conhecimento de que a contribuição de macro e micronutrientes associados à DAS chegava a ser aproximadamente igual à contribuição via escoamento superficial em alguns locais. Estudos mais recentes complementam estas informações, afirmando que advecções de água subterrânea podem ocorrer em direção ao mar aberto, até bem longe da costa, através de fraturas, paleocanais ou porções permeáveis de aquíferos continentais confinados. A interligação hidráulica entre aquíferos

sobrepostos é bem comprovada, e a DAS é um fenômeno relativamente comum quando aquíferos conectam-se às águas superficiais através de sedimentos permeáveis ou mesmo fissuras.

A Planície Costeira do RS tem característica permeável e foi formada durante contínuos eventos de regressão e transgressão marinha, dando origem aos sistemas Laguna/Barreira. No litoral norte, esses processos deram início à formação das dezenas de lagoas em cordão, que representam 38,5% da superfície local, sendo a maioria delas, lagoas rasas, situadas entre a encosta e a linha de praia.

Entretanto, essas descargas de águas providas de aquíferos



Figura 1 – Ciclo hidrológico, composto pela parcela subterrânea, e a interação entre os compartimentos, adaptado de USGS.

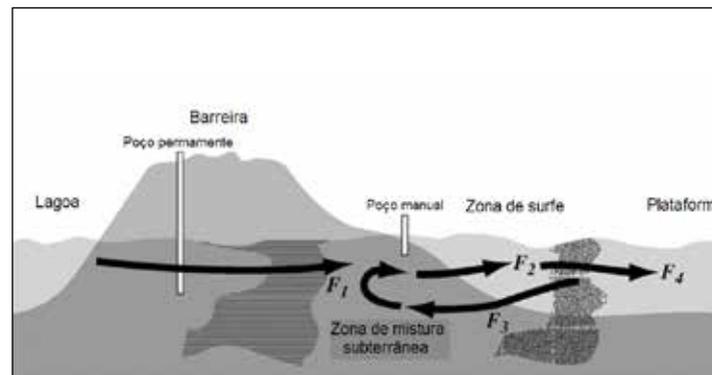


Figura 2 – Modelo conceitual da movimentação de água superficiais e subterrâneas.

oscilam muito, sendo variáveis no tempo, desiguais e difusas em vista de estarem submetidas a múltiplas forçantes. Desta forma, quanto mais variadas as técnicas de avaliação deste aporte, maiores as chances de cobrir de forma significativa e correta a presença da água subterrânea.

Atualmente, a detecção da ocorrência da DAS pode se dar de várias formas. Para este trabalho foi selecionado, primeiro, o emprego de uma técnica simples e eficaz, o *seepage meter* e, após, o uso de uma técnica sofisticada e complexa, que é o uso de radioisótopos naturais.

O *seepage meter* foi empregado em diversos trabalhos por sua facilidade de aplicação, resposta rápida e baixos custos envolvidos, sendo os resultados preliminarmente importantes para confirmar e quantificar volumes que advectam em pontos específicos.

Para as lagoas costeiras do Litoral Norte do RS os dados obtidos com o *seepage meter* comprovaram e demonstraram, em todos os casos estudados, que a DAS é responsável pela contribuição de milhões de metros cúbicos de água por ano, constituindo-se em um importante processo de recarga hídrica superficial para esta região costeira. Os resultados de advecção situaram-se na faixa entre 0 e 0,70 cm/d, os quais, multiplicados pela área de cada lagoa, fornecem o volume que advecta diariamente. Anualmente, esses valores situam-se na faixa de 70, 175, 275 e 50 milhões de m³ de água para as lagoas da Itapeva, Quadros, Pinguela e Barros, respectivamente.

Estes volumes são bastante expressivos e, tornam-se ainda mais, quando comparados ao transporte de água superficial para o oceano. Além disso, o somatório desses volumes, na casa dos milhões de metros cúbicos ao ano, alimenta e mantém o nível d'água destas lagoas.

Ainda, foi possível verificar um comportamento diferenciado entre as margens de uma mesma lagoa. Aqueles pontos próximos da encosta da Serra do Mar apresentaram um resultado advectivo maior, enquanto os pontos localizados nas margens mais próximas da linha de praia caracterizaram-se como infiltrantes, que aqui se refere ao movimento de penetração das águas superficiais para o ambiente subterrâneo, já observado por outros autores. Possivelmente, este comportamento diferenciado da encosta da Serra pode ser explicado pela própria formação geológica, que abastece a superfície com água subterrânea semi-confinada em fraturas ou porções permeáveis. Enquanto isso, a margem leste das lagoas, uma porção da Bacia de Pelotas, sofre efeito da linha de costa que a comunica com o oceano, configurando uma barreira arenosa permeável que age como membrana filtrante. Desta forma, haveria maior possibilidade da água infiltrar na porção mais a leste da lagoa e aflorar no cordão de dunas ou mesmo, desaguar diretamente no mar.

Após 1977, diversas outras metodologias que empregam traçadores químicos, como o rádio (²²⁶Ra), o radônio (²²²Rn) e o trítio (³H), foram propostas para complementar as informações dadas pelos *seepage meters* na avaliação da advecção de águas subterrâneas e no cálculo do fluxo de macro e micronutrientes.



Figura 3 – Evidências do movimento de águas entre os compartimentos superficial e subterrâneo: gradiente salino encontrado em amostras de 1 metro de profundidade na faixa de praia; floração de algas, justificado pelo forte *input* de nutrientes; e oxidação de ferro e outros metais, provenientes de água doce, na faixa de praia.

Fonte: L. F. H. Niencheski

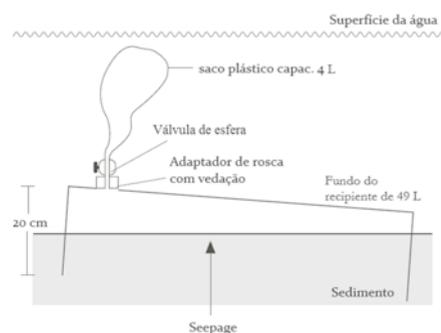


Figura 4 – À esquerda, representação da montagem e instalação do sistema *seepage meter*, proposto por Lee (1977) e, à direita, imagem de três equipamentos instalados às margens da Lagoa dos Barros, Osório, RS.

Fonte: C. M. da Rocha

Consideradas estas técnicas mais precisas e flexíveis de serem aplicadas, a advecção de água subterrânea nas lagoas costeiras do Norte do RS foi novamente avaliada, agora, pela técnica com traçadores naturais internos. Especificamente, fazendo uso do elemento radônio (^{222}Rn), em pontos variados dos sistemas hídricos já estudados, onde foram obtidas taxas de advecção mais expressivas do que aquelas registradas pela técnica *seepage meter*.

O radônio é um gás e excelente traçador natural para ecossistemas costeiros porque sua concentração na água subterrânea é de 2 a 4 ordens de grandeza acima da concentração verificada nas águas superficiais. Por sua conservatividade e facilidade em ser mensurado, vários autores empregaram o radônio (^{222}Rn) em seus estudos.

Este gás é mensurado através do equipamento RAD-7 (Durridge Co., Inc.), sendo que a opção de medida do ^{222}Rn escolhida para as lagoas e rios do Litoral Norte foi o método RAD-AQUA, que consiste na passagem da amostra líquida em um difusor, onde o gás liberado é enviado ao equipamento para leitura, obtendo-se resultados *in locu* e que compõem os Grupos 1 e 2 de dados. Além dessas amostragens, foram analisados poços tubulares próximos às lagoas, sendo alguns com profundidade de 80 a 100 metros e outros mais superficiais, até 10 metros (Grupo 3), visando compreender se a água desses aquíferos mais profundos também abastece as lagoas costeiras e em que quantidade. Para a análise da água dos poços, empregou-se a metodologia RAD-Big Bottle, na qual as amostras são coletadas em recipientes de

10-20 litros. Os volumes são definidos em função da concentração estimada de radônio (maior concentração, menor volume) e, posteriormente, avaliadas em laboratório, considerando o volume de ^{222}Rn emanado dessa amostra coletada.

Os resultados obtidos frente a este formato de avaliação demonstraram um importante cenário, onde o somatório advectado, conforme Fig. 7 é de mais de 1 milhão de m^3 ao ano, chegando a alcançar, por exemplo, apenas na Lagoa da Itapeva aproximadamente 10 milhões de m^3 ao ano.

As diferenças entre os três grupos podem ser explicadas pela hidrogeologia regional, já que a área das calhas dos tributários é de formação alúvio-coluvionar, na qual são efetivas as recargas de águas e é ampla a facilidade de interação do manancial subterrâneo com a lagoa. Conforme alguns autores, aquíferos aluviais são frequentemente caracterizados por significativa interação rio/aquífero.

Dentro do grupo de amostras de margens lagunares, o radônio também foi usado para certificar a resposta diferenciada entre elas, como observado com o uso da técnica *seepage meter*. A margem oeste apresentou advecção, aproximadamente, três vezes maior que a margem leste nas lagoas. Esta resposta também está vinculada à hidrogeologia dos pontos amostrados, para os quais há maior interação na região da encosta, a oeste, se comparados aos pontos localizados na planície lagunar ou marinha.

Na região das lagoas, as áreas de planície lagunar se mesclam com áreas de aquíferos confinados ou semi-confinados e, esta



Figura 5 – À esquerda, a imagem do monitor RAD-7 (Durridge Co., Inc.), ao centro a imagem do difusor empregado no método RAD-AQUA para determinação de ^{222}Rn , através do qual a amostra é aspergida na câmara liberando o gás radônio que é quantificado. À direita, imagem da garrafa empregada no método RAD-Big Bottle, na qual é coletada a amostra e o gás radônio é liberado na porção superior, posteriormente sendo quantificado. Fonte: C. M. da Rocha

configuração pode dificultar o estabelecimento do processo advectivo.

Assim, através dos resultados verificados por meio da técnica que faz uso do radônio, observou-se que a média de descarga nestas lagoas alcança $14,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, se destacando as lagoas Itapeva, Pinguela e Quadros, com fluxos de 28,1; 19,0 e 9,8 cm d^{-1} , respectivamente. Estes números perfazem em até 22% dos volumes das águas das lagoas ao longo de um período de um ano.

Para os tributários, se obteve fluxos médios de $15.550 \text{ m}^3/\text{ano}$, refletindo num aporte de água subterrânea de até $19,5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$. Correlacionando a descarga de água subterrânea com os fluxos totais destes tributários, verificou-se que as águas subterrâneas respondem, em média, por 43 % deles. Três Forquilhas e Maquiné são os que recebem as mais significativas descargas subterrâneas.

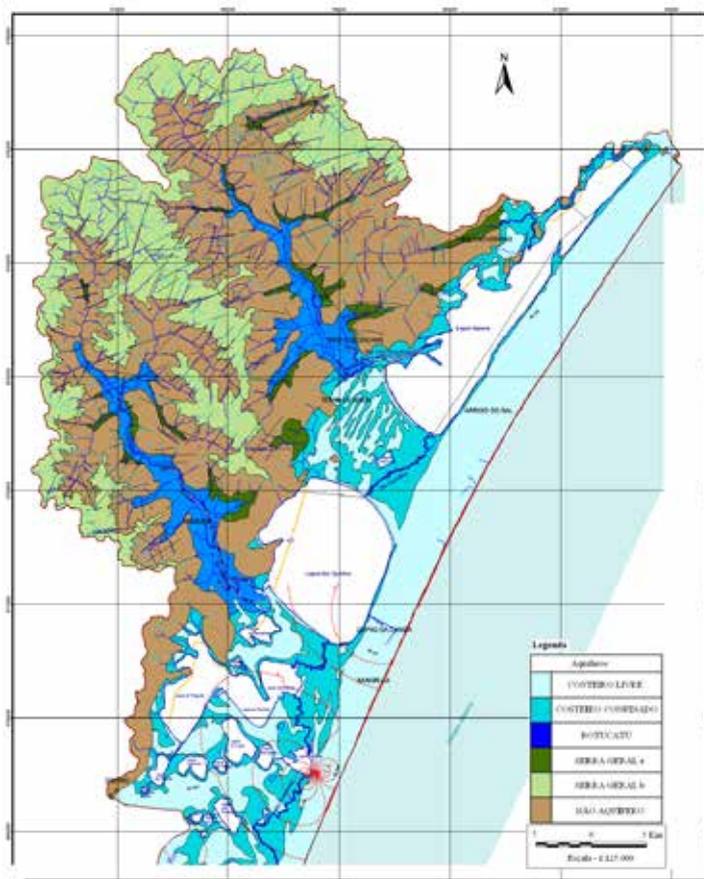


Figura 6 – Mapa hidrogeológico da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí, indicando as áreas de aquífero e suas respectivas características hidrogeológicas. Fonte: adaptado de Proffil (2005).

A fim de facilitar a compreensão de quão ampla é a contribuição desses fluxos (volume/tempo), esboçamos a compilação dos resultados para margens e tributários, expressos em m^3/ano .

Não apenas os grandes volumes de água que se movimentam entre os compartimentos têm importância isolada. Elementos dissolvidos nessas águas, como os nutrientes, tem papel fundamental nos processos de descargas de água, isso porque suas concentrações em águas vindas dos aquíferos são muitas ordens de magnitude maior se comparadas às concentrações destes nutrientes nas águas de fontes superficiais ou provenientes de chuvas. Na Lagoa Mangueira, no sul do Brasil, foi evidenciada a significativa contribuição de nutrientes associada à descarga de água subterrânea, sendo que estes nutrientes são reciclados inúmeras vezes, sustentando assim a produção primária de forma contínua. Quando esses nutrientes são transportados via subterrânea, da lagoa para a região oceânica costeira, tornam-se ainda mais importantes.

Assim, para as lagoas costeiras do norte do RS fazia-se importante estimar o fluxo de nutrientes associado à descarga de águas subterrâneas em cada um dos locais estudados (margens de lagoas e nos rios e córregos), bem como os teores médios de nutrientes, o que possibilitou observar aportes da ordem de milhares de quilogramas ao ano de cálcio, amônio, nitrato, fosfato e silicato. Com relação a estes fluxos, destacam-se novamente, os rios Três Forquilhas e a Lagoa Itapeva.

Estas contribuições tem reflexo positivo, pois contribuem para a produção primária e zonação biológica. Isto significa que esses nutrientes são decisivos para definir onde, por exemplo, a comunidade de peixes vai se desenvolver e reproduzir, assim como outros organismos, como fito e zooplâncton, bentos entre outros.

Se compararmos o somatório dos nutrientes registrados para o Litoral Norte, lagoas e tributários mencionados acima, com os dados de nutrientes de outro importante corpo hídrico do RS, a Laguna dos Patos, pode-se observar que corresponde a, apro-

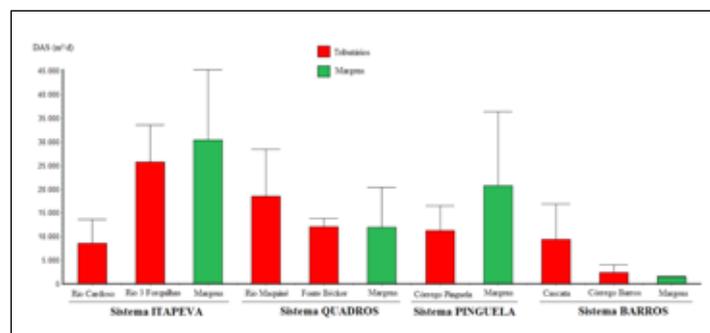


Figura 7 – Resumo gráfico da descarga de água subterrânea - DAS para as lagoas e tributários estudados, campanhas 1 e 2, identificadas conforme lagoa associada.

ximadamente, 73% do fluxo de nutrientes desta última. Ainda, guardadas as proporções referentes à área de drenagem de cada uma dessas bacias, pode ser obtido um número ainda mais significativo.

Além disso, definidas as descargas foi possível compreender o tempo de renovação dessas águas nas lagoas, ou seja, o Tempo de Residência das águas, dado regionalmente muito importante considerando que boa parte das lagoas ali estabelecidas já recebe, ou receberá dentro de pouco tempo, efluentes de estações de tratamento de esgotos dos respectivos municípios do entorno. Os resultados obtidos reforçam a preocupação existente quanto à capacidade suporte das mesmas, visto que o Tempo de Residência das águas nas lagoas Itapeva, Quadros e Pinguela varia de poucos dias até algumas semanas, enquanto para Lagoa dos Barros esse tempo é maior do que dois anos. Assim, qualquer



Figura 8 – Ponto com fluxo espontâneo de água doce na praia, uma das evidências do momento de águas subterrâneas alcançando o oceano.

Fonte: L. F. H. Niencheski

dano causado a essas lagoas, levará muito tempo para que seja sanado e as lagoas depuradas.

As variações nos Tempos de Residência dos corpos d'água estão relacionadas ao tamanho (área) das suas bacias de drenagem. Entretanto, outro fator determinante para a renovação das águas de um corpo lagunar é a taxa de circulação de águas, considerando o balanço hídrico entre os aportes e as saídas. Desta forma, a interligação ou isolamento de lagoas torna-se um fator decisivo, como por exemplo, a Lagoa dos Barros necessita de um período de tempo bem maior para a renovação de suas águas do que as demais lagoas, que são cordiformes, ou seja, possuem ligação com demais sistemas hídricos. Ainda, quanto ao tempo de renovação das águas, ambientes com tempo de residência mais elevado, são muito mais suscetíveis aos aportes antrópicos e seus impactos e deve ser poupado o seu uso como depositário de resíduos.

De igual forma, existem outros aspectos que influenciam a qualidade das águas das lagoas costeiras das bacias litorâneas, tais como a ocupação, o saneamento e as atividades no entorno, que são conhecidos indicadores. Entretanto, as descargas de água subterrânea, seu papel frente às demais formas de entrada de águas nestes sistemas, a sazonalidade e o quão breve todo este estoque é renovado também tem um peso importantíssimo e até bem pouco tempo não sendo levado em conta. Para isso, os mananciais subterrâneos ainda precisam ser melhor conhecidos, e sabendo da sua importância, especificamente para nossa região, devem ser preservados e mantida a sua qualidade.

Estes trabalhos desenvolvidos no Litoral Norte e Sul do RS devem receber destaque por seu caráter pioneiro na quantificação das descargas de águas subterrâneas, associado à avaliação do papel das lagoas costeiras e sistemas adjacentes, no processo de transferência de massa de água continental para o oceano adjacente via transporte subterrâneo.

Através da avaliação dos dados produzidos por este trabalho foi dada a devida importância que essa região costeira possui como manancial de água continental, identificando diferentes situações que se refletem em distintos valores de contribuição da DAS, bem como o grau de interação manancial subterrâneo com as lagoas costeiras e tributários locais. Estes processos se destacam para o ambiente costeiro e adquirem papel fundamental para compreensão de que estes sistemas não estão isolados e sim, interligados por processos geoquímicos que há muito se conhece, mas que até o presente momento não haviam sido quantificados de forma completa. Assim, o que é fonte subterrânea, antes negligenciada, deixa de ser uma incógnita para adquirir importância e apresentar valores para compor de forma correta o balanço hidrológico do Litoral Norte do RS.

Referencial Bibliográfico

- ANDRADE, C. F. F. (2010). **Conexões e interações entre a água superficial e subterrânea na região costeira do extrema Sul do Brasil**. Insituto de Oceanografia. Rio Grande, Universidade Federal do Rio Grande. Tese de Doutorado: 177.
- ANDRADE, C. F. F., NIENCHESKI, L. F. H., ATTISANO, K. K., MILANI, M. R., SANTOS, I. R., & MILANI, I. C. (2011). **Fluxos de nutrientes associados às descargas de água subterrânea para a Lagoa Mangueira (Rio Grande do Sul, Brasil)**. Química Nova, XY(00), 1–6.
- ATTISANO, K. K., NIENCHESKI, L. F. H., MILANI, I. C. B., MACHADO, C. S., MILANI, M. R., & ZARZUR, S. (2008). **Contribution from continental groundwater to the shelf zone in Albardão area, RS, Brazil**. Brazilian Journal of Oceanography, 56(3), 189–200.
- BARLOW, P. M. (2003). **Ground Water in Freshwater-Saltwater Environments of the Atlantic Coast**. U S Geological Survey- Circular 1262, Circular 1, 121.
- BURNETT, W. C., BOKUNIEWICZ, H., HUETTEL, M., MOORE, W. S., & TANIGUCHI, M. (2003). **Groundwater and pore water inputs to the coastal zone**. Biogeochemistry, 66(1/2), 3–33. doi:10.1023/B:BI0G.0000006066.21240.53
- CABLE, J. E., BURNETT, W. C., & CHANTON, J. P. (1997). **Magnitude and variations of groundwater seepage along a Florida marine shoreline**. Biogeochemistry, (38), 189–205.
- CABLE, J. E., BURNETT, W. C., CHANTON, J. P., CORBETT, D. R., & CABLE, P. H. (1997). **Field Evaluation of Seepage Meters in the Coastal Marine Environment**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 45(3), 367–375. doi:10.1006/ecss.1996.0191
- CABLE, J. E., BURNETT, W. C., CHANTON, J. P., & WEATHERLY, G. L. (1996). **Estimating groundwater discharge into the northeastern Gulf of Mexico using radon-222**. Earth and Planetary Science Letters, 144, 591–604.
- CORBETT, D. R., CHANTON, J., BURNETT, W., DILLON, K., RUTKOWSKI, C., & FOURQUREAN, J. W. (1999). **Patterns of groundwater discharge into Florida Bay**. Limnology and Oceanography, 44(4), 1045–1055. doi:10.4319/lo.1999.44.4.1045
- CORBETT, D. R., DILLON, K., BURNETT, W., & CHANTON, J. (2000). **Estimating the groundwater contribution into Florida Bay via natural tracers, ²²²Rn and CH₄**. Limnology and Oceanography, 45(7), 1546–1557. doi:10.4319/lo.2000.45.7.1546
- GLEESON, T., BEFUS, K. M., JASECHKO, S., LUIJENDIJK, E. & CARDENAS, M. B. (2015). **The global volume and distribution of modern groundwater**. Nature Geoscience, Nov/15. doi: 10.1038/ngeo2590
- HUSSAIN, N., CHURCH, T. M., & KIM, G. (1999). **Use of ²²²Rn and ²²⁶Ra to trace groundwater discharge into the Chesapeake Bay**. Marine Chemistry, 65, 127–134.
- JOHANNES, R. (1980). **The Ecological Significance of the Submarine Discharge of Groundwater**. Marine Ecology Progress Series, 3, 365–373. doi:10.3354/meps003365
- LEE, D. R. (1977). **A device for measuring seepage flux in lakes and estuaries**. Limnology and Oceanography, 22(1), 140–147.
- LEE, J. M., & KIM, G. (2006). **A simple and rapid method for analyzing radon in coastal and ground waters using a radon-in-air monitor**. Journal of Environmental Radioactivity, 89(3), 219–228. doi:10.1016/j.jenvrad.2006.05.006
- MOORE, W. S. (1996a). **Large groundwater inputs to coastal waters revealed by ²²⁶Ra enrichments**. Nature, 380(6575), 612–614. doi:10.1038/380612a0
- MOORE, W. S. (1996b). **Using the radium quartet for evaluating groundwater input and water exchange in salt marshes**. Geochimica et Cosmochimica Acta, 60(23), 4645–4652. doi:10.1016/S0016-7037(96)00289-X
- MOORE, S., & SHAW, T. J. (1998). **Chemical signals from submarine fluid advection onto the continental shelf**. Journal of Geophysical Research, 103(C10), 21543–21552.
- NIENCHESKI, L.F.H, BAUMGARTEN, M.G. Z., 2010. **Water Quality in Mangueira Bay: 733 Anthropic and Natural Contamination**. J. Coastal. Res., 10047, p. 56-62.
- NIENCHESKI, L. F. H., WINDOM, H. L., MOORE, W. S., & JAHNKE, R. A. (2007). **Submarine groundwater discharge of nutrients to the ocean along a coastal lagoon barrier, Southern Brazil**. Marine Chemistry, 106(3-4), 546–561. doi:10.1016/j.marchem.2007.06.004
- OBERDORFER, J. A., VALENTINO, M. A., & SMITH, S. V. (1999). **Groundwater contribution to the nutrient budget of Tomales Bay, California**. Biogeochemistry, 10(3), 199–216. doi:10.1007/BF00003144
- REBOUÇAS, A. C. (1994). **Sistema Aquífero Botucatu no Brasil**. In VIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas (pp. 500–509).
- ROCHA, C. M. (2014). **Advecção de água subterrânea para as lagoas costeiras do norte do RS, Brasil**. Instituto de Oceanografia. Rio Grande, Universidade Federal do Rio Grande. Dissertação de Mestrado: 73.
- RUTKOWSKI, C. M., BURNETT, W. C., IVERSON, R. L., & CHANTON, J. P. (1999). **The Effect of Groundwater Seepage on Nutrient Delivery and Seagrass Distribution in the Northeastern Gulf of Mexico**. Journal of Estuaries, (4), 1033–1040.
- SANTOS, I. R., BURNETT, W. C., CHANTON, J., MWASHOTE, B., SURYAPUTRA, I. G. N. A., & DITTMAR, T. (2008). **Nutrient biogeochemistry in a Gulf of Mexico submarine estuary and groundwater-derived fluxes to the coastal ocean**. Limnology and Oceanography, 53(2), 705–718. doi:10.4319/lo.2008.53.2.0705
- SCHWARZBOLD, A., & SCHAFFER, A. (1984). **Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul - Brasil**. Amazoniana, 9(1), 87–104.
- SEMA – Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (2016). **Bacias Hidrográficas do RS**. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br>, acesso em 03/03/16.
- SHAW, R. D., & PREPAS, E. E. (1989). **Anomalous, short-term influx of water into seepage meters**. Limnology and Oceanography, 34(7), 1343–1351.
- SIMMONS, G. M. (1992). **Importance of submarine groundwater discharge (SGWD) and seawater cycling to material flux across sediment/water interfaces in marine environments**. Marine Ecology Progress Series, 84, 173–184.
- STELLATO, L., PETRELLA, E., TERRASI, F., BELLONI, P., BELLI, M., SANSONE, U., & CELICO, F. (2008). **Some limitations in using ²²²Rn to assess river-groundwater interactions: the case of Castel di Sangro alluvial plain (central Italy)**. Hydrogeology Journal, 16(4), 701–712. doi:10.1007/s10040-007-0263-0
- TOMAZELLI, L. J. (1990). **Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais Holocênicos do nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul - com ênfase no sistema eólico**. Instituto de Geociências. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado: 270.
- TOMAZELLI, L. J., & VILLWOCK, J. A. (2005). **Mapeamento Geológico de Planícies Costeiras : o Exemplo da Costa do Rio Grande do Sul**. Gravel, (3), 109–115.
- VALIELA, I., COSTA, J., FOREMAN, K., TEAL, J. M., HOWES, B., & AUBREY, D. (1990). **Transport of groundwater-borne nutrients from watersheds and their effects on coastal waters**. Biogeochemistry, 10, 177–197.
- VALIELA, I., D'ELIA, C., UNION, A. G., & OCEANOGRAPHY, A. S. OF L. AND. (1990). **Groundwater Inputs to Coastal Waters: Special Issue (p. 160)**. Retrieved from http://books.google.com.br/books/about/Groundwater_Inputs_to_Coastal_Waters.html?id=eT4_HQAACAAJ&pgis=1
- VALIELA, I., TEAL, J. M., VOLKMANN, S., SHAFER, D., & CARPENTER, E. J. (1978). **Nutrient and particulate fluxes in a salt marsh ecosystem: tidal exchanges and inputs by precipitation and groundwater**. Limnology and Oceanography, 23(4), 798–812.

3.3 Enquadramento CONAMA e o Índice de Qualidade de Água – diferentes formas de descrever as águas

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) propôs, através da resolução nº 357, de 2005, a classificação ou enquadramento dos corpos de água, dado importante para manutenção e/ou melhoria da qualidade dos mesmos, fator essencial do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos instituído no ano de 1997, pela Lei Nº 9.433.

Em seu texto, as classes de qualidade das águas foram definidas como o conjunto de condições de qualidade necessário ao atendimento dos usos principais, atuais ou futuros, sendo que devem estar baseados não necessariamente no seu estado atual, mas na qualidade necessária para atender as demandas da comunidade. Ainda, se trataria de uma forma de avaliar a evolução da qualidade das águas, dentro de uma proposição de metas e resultados.

Esta proposta de enquadramento é definida através de características físicas, químicas e microbiológicas das águas de forma a estabelecer faixas de teores que vão indicar a qual classe determinada amostra pertence, se salobra, salina ou doce, e ainda se apresenta classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 ou classe 4.

Este formato de avaliação considera inúmeras características dos corpos hídricos, mas está limitado a números máximos e mínimos, sendo, por exemplo, a classe 1 de água doce aquelas amostras com pH entre 6,0 e 9,0, não importando, entretanto se é 6,1 ou 8,9, o que é significativamente diferente quando se fala em condições para abastecimento e também limitação ambiental para inúmeros organismos.

Anteriormente a isto, a americana *National Sanitation Foundation* (NSF) adotou um formato de indicação de qualidade através de um Índice de Qualidade de Água, denominado simplesmente por IQA. Este índice considera algumas poucas variáveis que, de

acordo com estudiosos, seriam aquelas que melhor indicariam, em conjunto, a qualidade das águas. Estas variáveis receberam pesos como forma de valorar ordinariamente, estabelecendo aquelas mais importantes. As variáveis escolhidas e seus respectivos pesos estão na Tab. 1.

Nº	Variável	Unidade	Peso
1	Oxigênio dissolvido	% saturação	0,17
2	Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0,15
3	pH	-	0,12
4	DBO ₅	mg O ₂ /L	0,10
5	Nitrogênio total	mg N/L	0,10
6	Fósforo total	mg PO ₄ /L	0,10
7	Turbidez	NTU	0,08
8	Sólidos totais	mg/L	0,08
9	Temperatura de desvio	° C	0,10
Somatório			1,00

Tabela 1 – Parâmetros de caracterização de águas empregados para cálculo do Índice de Qualidade de Água e seus respectivos pesos.

A partir destas variáveis se poderia chegar a um único valor de referência de qualidade daquele corpo de água analisado. O cálculo é dado por:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA – Índice de Qualidade das Águas;

qi – qualidade do i-ésimo fator, que será um nº entre zero e 100, obtido a partir da curva de variação de qualidade conforme resultado verificado para o parâmetro;

wi – peso correspondente ao i-ésimo fator, sendo este um nº entre zero e 1, dado em função da importância do fator para a qualidade, conforme Tab. 1;

n – nº de fatores que entram no cálculo do Índice de Qualidade das Águas.

O resultado do IQA obtido estará compreendido entre 0 e 100 e, a partir deste, usa-se a Tab. 2 como referencial de classificação:

Categoria	Índice de Qualidade de Água
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	0 ≤ IQA ≤ 19

Tabela 2 – Definição conceitual para categorização da qualidade de água conforme Índice de Qualidade Água obtido.

Este formato de comunicação foi idealizado para concentrar um maior número de informações em um único dado, dentro de uma única escala de forma a poder comparar diferentes tipos de corpos hídricos. Esta apresentação dos resultados seria melhor do que os infindáveis dados gerados anualmente em pesquisas e monitoramentos, que muitas vezes são difíceis de compreender, especialmente entre o público leigo, aquele que deveria ser foco de sensibilização.

Durante a fase 2 do Projeto TARAMANDAHY, entre outros dados foi possível classificar as águas conforme a Resolução CONAMA nº 357, sendo que os resultados obtidos estão expressos na Figura 9.

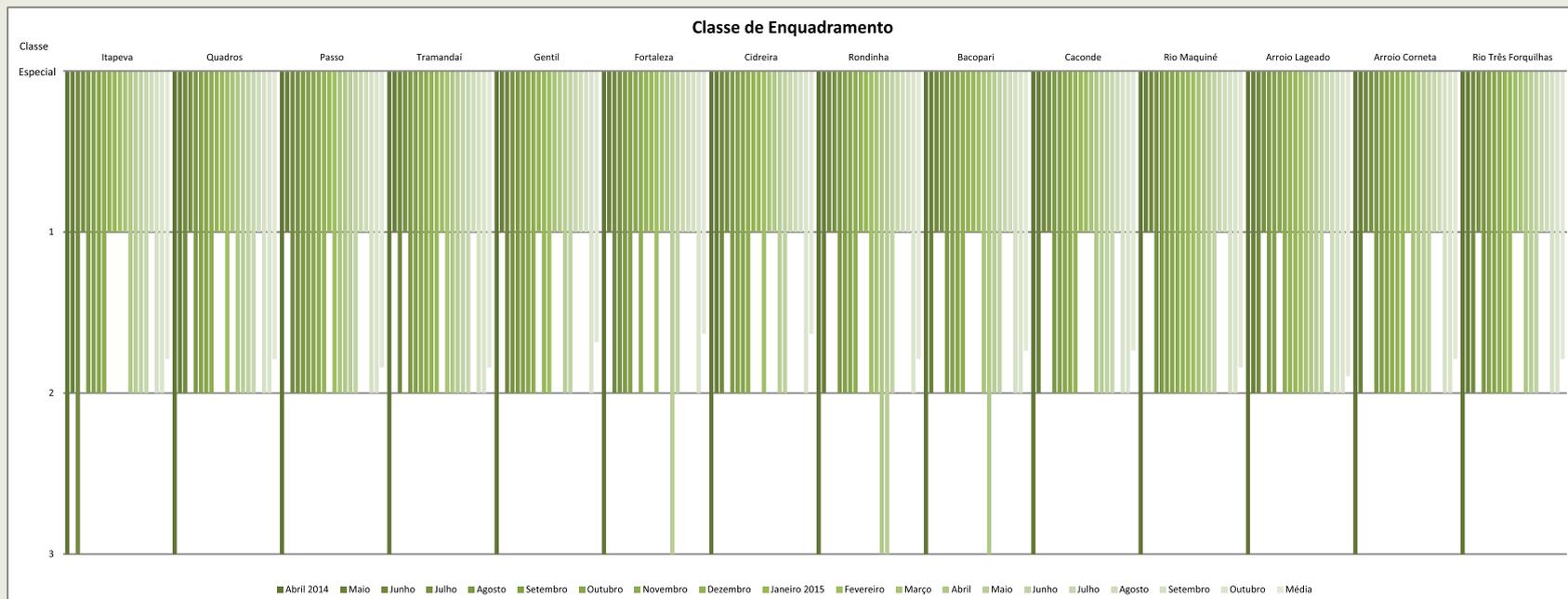


Figura 9 – Representação gráfica dos enquadramentos obtidos para as amostras de águas coletadas e analisadas entre Abril/14 e Outubro/15 em 14 diferentes pontos da BHRT.

Ainda assim, o que se pode observar é que, embora a posição de enquadramento seja classe 1 para estes cursos de águas e lagoas, com exceção da Lagoa da Itapeva, nossas águas não refletem atualmente esta qualidade. Inclusive, em alguns momentos temos águas indicando classe 3, muito distante do idealizado.

Ainda, o que se deve considerar mais profundamente é que este formato de enquadramento é feito de forma univariável, ou seja, os limites são estabelecidos por elemento ou composto sem considerar a interação entre eles e os efeitos somatizados.

Já conforme a Figura 10, podemos observar que através da avaliação por meio da metodologia do Índice de Qualidade de Água, temos um valor médio para a BHRT neste período monitorado (expresso pela linha em cor preta) de 66 pontos, indicando classe BOA, com oscilação entre os pontos monitorados na faixa de 60 e 80. Entretanto, se observamos pela Tabela 3, alguns momentos e pontos chegamos a registrar índices menores que 51 pontos, considerados como REGULAR.

Embora na maioria das amostras 81% esteja indicada como BOA, há que se perceber que já 3% se classificam como REGULAR e apenas 26% são de fato ÓTIMA.

Desta forma, as avaliações devem ser críticas para que de fato possamos compreender qual evolução ou involução estão sendo registradas.

Atualmente, se discutem além do enquadramento, as limita-

ções do IQA por não avaliar bem a questão da eutrofização, assim como a presença de substâncias tóxicas largamente empregadas já há algumas décadas. Em vista disso, grupos como da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental/SP) e de outras instituições, trabalharam para desenvolver outros formatos de índices que contemplassem estes pontos, como o IPMCA – Índice de Parâmetros Mínimos para a Proteção das Comunidades Aquáticas, o IET – Índice de Estado Trófico e o IVA – Índice para Proteção da Vida Aquática, propostos mais recentemente.

Diversos trabalhos, como de Carvalho & Cybis trazem corpos de águas com característica muito diferentes como tendo a mesma classificação enquanto IQA, embora indiquem propriedades diferentes, até mais restritivas, quanto ao enquadramento CONAMA.

Podemos exemplificar esta situação com a qualidade apresentada pela Lagoa da Fortaleza, no município de Cidreira/RS, no período de junho de 2014. Se considerarmos as variáveis empregadas para o cálculo do IQA, teremos um índice de 81,5, significando uma “ótima” qualidade. Enquanto isso, se submetermos esta mesma amostra a avaliação pela Resolução CONAMA nº 357, que dá o enquadramento das águas, teremos classe 2 de água doce. Esta situação denota divergências sobre os métodos de avaliação.

Estes casos são destacados por alguns autores, com ênfase nas variáveis fósforo e coliformes fecais, surgindo, inclusive, algumas

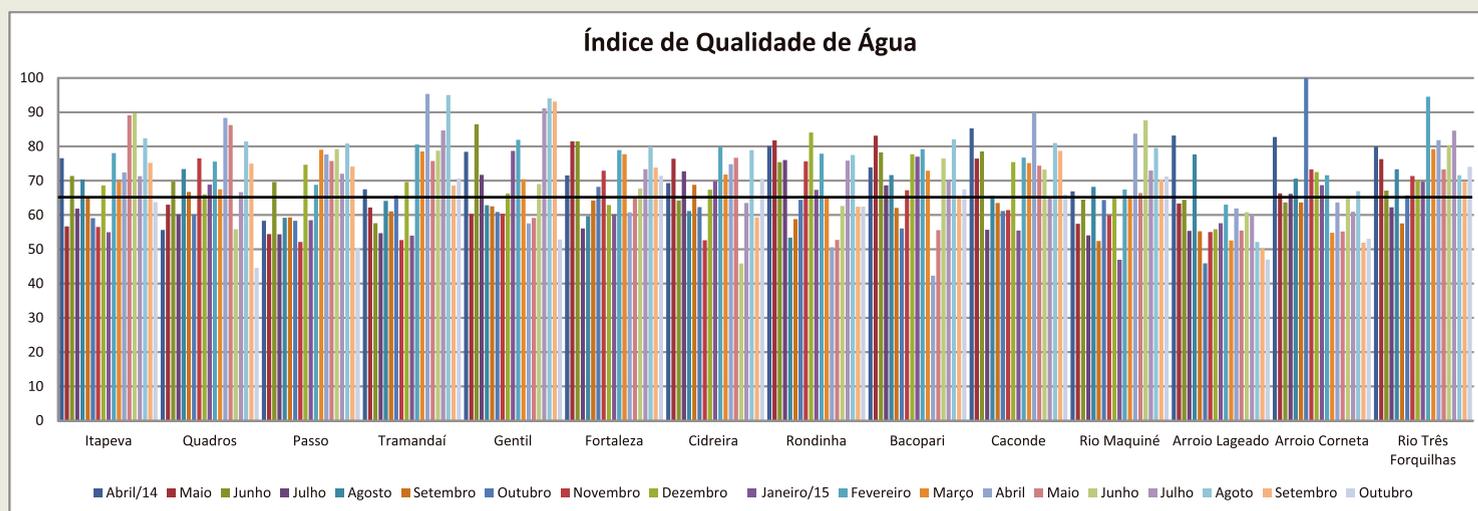


Figura 10 – Gráfico de colunas com registro do IQA verificado para cada ponto monitorado durante o período de 2014/2015.

Ponto Período	Itapeva	Quadros	Passo	Tramandaí	Gentil	Fortaleza	Cidreira	Rondinha	Bacopari	Caconde	Rio Maquiné	Arroio Lageado	Arroio Corneta	Rio Três Forquilhas
Abril/14	76,6	55,7	58,3	67,5	78,4	71,6	69,3	80,2	73,9	85,3	66,9	83,2	82,8	80,0
Maio	56,7	63,0	54,4	62,2	60,4	81,5	76,4	81,8	83,1	76,5	57,4	63,4	66,3	76,3
Junho	71,4	69,7	69,6	57,6	86,5	81,5	64,2	75,4	78,3	78,6	64,5	64,5	63,7	67,1
Julho	61,8	60,2	54,4	54,7	71,7	56,1	72,8	76,1	68,6	55,7	54,0	55,4	66,2	62,2
Agosto	70,4	73,4	59,2	64,1	62,8	59,7	61,1	53,4	71,6	65,5	68,2	77,7	70,6	73,3
Setembro	65,1	66,7	59,3	61,1	62,5	64,2	68,8	58,8	62,1	63,5	52,4	55,3	63,7	57,6
Outubro	59,1	60,1	58,3	65,6	60,9	68,2	62,3	64,4	56,1	61,1	64,4	45,9	100,0	65,7
Novembro	56,5	76,5	52,2	52,7	60,4	72,9	52,6	75,7	67,2	61,4	60,0	55,1	73,3	71,4
Dezembro	68,6	66,0	74,7	69,6	66,2	62,9	67,4	84,1	77,8	75,4	65,3	55,8	72,5	70,1
Janeiro/15	55,0	68,9	58,5	54,0	78,7	60,2	69,8	67,4	77,0	55,5	47,0	57,6	68,7	69,7
Fevereiro	78,1	75,6	68,8	80,6	82,0	79,0	79,9	77,9	79,2	76,8	67,4	63,0	71,6	94,5
Março	69,9	67,5	79,0	78,5	70,4	77,7	71,8	65,1	72,9	75,1	65,5	52,6	54,8	79,2
Abril	72,4	88,3	77,7	95,4	57,5	60,8	74,8	50,6	42,3	89,8	83,8	61,9	63,7	81,8
Maio	89,1	86,2	75,8	75,7	59,1	65,3	76,7	52,7	55,6	74,4	66,4	55,5	55,2	73,3
Junho	89,6	55,9	79,3	78,8	69,1	67,7	45,8	62,7	76,5	73,2	87,6	60,9	65,0	80,2
Julho	71,3	66,7	72,0	84,7	91,1	73,4	63,5	75,9	69,9	65,2	73,0	60,2	61,0	84,6
Agosto	82,4	81,4	80,8	95,0	94,0	80,0	78,9	77,5	82,1	81,0	79,6	52,2	67,0	71,6
Setembro	75,2	75,0	74,1	68,6	93,1	73,8	59,3	62,4	65,0	78,7	70,4	50,2	51,9	69,7
Outubro/15	63,8	44,6	50,5	70,7	52,8	71,4	70,6	62,5	67,5	66,0	71,2	47,0	53,1	74,1
Média Geral	70,2	68,5	66,2	70,4	71,5	69,9	67,7	68,7	69,8	71,5	66,6	58,8	66,9	73,8
Conceito	Boa	Boa	Boa											

Tabela 3 – Resultados numéricos do Índice de Qualidade de Água obtido durante o monitoramento de qualidade de águas do projeto TARAMANDAHY entre Abril/14 e Outubro/15, na Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí. No destaque, indicação em amarelo para águas de classe regular, em verde de classe ótima e em vermelho de classe boa.

propostas de ajustes ao cálculo do IQA para melhor avaliação da qualidade.

As críticas ao IQA da NSF baseiam-se também em ser um índice de representação genérica, não representando situações de usos específicos, assim como a questão de incerteza e subjetividade presente nas questões ambientais. Entretanto, isso não é exclusivo deste índice, e sim de índices de qualidade propostos por outros órgãos em diferentes países.

Desta forma, o que se pode concluir é que os sistemas de avaliação estão evoluindo já que é vista a necessidade de seguir ajustando os referenciais uma vez que a situação das águas, seus usos, contaminações e disponibilidades vêm mudando também.

O que é certo é que todos estes formatos de indicação de qualidade em águas, combinados ou não, trazem informações importantes e, em diferentes níveis de conhecimento, expõe a situação das águas das nossas lagoas, córregos e rios.

O que há de mais importante é manter estes estudos e acompanhamentos, mas em paralelo empregar estes números em avaliações efetivas, que gerem alguma tomada de decisões. Gerar dados sem um objetivo os torna ineficazes e caros. E o palco principal das decisões em prol das águas são os Comitês de Bacia, que atua gerenciando e preza pela manutenção e melhoria das condições de qualidade e quantidade a que esta é oferecida.





Referencial Bibliográfico

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2005. **Resolução nº 357 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.** Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso: 26 Nov. 2011.

Presidência da República – Casa Civil. **Lei nº 9433 - Política Nacional de Recursos Hídricos.** Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso: 26 Nov. 2011.

ALMEIDA, M. A. B., 2003. **Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria, Montenegro, RS com a aplicação de índice de qualidade de água (IQA).** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 1, p. 81-97.

MALAGUTTI, E. N. & TAUKE-TORNISIELO, S. M., 2014. **Qualidade das águas do Córrego Bandeirantes na sub-bacia do Ribeirão Claro, município de Rio Claro, SP, Brasil.** Holos Environmental, v. 14, n. 2, p. 135-152.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo.** Série Relatórios- Apêndice A- Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. Série Relatórios. São Paulo, 2009.

LOHANI, B. N. & MUSTAPHA, N., 1982. **Indices for water quality assessment in Rivers: a case study of the Linggi river in Malaysia.** Water Supply & Management, v. 6, n. 6, p. 545-555.

BROWN, R. M., McCLELLAND, N. I., DEININGER, R. A. & TOZER, R. G., 1970. **A water quality index do we dare?** Water & Sewage Works, p. 339-343.

BOLTON, P. W., CURRIE, J. C., TERVET, D. J. & WELSH, W. T., 1978. **An index to improve water quality classification.** Journal of the Water Pollution Control Federation, v. 77, n. 2, p. 271-280.

COUILLARD, D. & LEFEBVRE, Y., 1985. **Analysis of water quality indices.** Journal of Environmental Management, v. 21, p. 161-179.

HOUSE, M. A. & ELLIS, J. B., 1980. **Water quality indices: an additional management tool?** Progress in Water Technology, v. 13, p. 213-423.

ZAGATTO, P. A., LORENZETTI, M. L., LAMPARELLI, M. C., SALVADOR, M. E., MENEGON Jr., N. & BERTOLETTI, E., 1999. **Aperfeiçoamento de um índice de qualidade de águas.** Acta Limnológica Brasileira, v. 11, n. 2, p. 111-126.

CARVALHO, E. N. & CYBIS, L. F., 2005. **Adequação do índice de qualidade da água da “National Sanitation Foundation” (NSF), dos Estados Unidos, à realidade brasileira.** Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande.

TYAGI, S., SHARMA, B., SINGH, P. & DOBHAL, R., 2013. **Water quality assessment in terms of water quality index.** American Journal of Water Resources, v. 1, n. 3, p. 34-38.

SILVA, G. S. & JARDIM, W. F., 2006. **Um novo Índice de Qualidade das Águas para proteção da vida aquática aplicado ao Rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia – SP.** Quím. Nova, 29(4): 689-694.

4 Resultados das análises nos 14 pontos amostrados

O monitoramento que avaliou a qualidade das águas da Bacia do Rio Tramandaí foi uma das ações que compõem o Projeto Taramandahy – Fase II e foi executado pelo Laboratório de Análise de Águas, Sedimentos e Biologia do Pescado (LASBP) do Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos – Ceclimar, da UFRGS em parceria com a Ong ANAMA.

As coletas e análises em laboratório se repetiram por 18 meses entre os períodos de abril de 2014 e outubro de 2015 e contemplaram pontos em diferentes regiões da bacia do Rio Tramandaí, com intuito de representar boa parte dos corpos hídricos por distintos períodos do ano. Foram 14 pontos monitorados, sendo 4 deles em cursos de rio tanto nos Campos de Cima da Serra como na encosta e outros 10 pontos em lagoas costeiras da Planície Costeira, dos quais podemos nomear, respectivamente: Arroio Lageado, Arroio Corneta, Rio Maquiné, Rio Três Forquilhas, Lagoa da Itapeva, Lagoa dos Quadros, Lagoa do Passo, Lagoa do Caconde, Laguna do Tramandaí, Lagoa do Gentil, Lagoa da Fortaleza, Lagoa da Cidreira, Lagoa da Rondinha e Lagoa do Bacopari.

Mensalmente foram determinadas as seguintes variáveis e indicadores:

- horário de coleta e localização
- temperatura do ar
- velocidade e direção de vento
- temperatura da água
- condutividade
- transparência
- fluxo ou vazão de águas

- profundidade total no ponto de coleta
- condições de tempo durante a coleta
- coliformes totais
- *Escherichia coli*
- clorofila a
- oxigênio dissolvido
- demanda bioquímica de oxigênio à 5 dias
- fósforo total
- ortofosfato
- nitrito
- nitrato
- nitrogênio amoniacal
- nitrogênio total
- pH
- cloretos
- salinidade
- sólidos totais
- sólidos totais dissolvidos
- sólidos suspensos
- sólidos sedimentáveis
- sulfato
- sulfeto
- turbidez.

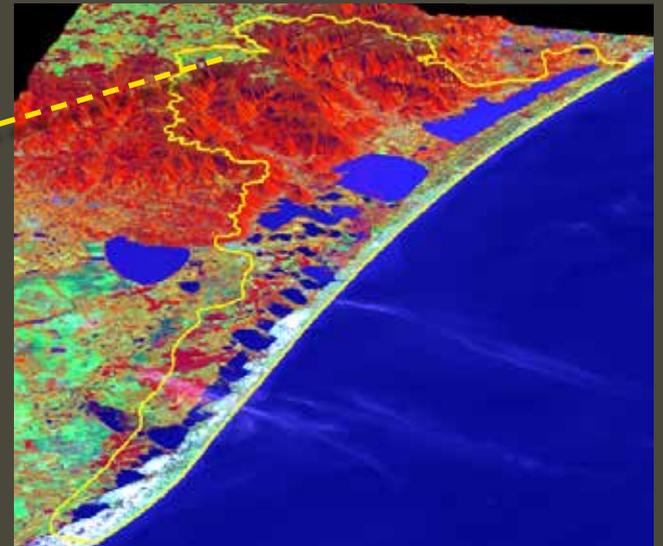
Boa parte das metodologias de análise foi baseada em métodos espectrofotométricos, ou seja, aqueles que empregam leituras de cores para quantificação de nutrientes ou contaminantes. Outros são feitos por gravimetria, que é a diferença de peso, enquanto alguns mais específicos empregam equipamentos destinados exclusivamente para algumas medições.

Em suma, a logística de coleta é feita com suporte de carro tração e embarcação pequena, sendo que a mesma foi executada indiferente às condições climáticas. O material todo é preparado de véspera, com os frascos específicos para cada uma das análises, preservação de frascos e acondicionamento refrigerado para transporte até o laboratório.





ARROIO LAGEADO



LATITUDE	29.405583
LONGITUDE	50.293222
LOCALIDADE	Potreiro Velho
MUNICÍPIO	São Francisco de Paula

Uso da terra e cobertura vegetal no entorno do Arroio Lageado

Legenda

- ! Sedes municipais
- Oceano
- Limite da Bacia

Sistema Hídrico

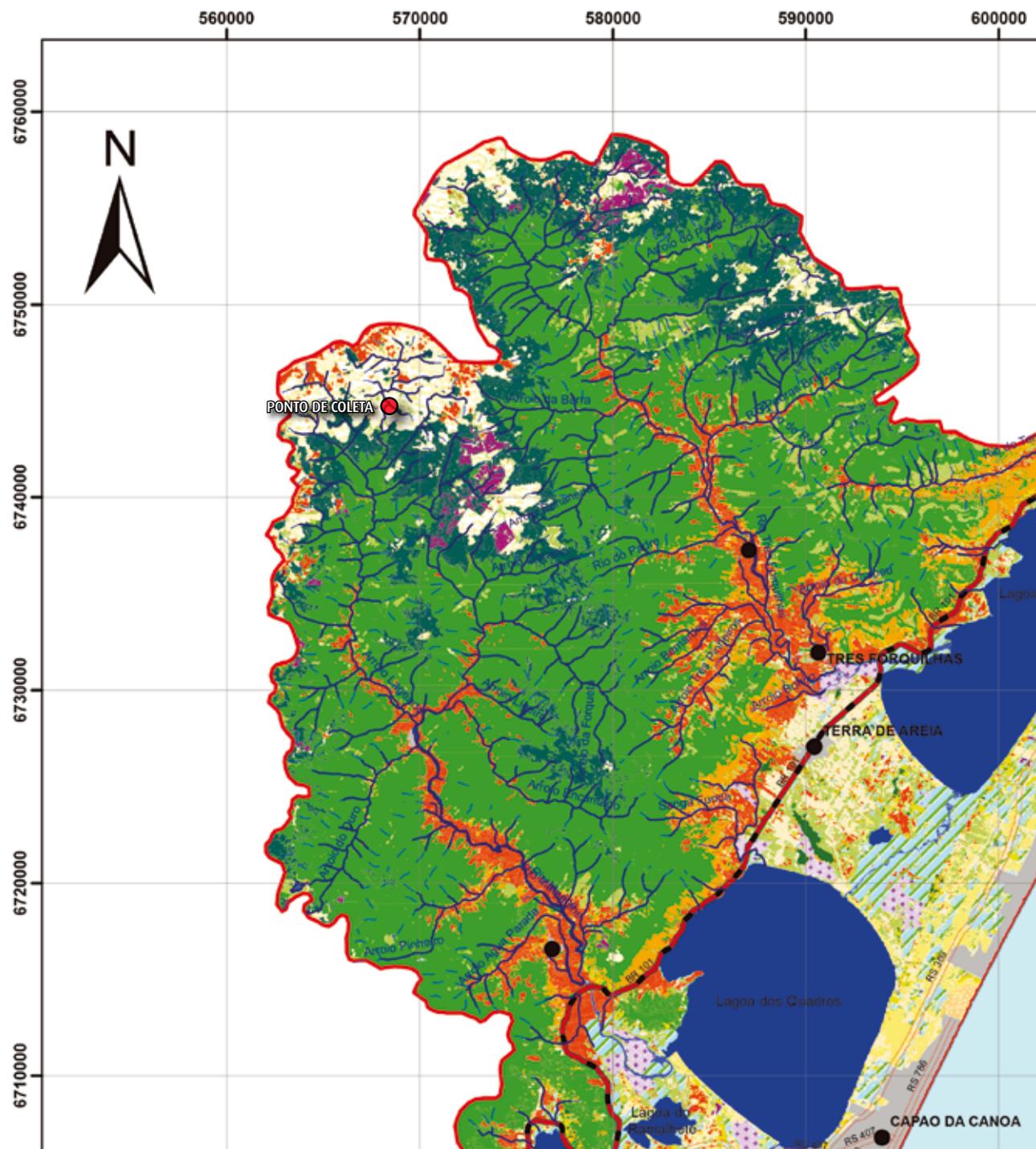
- Cursos d'água Intermitentes
- Cursos d'água Perenes

Sistema Viário

- Estrada Estadual Pavimentada
- Estrada Federal Pavimentada

Tipos de Uso

- Floresta Ombrófila Mista
- Floresta Ombrófila Densa
- Mata Paludosa
- Mata Restinga
- Silvicultura
- Campo Arbustivo- Potreiro
- Campo do Planalto
- Campos Secos
- Cultivo de Arroz Irrigado
- Cultivo de Bananas
- Outros Cultivos Agrícolas
- Banhados e Áreas Úmidas
- Dunas
- Solo Exposto
- Áreas Urbanas
- Corpos d'água



Este ponto localiza-se no Planalto das Araucárias, a cerca de 900 m de altitude, na localidade da Potreiro Velho, município de São Francisco de Paula. O rio Maquiné recebe o nome de arroio Lageado nesta porção mais próxima de suas nascentes, em meio aos campos de cima da serra e antes de descer vertiginosamente os paredões da Encosta da Serra Geral. Nos arroios dos Campos de Cima da Serra da bacia do Rio Tramandaí são encontradas 3 espécies de peixes: o barrigudinho serrano (*Cnesterodon sp.*); o barrigudinho de focinho curto (*Cnesterodon brevirostratus*) e o lambarizinho de cabeceira (*Astyanax cremnobates*).



Paisagem característica no entorno do ponto de coleta do arroio Lageado: campos nativos do planalto, capões de floresta ombrófila mista, cultivos agrícolas e silvicultura de pinus nas partes altas; floresta ombrófila densa nas encostas. Localidades: Água Branca (encostas; Maquiné) e Potreiro Velho (campos de São Francisco de Paula). Março/2013

Avanço da agricultura convencional sobre os campos nativos. Localidade: Potreiro Velho, município de São Francisco de Paula). abril/2014





A região caracteriza-se pelo crescimento de lavouras (milho, batata, hortaliças entre outras) que utilizam agrotóxicos, fertilizantes químicos e queima do campo em sua produção. Como externalidade desse processo, os resíduos são carreados aos corpos d'água e seus reflexos podem atingir as lagoas costeiras, uma vez que o rio Maquiné deságua na Lagoa dos Quadros. É notória também a expansão das plantações de pinus sobre os campos de cima da serra, alterando a matriz paisagística, o uso do solo e a fauna nativa.

Em meio aos campos de cima da serra, a água se acumula em depressões, formando banhados e turfeiras, que por sua vez, constituem-se nos formadores das sub-bacias do Rio Maquiné e Três Forquilhas. Esta porção do planalto sofre pressão pelo uso de agrotóxicos, fertilizantes químicos, queimadas e grandes extensões de plantios de pinus. São Francisco de Paula. Março/2013



Local de coleta de dados e amostragem na arroio Lageado, equipe do Ceclimar/UFRGS. Maio/2015



Local de coleta de dados e amostragem na arroio Lageado. Estrada Potreiro Velho, São Francisco de Paula. Maio/2015

Resultados e Análises

Assim como os demais pontos em arroios ou rios do grid de monitoramento, no Arroio Lageado as temperaturas estiveram na faixa entre 12 e 26° C, pouco mais baixo que a temperatura das lagoas devido ao constante movimento das águas.

Essa movimentação também beneficia a introdução de oxigênio nas águas, elemento essencial a vida local, e que neste ponto alcançou 13,9 mg/L, bastante satisfatório. Entretanto, por 4 oportunidades estes teores ficaram abaixo do limite proposto para classe 1 de águas doces, que é de 6 mg/L, o que pode ser prejudicial para o ambiente e a vida ali estabelecida. Estes foram momentos em que a classe das águas do Arroio Lageado foram indicados como classe 2.

O que também contribuiu para que a classe alcançada não fosse a esperada, foi a DBO em 5 dias, que em algumas oportunidades foi mais elevada do que 3 mg/L, ficando na faixa de 0 a 6 mg/L. Possivelmente, cargas de matéria orgânica podem ter sido responsáveis por estes valores elevados, proveniente de excretas e carcaças de animais ou mesmo de despejos domésticos que já são observados nas proximidades.

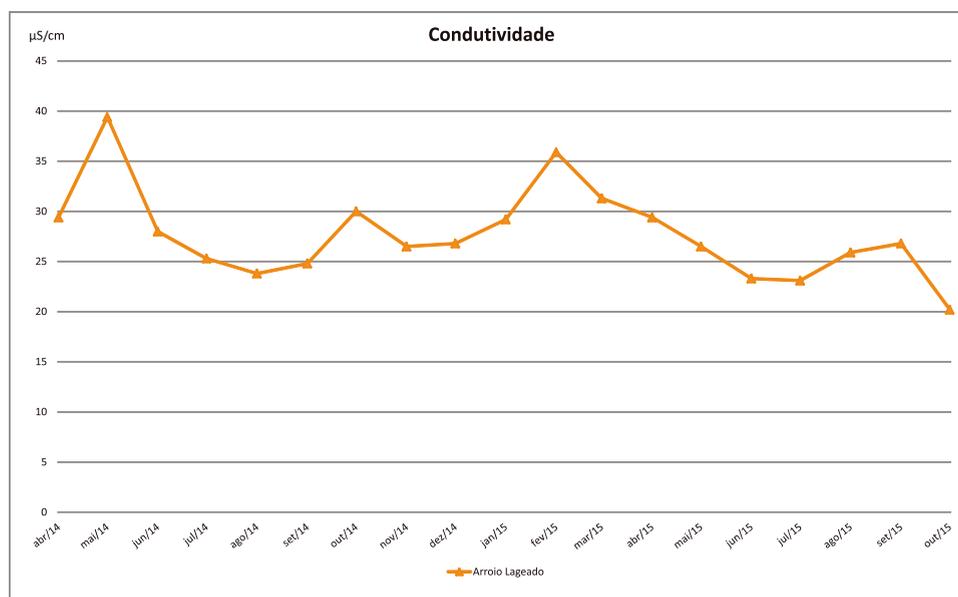


Gráfico 1 – Representação dos resultados de condutividade obtidos no Arroio Lageado durante o período de monitoramento entre 2014 e 2015.

As características microbiológicas também evidenciaram contaminação, já que os números médios de coliformes totais foram de 1440 NMP/100 mL, elevados valores especialmente nos meses mais quentes, de novembro a abril. Especificamente, a *Escherichia coli*, indicadora de contaminação fecal também se mostrou elevada, com número médio de 370 NMP para cada 100 mL, sendo que o limite de 200 NMP/100 mL foi excedido em 6 episódios. Estes dados já caracterizam comprometimento destas águas para balneabilidade, vide Resolução CONAMA nº 274/00.

Nas proximidades do ponto de coleta não há densidade populacional, mas sim criação de diversos animais, assim como múltiplas áreas agrícolas. Estas características podem justificar estes valores de bactérias elevados, assim como a demanda de oxigênio. Estes dados são preocupantes, pois trata-se de um ponto bem próximo das nascentes e que a jusante formarão o Rio Maquiné, carreando possivelmente esta má qualidade por todo o curso de água.

Inclusive, foram observadas as concentrações de fósforo neste ponto e estes apresentaram oscilações, com média de 0,02 mg/L, mas com pico de 0,12 mg/L em maio de 2015. Já para nitrogênio, que é um dos elementos mais empregados para fertilização dos campos naquela localidade, foram registradas concentrações baixas próximas a 0,10 mg/L, com uma forte elevação que alcançou 1,0 mg/L em setembro de 2014. Este *input* de nutrientes não foi imediatamente sentido neste ponto, já que os teores de clorofila a estiveram abaixo de 2 µg/L, e quando



se elevaram, isso ocorreu em períodos não coincidentes. Como foram registrados maior número de células de algas na Lagoa dos Quadros desde junho de 2014, e verdadeiro bloom em novembro/14, acreditamos que esse enriquecimento de

nitrogênio ainda nas cabeceiras do sistema pode ter contribuído fortemente para tanto.

Por fim, este ponto se destaca por sua turbidez ser baixa permitindo transparência total em todos os meses monitorados, assim como baixa condutividade conforme Gráfico 1. Entretanto, avaliadas as variáveis conforme CONAMA, foi possível verificar estabilidade na qualidade das águas do Arroio Lageado, onde as mesmas apresentam classe média de 1,9, discordando do Plano de Bacia onde a proposta seria classe 1 para o mesmo. O Índice de Qualidade de Água traz uma perspectiva pior, pois evidencia que a qualidade ali estaria na faixa entre 45 e 83 pontos, ou seja, entre as classes regular e boa, com média de 58 pontos com comportamento tendendo a sensível piora nestes 18 meses.

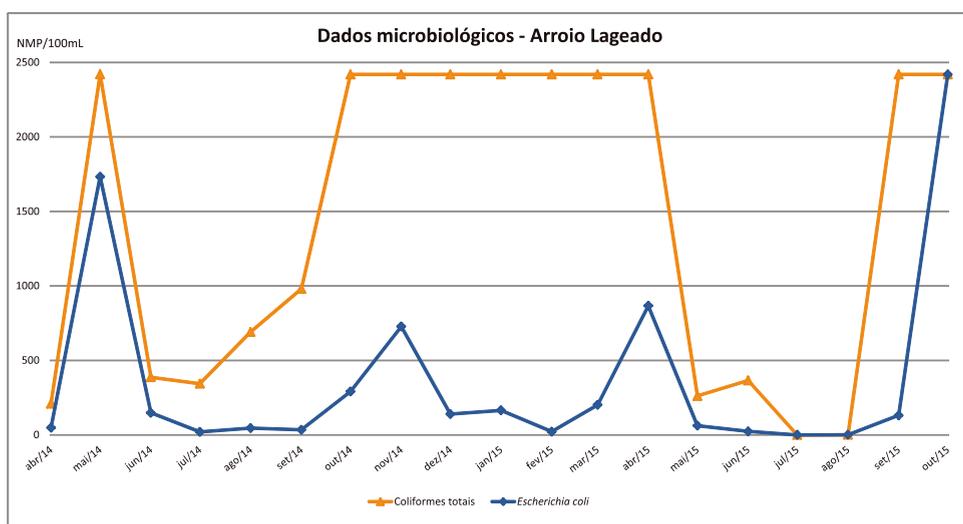


Gráfico 2 – Representação gráfica dos dados microbiológicos, de coliformes totais e Escherichia coli, no Arroio Lageado entre abril/14 e outubro/15.



Novembro/2011

CAPÃO DE MATA COM ARAUCÁRIA

ARROIO LAGEADO



CAPÃO DE MATA COM ARAUCÁRIA

SOLO EXPOSTO

CULTIVO AGRÍCOLA

● PONTO DE COLETA

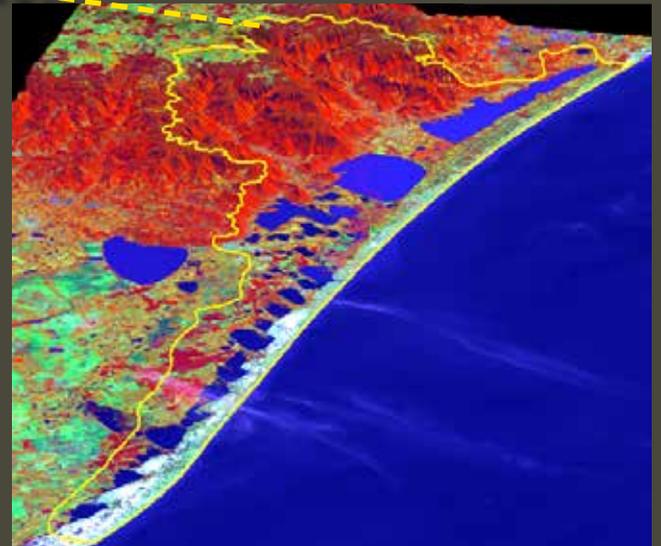
ARROIO LAGEADO

ESTRADA DO POTREIRO VELHO

PONTO DE COLETA ●



ARROIO CORNETA



LATITUDE	29.340806
LONGITUDE	50.188056
LOCALIDADE	Aratinga
MUNICÍPIO	São Francisco de Paula

Uso da terra e cobertura vegetal no entorno do Arroio Corneta

Legenda

- ! Sedes municipais
- Oceano
- Limite da Bacia

Sistema Hídrico

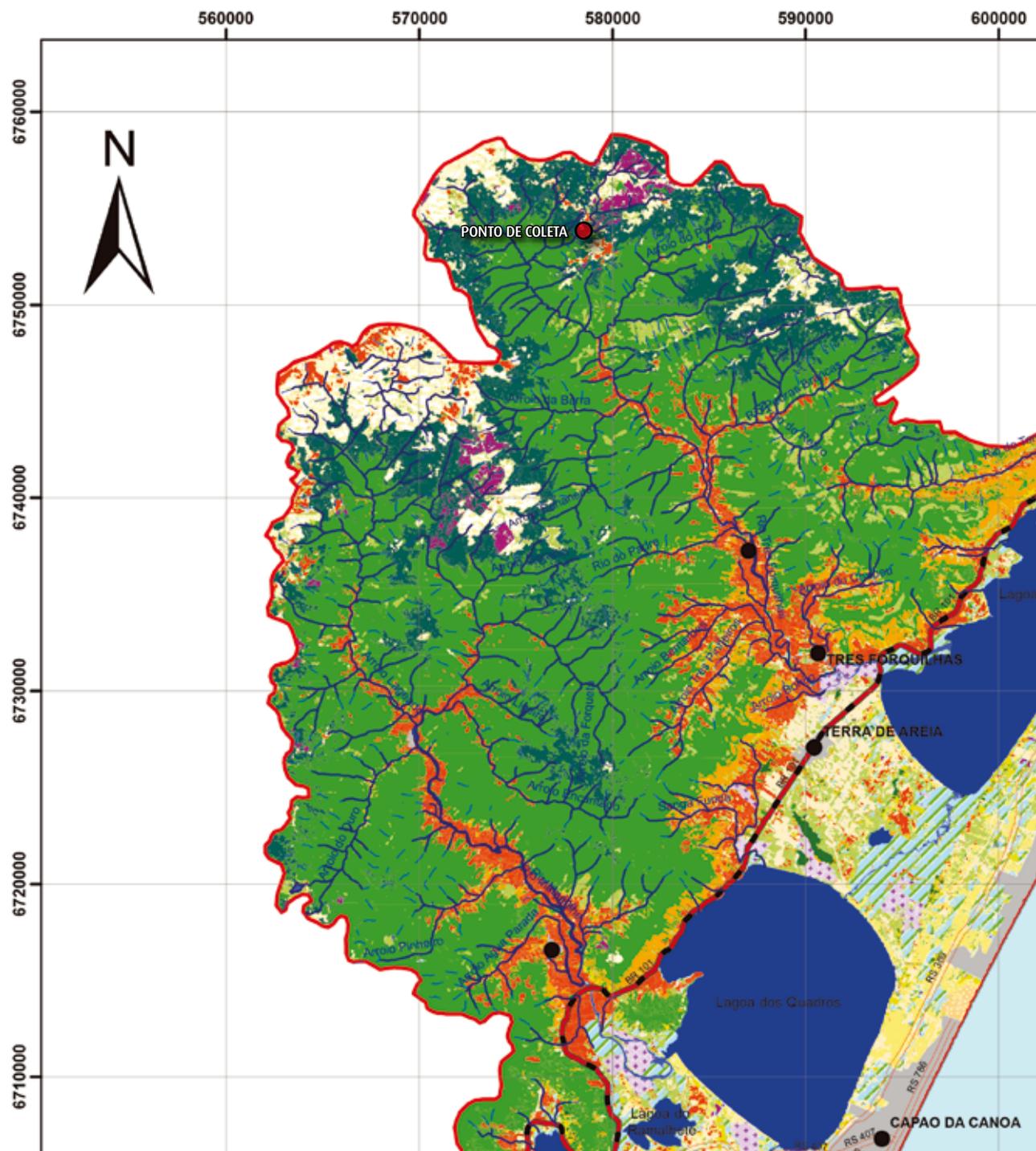
- Cursos d'água Intermitentes
- Cursos d'água Perenes

Sistema Viário

- Estrada Estadual Pavimentada
- Estrada Federal Pavimentada

Tipos de Uso

- Floresta Ombrófila Mista
- Floresta Ombrófila Densa
- Mata Paludosa
- Mata Restinga
- Silvicultura
- Campo Arbustivo- Potreiro
- Campo do Planalto
- Campos Secos
- Cultivo de Arroz Irrigado
- Cultivo de Bananas
- Outros Cultivos Agrícolas
- Banhados e Áreas Úmidas
- Dunas
- Solo Exposto
- Áreas Urbanas
- Corpos d'água





Monocultura de pinus. Estrada do Josafaz,
São Francisco de Paula. 2013

Este ponto é caracterizado por estar sob influência direta do meio rural, em um mosaico que conserva elementos da Floresta Ombrófila Mista (Mata com Araucária), campos do planalto, banhados, monocultura de pinus, além da ocupação humana na localidade da Aratinga, com suas moradias ainda desprovidas de adequado tratamento de esgoto e pequenas serrarias.



Serraria, Aratinga, São Francisco de Paula. 2013



Monocultura de pinus ao fundo; no primeiro plano, exemplares de *Araucaria angustifolia*, o pinheiro brasileiro. Aratinga, São Francisco de Paula. 2013

Descrição da área

Este ponto de coleta situa-se na borda do Planalto das Araucárias, na localidade da Aratinga, município de São Francisco de Paula. Trata-se do ponto mais alto de coleta de águas da sub-bacia do Rio Três Forquilhas e dista poucos quilômetros dos banhados nos campos de cima da serra, onde a água é acumulada nas depressões e formam nascentes dessa sub-bacia.

Os usos principais da água nessa região são para consumo humano, dessedentação de animais e irrigação de pequenas lavouras. Além disso, o plantio de pinus ocupa significativa porção do entorno, absorvendo parte da água que escoia encosta abaixo e caracterizando —se como a principal pressão sobre o ambiente natural, seja pela substituição da vegetação nativa, pela acidificação do solo promovida na decomposição das folhas caídas e pela simplificação do ecossistema nativo ao afastar as espécies de fauna autóctones.

As áreas de preservação permanente no entorno das águas (nascentes, mata ciliares e banhados) ainda estão relativamente bem conservadas.





Campos do Planalto e o contato com a Floresta ombrófila Mista. Nas baixadas dos campos a água se acumula, formando banhados que virão abastecer os arroios, como o Corneta. Estes banhados situados a 900 m de altitude são importantes nascentes da bacia do Rio Tramandaí. Localidade do Josafaz, São Francisco de Paula. 2013

Dicksonia sellowiana, espécie de samambaia muito utilizada como xaxim e ameaçada de extinção. Arroio Corneta, no ponto de monitoramento do Projeto Taramandahy. 2015.



Arroio Corneta, no ponto de monitoramento do Projeto Taramandahy. 2015.



Resultados e Análises

Outro corpo de água lótico, ou seja, de águas correntes, o Arroio Corneta por sua característica de substrato rochoso, apresentou mediana turbidez e transparência total em todas as medidas feitas, o que contribui para os processos de oxigenação das águas.

Temperaturas mais baixas, na faixa de 12,5 a 24° C, como registrado para o Corneta também contribuem para manutenção do oxigênio nas águas, que é inserido pela própria movimentação das águas e também por processos como a fotossíntese da flora local.

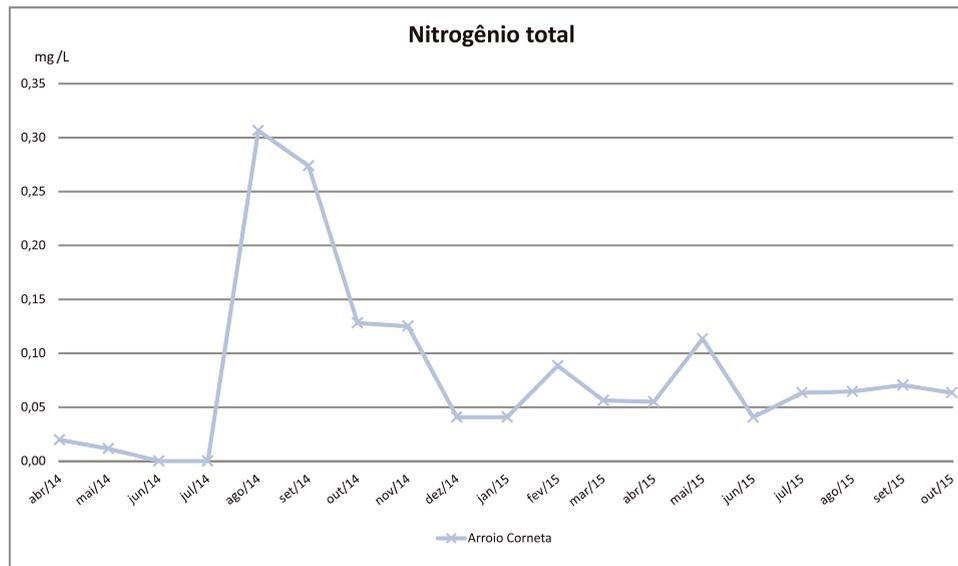


Gráfico 3 – Resultados obtidos referentes à concentração de nitrogênio total no Arroio Corneta durante o período entre 2014 e 2015, expressos em mg/L.



Esses dados contribuíram para registros de oxigênio acima de 9 mg/L, como observado nestes 18 meses de monitoramento. Entretanto, como a faixa de resultados esteve entre 5,4 e 12,6 mg/L, algumas mudanças no ambiente implicaram em 4 episódios com baixo oxigênio, que classificaria este corpo como classe 2 e não 1 como proposto pela legislação CONAMA nº 357/05.

Um dos outros parâmetros que contribui para episódios em que o arroio teve suas águas classificadas como 2 foi quando os valores de DBO_5 excederam 3 mg/L. Foram também quatro oportunidades e chegaram a alcançar 4,4 mg/L de demanda de oxigênio. Este consumo em excesso pode indicar níveis mais elevados de matéria orgânica e esgotos domésticos.

Ainda, esgotos domésticos somados aos criadouros de animais são responsáveis por injetar coliformes fecais nas águas, fazendo crescer os níveis de *Escherichia coli* daquela região. No Arroio Corneta, este parâmetro é bastante importante, pois este esteve onze vezes acima do permitido para critérios de balneabilidade, o que implica no rebaixamento da qualidade das águas. A média ali ficou em torno de 680 NMP (número mais provável) a cada 100 mL, sensivelmente alto. Entre os coliformes totais a média foi mais alta, na faixa de 1550 NMP/100 mL mostrando uma leve correlação com os meses quentes, ou seja, novembro a março.

Devido a movimentação das águas, teores de clorofila a neste ponto foram baixos, com apenas um momento acima de 10 µg/L, limite da classe 1 conforme CONAMA. Entretanto, nutrientes que contribuem para os maiores teores de algas, o nitrogênio e o fósforo apresentaram comportamento diferenciado neste período. Os níveis de fósforo total ficaram baixos, média de 0,04 mg/L, embora este não seja o nutriente limitante do ambiente. Já para o grupo nitrogênio, foi possível observar um pico de concentração em agosto/14, de 0,30 mg/L, conforme Gráfico 3, que combinou justamente com o período em que ocorreu a ampliação da densidade de células de algas na Lagoa dos Quadros e também Itapeva. Considerando ser o nitrogênio o nutriente limitante para o desenvolvimento de muitas algas, qualquer subida nas concentrações das águas que alimentam estas lagoas pode indicar sérios riscos a qualidade de águas, inclusive em escala regional.

Por fim, somados todos estes indicadores de qualidade das águas, conforme Resolução CONAMA, registramos classe de água oscilando entre 1 e 3, com média para o período de 1,8. E considerado o Índice de Qualidade de Água, proposto pela CETESB, observou-se sensível piora da qualidade das águas do Arroio Corneta, com resultado na faixa de 51 e 98 pontos, mas com média de 66 pontos durante o período avaliado, conforme Gráfico 4.

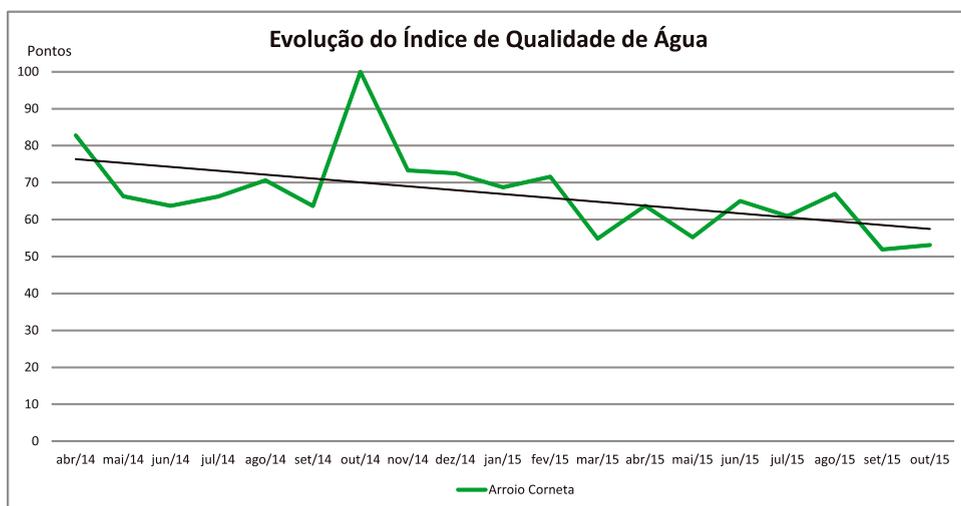


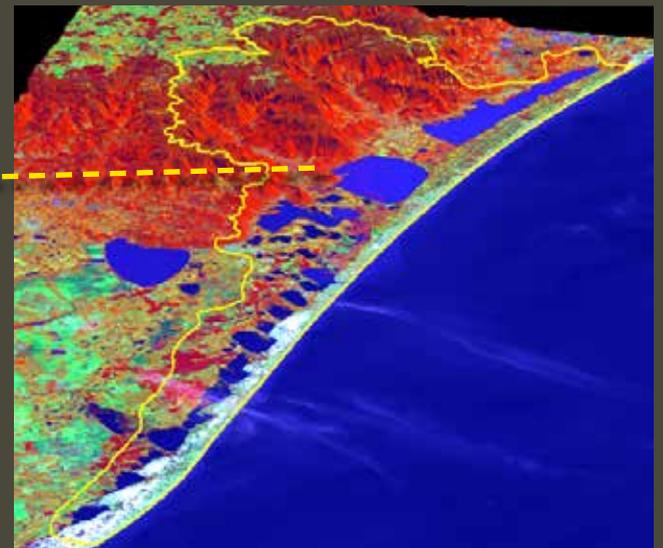
Gráfico 4 – Gráfico com a indicação da evolução da qualidade das águas (em verde), e sua linha de tendência (em preto), do Arroio Corneta durante o monitoramento 2014/2015.

Esta baixa qualidade já tão a montante das lagoas, em regiões com menor densidade demográfica ensejam cuidados, pois estas águas vão percorrer longo caminho, por regiões com maior capacidade poluidora, até alcançarem o oceano, implicando em uma oferta de águas de baixa qualidade e também com restrição de uso, possivelmente.





RIO MAQUINÉ



LATITUDE	29,652111 S
LONGITUDE	50,209667 W
LOCALIDADE	Balneário Municipal
MUNICÍPIO	Maquiné

Uso da terra e cobertura vegetal no entorno do Rio Maquiné

Legenda

- ! Sedes municipais
- Oceano
- Limite da Bacia

Sistema Hídrico

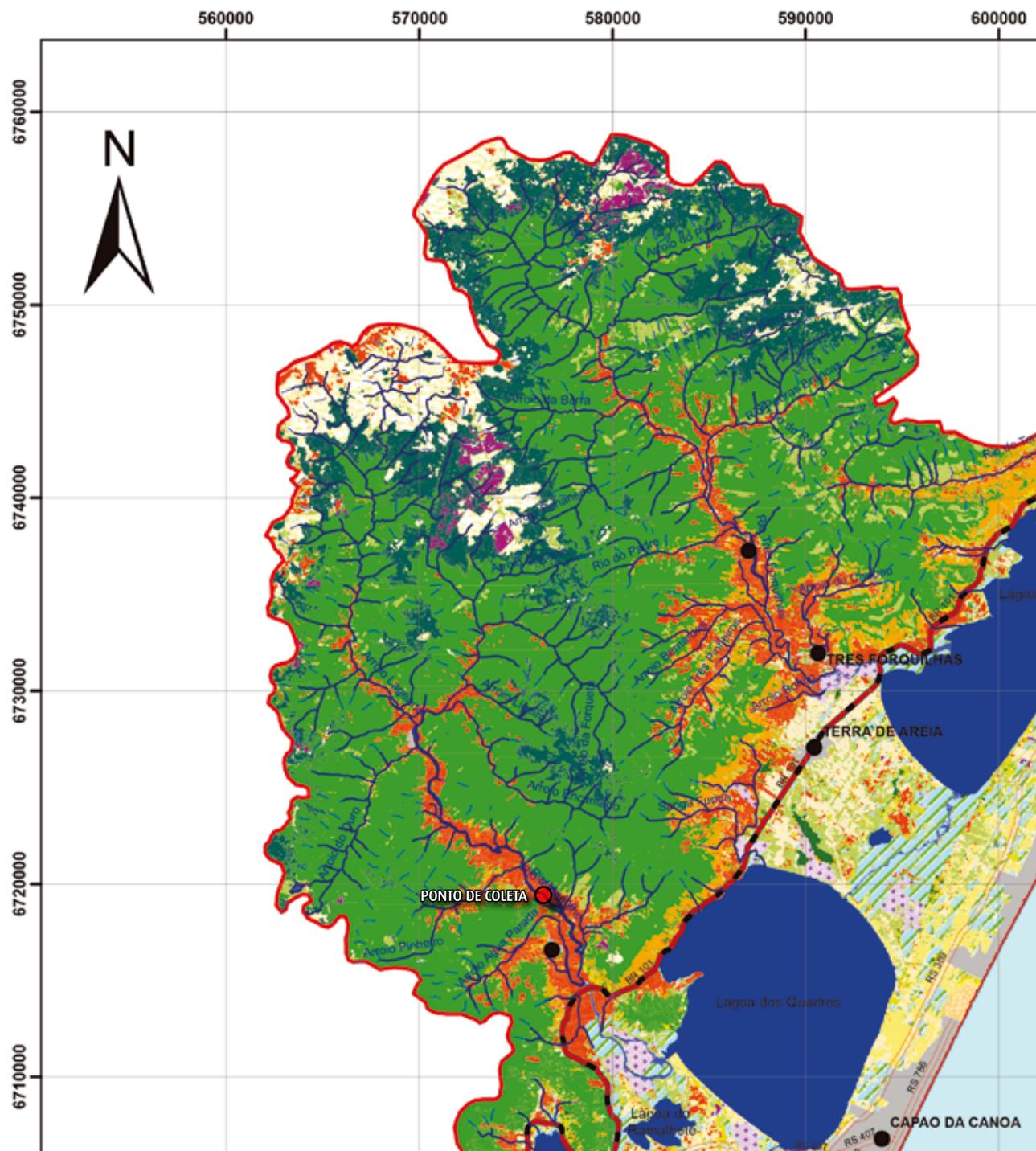
- Cursos d'água Intermitentes
- Cursos d'água Perenes

Sistema Viário

- Estrada Estadual Pavimentada
- Estrada Federal Pavimentada

Tipos de Uso

- Floresta Ombrófila Mista
- Floresta Ombrófila Densa
- Mata Paludosa
- Mata Restinga
- Silvicultura
- Campo Arbustivo- Potreiro
- Campo do Planalto
- Campos Secos
- Cultivo de Arroz Irrigado
- Cultivo de Bananas
- Outros Cultivos Agrícolas
- Banhados e Áreas Úmidas
- Dunas
- Solo Exposto
- Áreas Urbanas
- Corpos d'água





O ponto de coleta no rio Maquiné situa-se no município de mesmo nome, no local conhecido como Balneário Municipal, na porção média do rio. Neste ponto, o rio recebe influência direta do uso do solo feita pela agricultura intensiva, de base química e sem práticas conservacionistas. Também é influenciado pela criação de gado e porco próxima ao rio e, ainda, pela falta de saneamento básico na comunidade da Barra do Ouro, cerca de 13 km a montante. Estas influências são evidenciadas pelas análises realizadas pelo monitoramento e é um alerta para a degradação da qualidade da água deste importante contribuinte da lagoa dos Quadros. Os municípios de Capão da Canoa e Xangri-Lá têm suas populações aumentadas diversas vezes durante o período de verão e depende da Lagoa dos Quadros para suprir suas demandas.

Médio Vale do rio Maquiné, área produtiva de hortifrutigranjeiros de base química. Maquiné. Março/2013.

O rio Maquiné tem suas nascentes no Planalto Meridional (ponto de coleta Arroio Lageado), a cerca de 900 m sobre o nível do mar. Em poucos quilômetros, despenca esse desnível pela encosta da Serra Geral com muita energia, arrastando blocos e esculpindo o relevo através da erosão regressiva. Ao chegar na sua porção mediana, a capacidade de arraste de materiais vai se perdendo e cascalhos e seixos são depositados em uma das margens, enquanto a outra sofre erosão. A esse processo natural, são acrescentados os sedimentos oriundos dos solos desnudados pela agricultura, causando o assoreamento do rio. A retirada da mata ciliar agrava esse processo e o transbordamento do rio sobre sua planície de inundação torna-se mais frequente e intenso, comprometendo a quantidade e qualidade da água.



Cheia no rio Maquiné, no local de monitoramento. Novembro/2015



O rio Maquiné tem sua planície de inundação ocupada intensivamente pela produção de alimentos, com a retirada da mata ciliar, uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos, o que compromete a disponibilidade e qualidade de água. Maquiné, Linha Cachoeira. Março/2013

O projeto Taramandahy Fases 1 e 2 vem contribuindo para a gestão das águas na sub-bacia do rio Maquiné através de atividades de sensibilização e educação, promoção e disseminação de tecnologias eficientes no uso e armazenamento de água, bem como na recuperação de áreas degradadas ao longo do rio. Ao longo dos últimos 5 anos foram recuperados 4 km de margens de rios,

através do desassoreamento do leito, proteção das margens e revegetação da mata ciliar, como ilustram as fotos tiradas em 2012, 2014 e 2016, na localidade da Gruta, próximo a Barra do Ouro. A recuperação de cada área degradada é uma contribuição para a disponibilidade de água para os usos múltiplos, para minimização dos efeitos das cheias e melhoria da qualidade.



Resultados e Análises

Dentro do plano de monitoramento das águas que permeiam a Bacia do Rio Tramandaí, o ponto no Rio Maquiné é um dos mais importantes, pois demonstra como são as características dos rios e como estas chegam às lagoas. Esta informação é importante considerando que algumas atividades antrópicas são desenvolvidas durante o curso dos arroios e rios das lagoas costeiras.

O Rio Maquiné é o principal tributário da Lagoa dos Quadros e apresenta uma característica levemente tendendo à ácida, com pH na faixa de 5,3 e 7,3, assim como seus afluentes. Por trata-se de um rio de médio porte, com baixa carga de sedimentos, e onde o processo de lixiviação é junto a formação mais rochosa, ele tem condutividade, ou seja, quantidade de sais dissolvidos em suas águas, menor do que $116 \mu\text{S}/\text{cm}$. Por ser lóxico, ambiente aquático cuja água é corrente, não permite uma temperatura muito elevada, ficando na faixa entre $14,5$ e 25°C durante o período monitorado. Esta faixa mais reduzida de oscilação de temperatura é favorável à fauna local, assim como para alguns processos, como a oxigenação das águas.

Quanto ao teor de oxigênio nas amostras locais, conforme a classe 1 proposta pela legislação CONAMA nº 357 de 2005, deveria estar acima de $6 \text{ mg}/\text{L}$, entretanto esteve na faixa entre $5,3$ e $11,3 \text{ mg}/\text{L}$, o que concordou para classificação 2 em alguns momentos. Paralelo a isso, teores acima de $9 \text{ mg}/\text{L}$, como os registrados, são produto das quedas d'águas, assim como efeito das baixas temperaturas, mencionadas anteriormente.

Já a DBO_5 , demanda bioquímica de oxigênio a 5 dias, que em uma das oportunidades analisadas ficou acima de $4 \text{ mg}/\text{L}$, pode indicar elevado teor de matéria orgânica, um dos elementos vinculados à poluição antrópica.

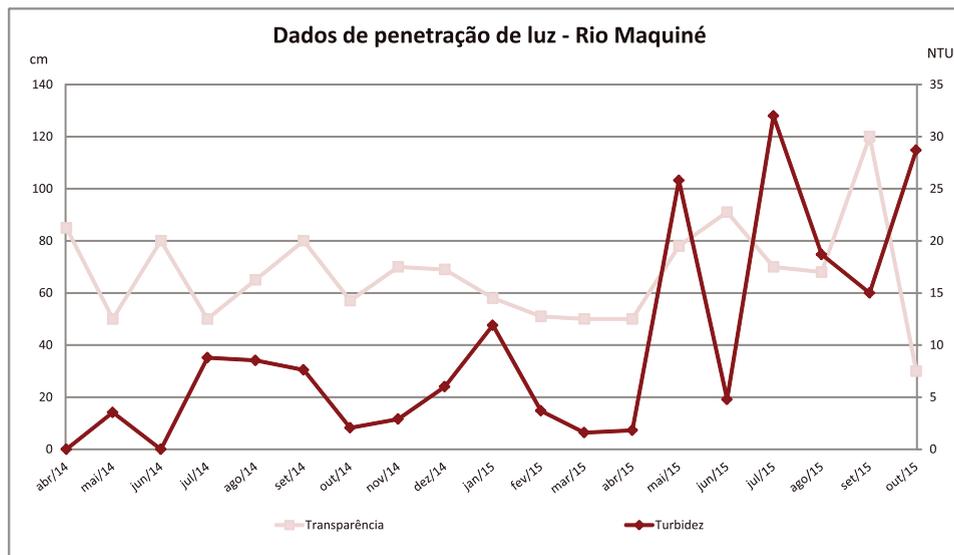
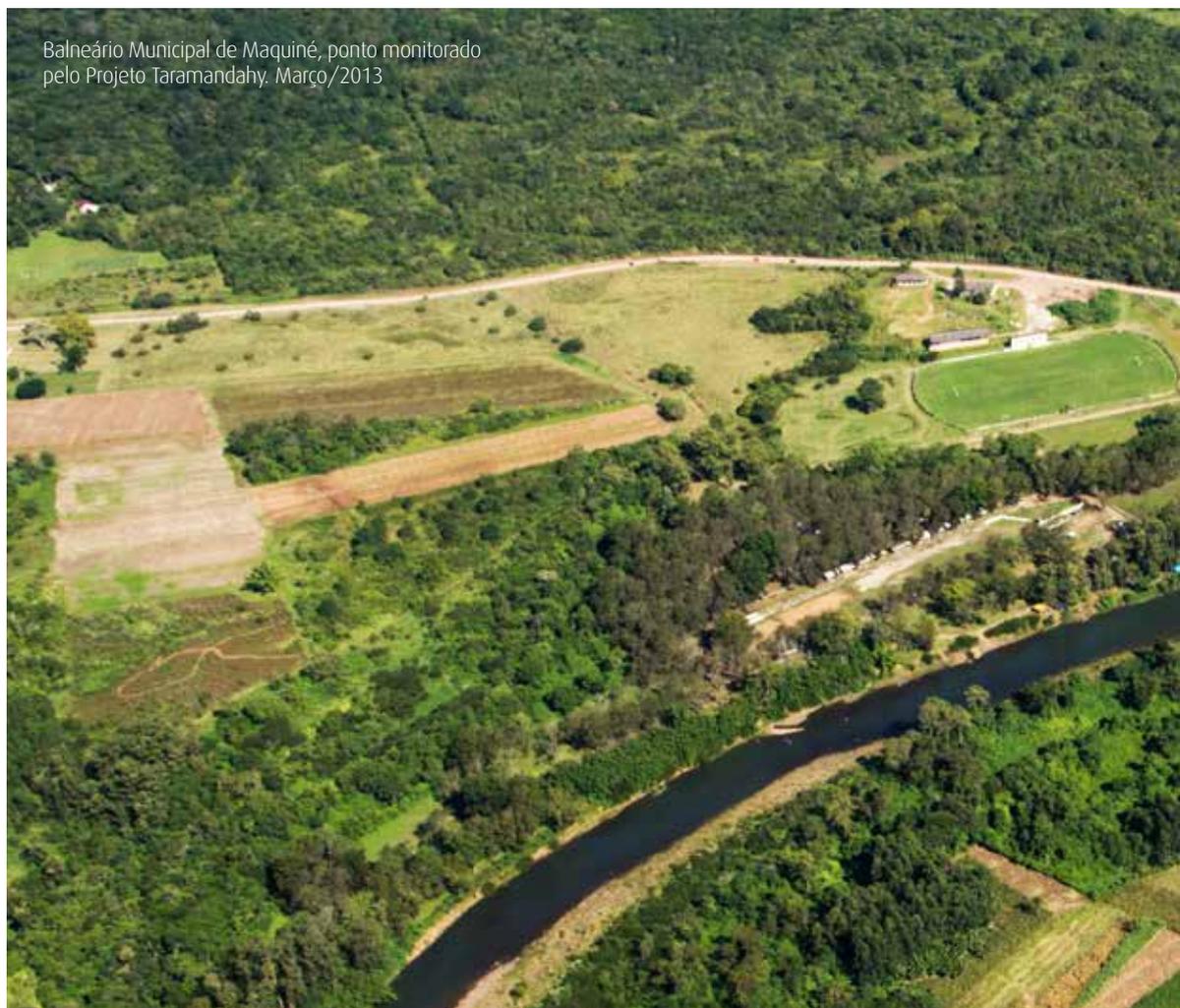


Gráfico 5 – Expressão dos resultados das variáveis transparência e turbidez, medidas em centímetros e NTU, para o ponto monitorado no Rio Maquiné durante a avaliação da qualidade das águas.



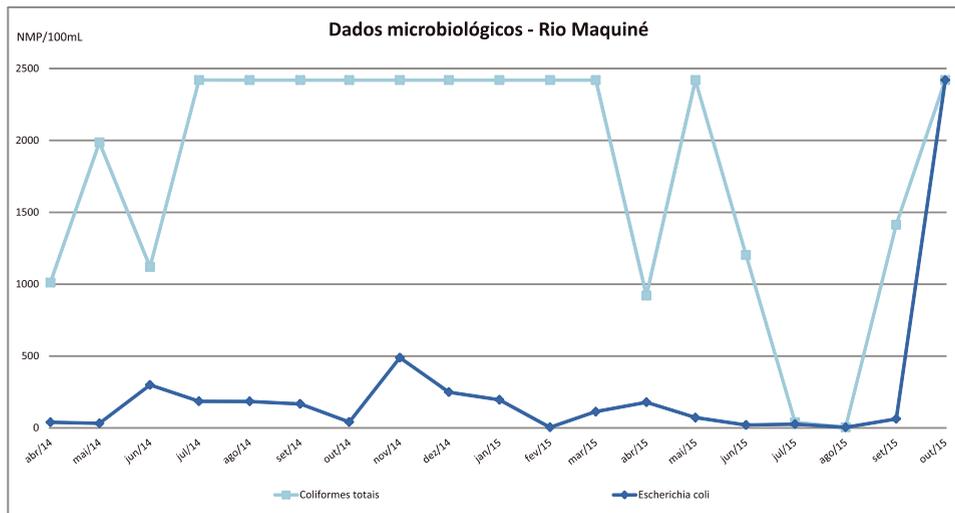


Gráfico 6 – Resultado para coliformes totais e *Escherichia coli*, durante o período de abril/14 a outubro/15, como forma de expressão da qualidade das águas do referido corpo hídrico.



Fatores como turbidez e transparência não pesaram contra a qualidade das águas deste corpo hídrico, já que foram condizentes com a classe 1, conforme Gráfico 5, e isso também pode ser dito para o teor de fósforo nas águas, assim como de clorofila a, ambos reconhecidos indicadores de desenvolvimento algal.

Nitrogênio é um dos nutrientes de maior relevância, e este foi observado em oscilação, alcançando 0,35 mg/L, durante parte do período, entretanto ainda distante dos limites impostos, mas que em termos ecológicos podem ter efeitos significativos.

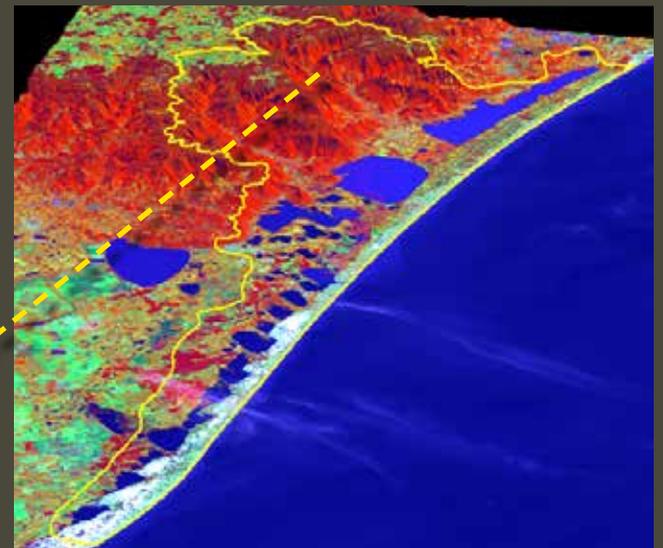
Além disso, fatores como a microbiologia local, analisada através de coliformes totais e *Escherichia coli*, evidenciou que mesmo mais próximo das nascentes e em regiões densamente menos populosas, contaminações e poluição já são sentidas, conforme Gráfico 6. Estes organismos foram detectados em números elevados, acima daqueles permitidos por resolução ANVISA nº 274/2000 que trata da balneabilidade das águas. Inclusive, em períodos mais quentes, estes valores se ampliaram.

Por fim, se usado o Índice de Qualidade de Água (IQA) para esta avaliação, percebe-se índices na faixa de 47 a 87 pontos, numa escala de zero a 100, com média de 66 pontos, qualificada como classe BOA, com demonstração de evolução no período, que podem estar associadas as chuvas do período.

Em contraponto, buscando enquadrar as águas do Rio Maquiné conforme a Resolução nº 357, esta esteve entre as classes 1 e 3, com média de 1,8; demonstrando estabilidade durante estes 18 meses monitorados. Este é um resultado que demonstra que a intenção do Plano de Bacia de alcançar e manter qualidade classe 1 para este corpo de água não vem sendo completamente alcançado.



RIO TRÊS FORQUILHAS



LATITUDE	29,390972 S
LONGITUDE	50,183472 W
LOCALIDADE	Boa União, no encontro dos arroios Carvalho e do Pinto
MUNICÍPIO	Itati

Uso da terra e cobertura vegetal na sub-bacia do Rio Três Forquilhas

Legenda

- ! Sedes municipais
- Oceano
- Limite da Bacia

Sistema Hídrico

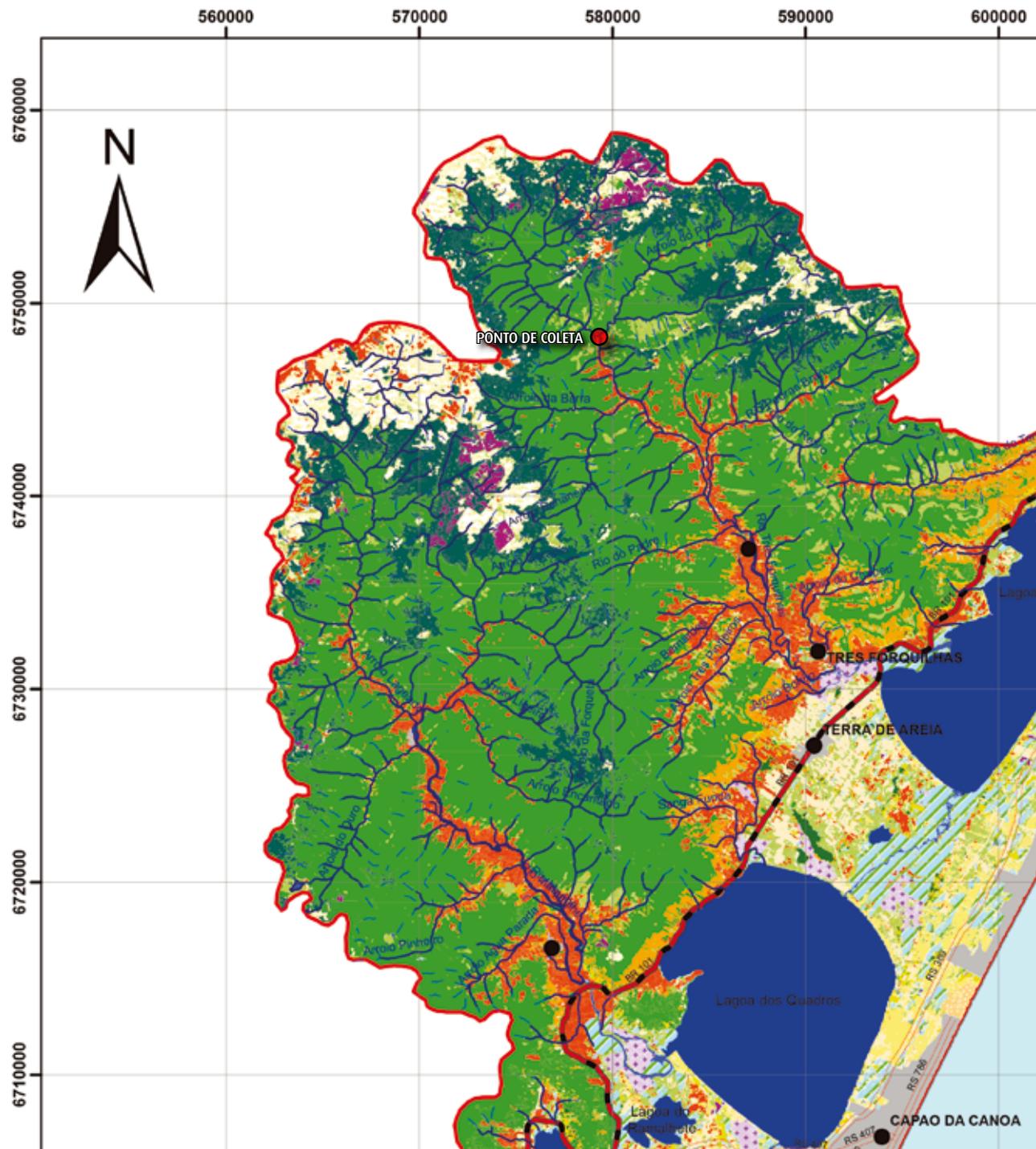
- Cursos d'água Intermitentes
- Cursos d'água Perenes

Sistema Viário

- Estrada Estadual Pavimentada
- Estrada Federal Pavimentada

Tipos de Uso

- Floresta Ombrófila Mista
- Floresta Ombrófila Densa
- Mata Paludosa
- Mata Restinga
- Silvicultura
- Campo Arbustivo- Potreiro
- Campo do Planalto
- Campos Secos
- Cultivo de Arroz Irrigado
- Cultivo de Bananas
- Outros Cultivos Agrícolas
- Banhados e Áreas Úmidas
- Dunas
- Solo Exposto
- Áreas Urbanas
- Corpos d'água





Novembro/2011. Foto: Andrés Martin

Encontro dos arroios Carvalho e Pinto, formadores do Três Forquilhas. A encosta que aparece a direita na foto, tem a vertente para o lado norte, mais ensolarada e utilizada para fins agropecuários: campos arbustivos (potreiros) entremeados nas capoeiras. Estas, representam diversos estágios de sucessão ecológica na Floresta Ombrófila Densa.



Abril/2013.

Vale do Rio Três Forquilhas e sua foz na Lagoa Itapeva. O quadriculado avermelhado é a terra exposta para cultivos agrícolas e fonte de sedimentos, agrotóxicos e fertilizantes químicos que são carregados para o leito do rio.

Descrição da área, usos da água e da terra

Este ponto situa-se no encontro dos arroios Carvalho e do Pinto, formadores do Rio Três Forquilhas, no município de Itati. Situado na base da Encosta da Serra Geral, recebe águas provenientes do Planalto das Araucárias, nos campos de cima da serra, a mais de 900 m de altitude, no município de São Francisco de Paula. A área de drenagem da sub-bacia do rio Três Forquilhas é de 524 km² e suas águas são escoadas para a Lagoa Itapeva. Pela situação geomorfológica e climática, as encostas apresentam uma susceptibilidade à erosão laminar muito alta (>200 t/ha.ano), o que se reflete na deposição de cascalhos e pedra no médio vale do rio (Plano da Bacia do Rio Tramandaí, 2005). Este rio e o Maquiné apresentam espécies de peixes ameaçadas de extinção e que necessitam de águas límpidas e com vegetação nas margens sombreando os corpos d'água: o lambari listrado (*Hollandichthys multifasciatus*), lambari sorriso (*Odontostoechus lethostigmus*) e o lambari da sombra (*Mimagoniates rheocharis*).

Os principais usos da água no entorno desse ponto é para ir-

rigação de cultivos agrícolas (hortifrutigranjeiros e arroz) e para abastecimento humano das cidades de Itati e Três Forquilhas.

Enquanto as escarpas da Serra Geral apresentam-se recobertas com capoeiras em diversos estágios de recuperação e campos de poteiros, a planície de inundação do rio Três Forquilhas é intensamente ocupada pela agricultura. O escoamento das águas nesse setor do rio é naturalmente rápido e com a retirada da vegetação ciliar, a infiltração é diminuída, afetando-se a recarga das águas subterrâneas. Os insumos químicos, fertilizante e agrotóxicos, utilizados nesse tipo de produção agrícola, aumenta a disponibilidade de diversas substâncias, como nitrogênio e fósforo, cujos efeitos aparecem na eutrofização das águas e no aumento de algas cianofíceas, tóxicas para a cadeia trófica e à saúde humana. A falta de saneamento básico e a criação de animais próximos aos arroios, por sua vez, contribuem negativamente para a qualidade da água, através do aumento de *Escherichia coli* transportadas com as fezes não tratadas.



Vales dos arroios do Pinto e Carreiros, afluentes do Três Forquilhas. O uso da terra predominante nas encostas é de pequenas lavouras e criação de gado, enquanto que a vegetação nativa remanescente é de Floresta Ombrófila Densa. Março/2013



Ponto de coleta, encontro do arroio Carvalho e rio do Pinto. Maio/2015

Conforme o Plano da Bacia do Rio Tramandaí, a disponibilidade de dados de vazão na região é limitada e apresenta muitas lacunas na série histórica. Para o Rio Três Forquilhas (nome do posto: rio dos Carvalhos, cód. DNAEE 87305000), entre os anos de 1963 e 1985, os dados disponíveis apontam uma média de $12,32 \text{ m}^3/\text{s}$, uma vazão mínima de $6,32 \text{ m}^3/\text{s}$ e uma máxima de $23,99 \text{ m}^3/\text{s}$.



Médio Vale do Rio Três Forquilhas: a deposição de seixos e cascalhos faz parte da dinâmica deste rio. A retirada da mata ciliar e o uso agrícola sem proteção do solo provocam o solapamento das margens, potencializando os efeitos erosivos e de assoreamento do leito. Novembro/2011. Fotos: Andrés Martin

Resultados e Análises

O ponto de monitoramento do Rio Três Forquilhas está localizado logo no seu curso inicial, justo na confluência das águas do Arroio do Pinto e do Arroio Carvalho que origina o mesmo.

Neste ponto, a movimentação das águas é forte na maior parte do tempo, o que lhes confere temperaturas mais baixas, na faixa de 11 a 24° C, sendo inclusive a mais baixa de todos os pontos averiguados.

Além desta característica, esta movimentação lhes confere uma turbidez média de 10 NTU, baixa e que pode ser classificada como classe 1, e também transparência não total mais em média de 50 cm de penetração de luz.

Neste ponto, ficou registrado que o pH das águas é mais acidificado, estando na faixa de 5,3 a 7,4, o que confere-lhe uma característica que não pode ser classificada, já que classes 1, 2 e 3 propõe o pH a faixas maiores que 6. O reflexo que pode resultar de águas mais ácidas, é a possibilidade de lixiviação das águas com mais efetividade, assim como causar irritação em olhos e derme. Alguns metais podem ser solubilizados em águas com características mais ácidas, já que acidez das águas contribui para a redução do fator de retenção dos metais no solo e nas rochas, como cádmio, zinco, níquel, chumbo, mercúrio, entre outros.

Ainda assim, é considerada baixa a condutividade neste ponto, que foi registrada entre 27 e 51 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Indicativo de poucos íons ainda dissolvidos neste ponto.

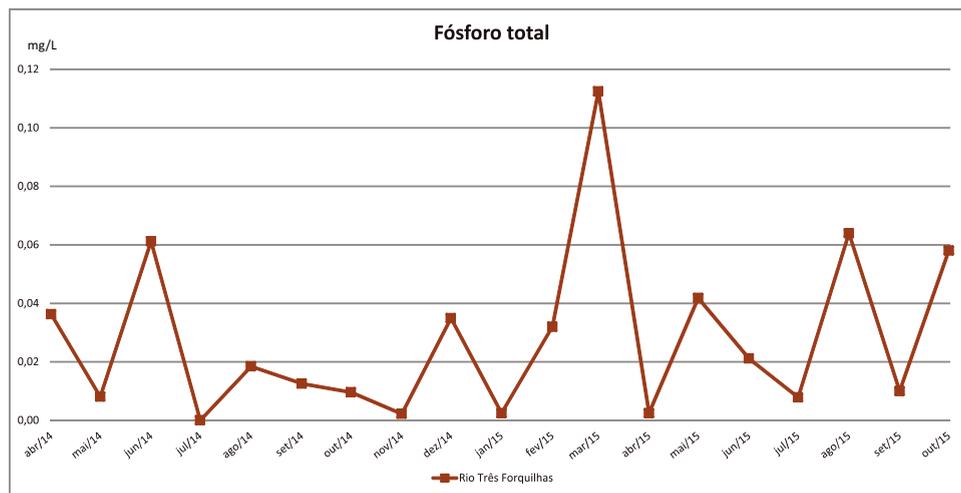


Gráfico 7 – Resultados obtidos da concentração total de nitrogênio, expresso em mg/L, durante o período de monitoramento de qualidade de águas, abril/14 a outubro/15, no rio Três Forquilhas.



Devido ao movimento de águas, baixos teores de clorofila a foram registrando, sendo que em apenas uma das oportunidades este valor ultrapassou a classe 1 de qualidade de água conforme prerrogativa CONAMA nº 357. Esta baixa manifestação de algas pode se dever também pelo fato de as concentrações de fósforo e nitrogênio terem sido baixas, com médias de 0,03 mg/L e 0,06 mg/L, respectivamente, conforme visto no Gráfico 7. Ainda com respeito ao nitrogênio, foi registrado um pico de concentração na faixa de 0,34 mg/L em setembro de 2014 mas que teve seus efeitos sentidos apenas mais a jusante do Rio Três Forquilhas, em ambientes lânticos, como é o caso das lagoas Itapeva e Quadros.

Os dados de oxigênio dissolvido nas águas do Rio Três Forquilhas demonstraram classe 1 em praticamente todo período, com média no valor de 9,5 mg/L, com registro alcançando 13,6 mg/L, valor elevado, resultado da movimentação e também das baixas temperaturas, ilustrado pelo Gráfico 8. Entretanto, o consumo de oxigênio também esteve elevado no período, sendo registradas 6 oportunidades com DBO_5 maior que 2 mg/L, com faixa até 4,9 mg/L, que o categoriza como classe 2. Este consumo de oxigênio pode indicar que embora pouca interação com o Homem no trecho a montante, tem-se inserção de matéria orgânica neste corpo de água, possivelmente de algumas casas sem tratamento de esgoto ou mesmo de criadouros e animais criados extensivamente.

Por fim, os dados de microbiologia local indicam comprometimento das águas, talvez inclusive por esses animais criados



Rio Três Forquilhas, desaguando na lagoa Itapeva. Abril/2013

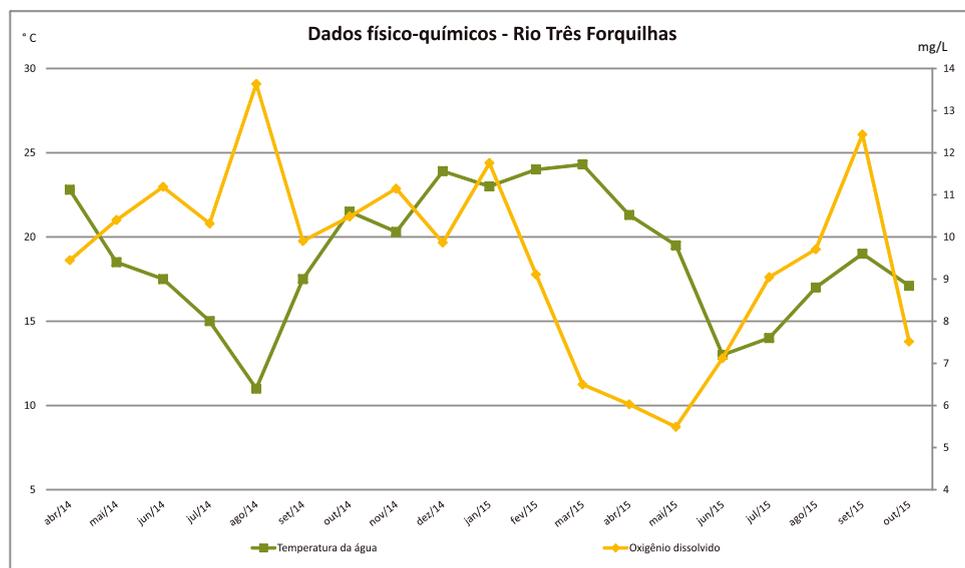


Gráfico 8 – Concentração de oxigênio dissolvido e temperatura das águas do rio Três Forquilhas monitoradas entre os meses de abril/14 a outubro/15 dentro do Projeto Taramandahy.

próximos ou mesmo esgotos sem tratamento, já os registros de *Escherichia coli*, coliforme termotolerante que caracteriza contaminação por matéria fecal, esteve por várias oportunidades acima de 200 NMP para cada 100 mL amostrados, assim como coliformes totais, que apresentaram média de 1500 NMP/100 mL, especialmente em meses mais quentes.

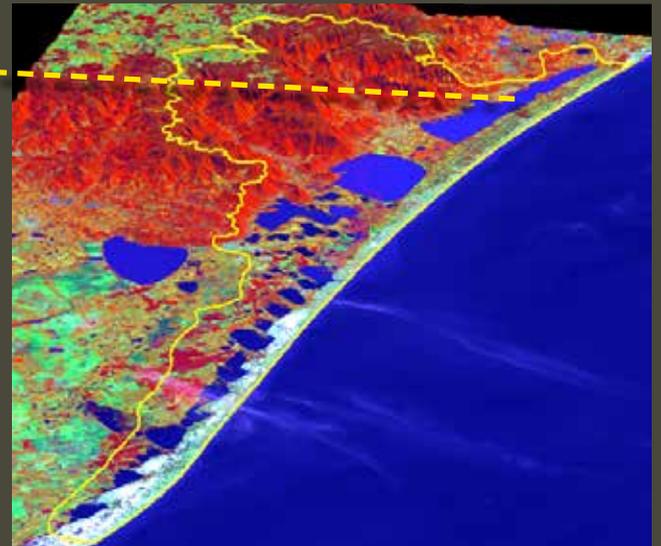
Num panorama geral, nestes 18 meses de monitoramento as águas do Rio Três Forquilhas apresentaram alguma melhora, embora estivessem classificados como classe 1,8, conforme Resolução CONAMA, e pontuação média de 73 pontos, conforme IQA. Isso porque em alguns momentos a classe verificada foi 2 e 3, assim como através do IQA marcou 57 pontos apenas.



● PONTO DE COLETA

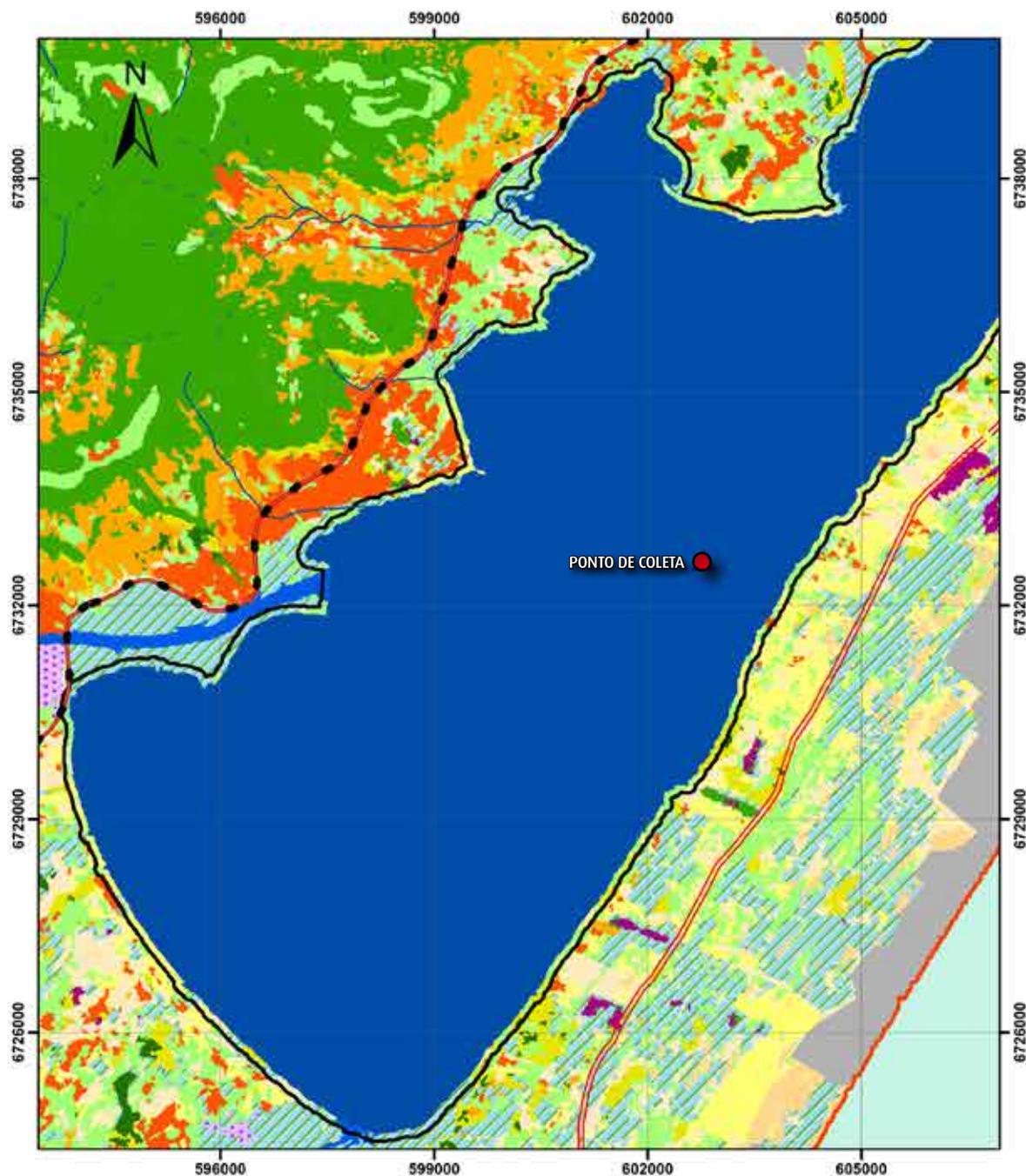


LAGOA ITAPEVA



LATITUDE	29.531751 S
LONGITUDE	49.939361 W
LOCALIDADE	Pousada da Lagoa
MUNICÍPIO	Arroio do Sal

Uso da terra e cobertura vegetal na Área de Preservação Permanente e entorno da Lagoa da Itapeva



Legenda

- ! Sedes municipais
- Oceano
- Limite da Bacia

Sistema Hídrico

- Cursos d'água Intermitentes
- Cursos d'água Perenes

Sistema Viário

- Estrada Estadual Pavimentada
- Estrada Federal Pavimentada



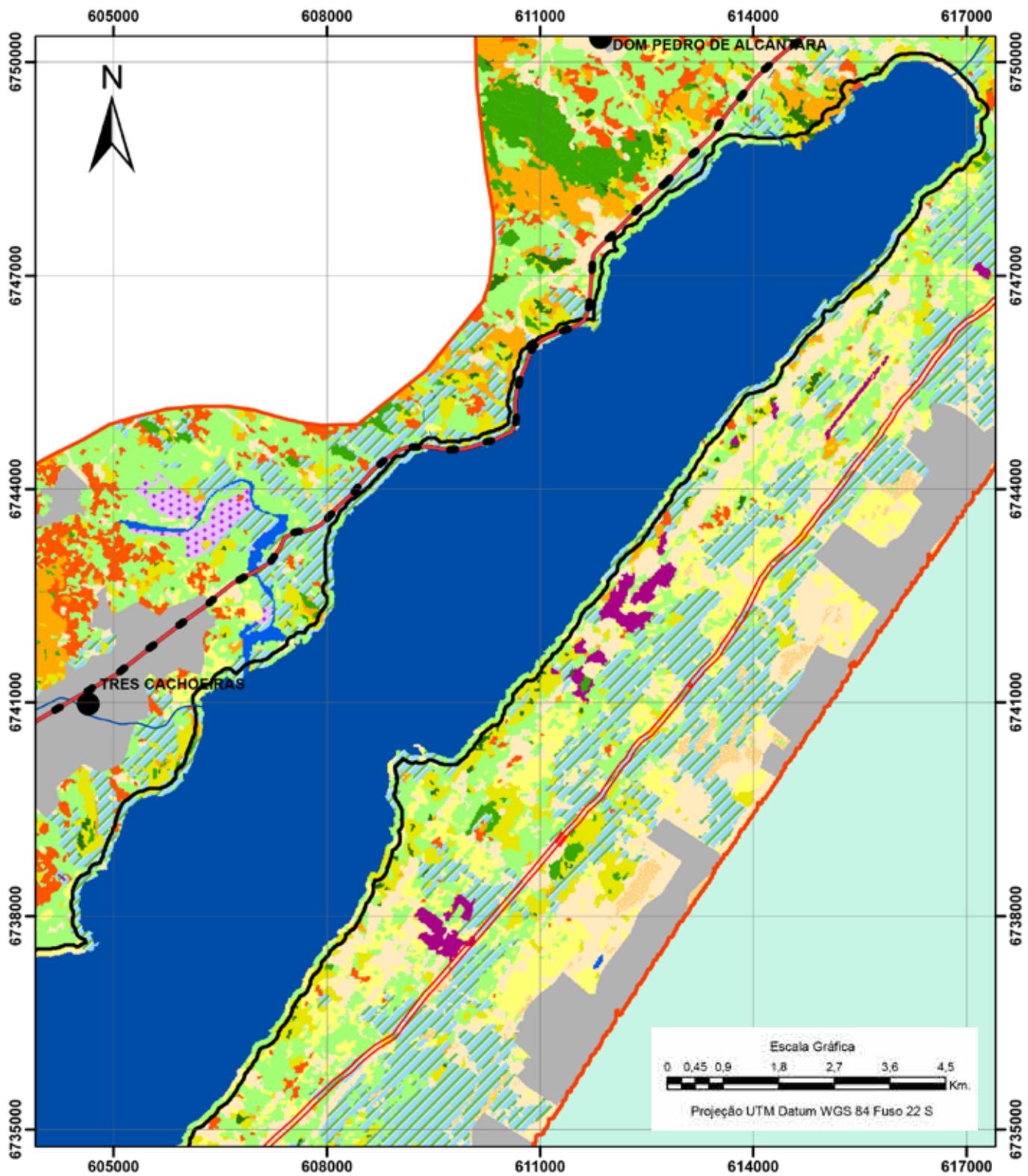


Tipos de Uso

	Área (HA)	(%)
 Floresta Ombrófila Mista	0	-
 Floresta Ombrófila Densa	2,58	0,02
 Mata Paludosa	2,74	0,02
 Mata Restinga	76,03	0,55
 Silvicultura	0,96	0,01
 Campo Arbustivo- Potreiro	302,93	2,21
 Campo do Planalto	0	-
 Campos Secos	127,54	0,93
 Cultivo de Arroz Irrigado	0,13	0,00
 Cultivo de Bananas	15,81	0,12
 Outros Cultivos Agrícolas	21,81	0,16
 Banhados e Áreas Úmidas	306,23	2,23
 Dunas	4,06	0,03
 Solo Exposto	55,74	0,41
 Áreas Urbanas	0	-
 Corpos d'água	12.809,71	93,32
Total	13.726,27	100,00

A lagoa Itapeva, vista sudoeste-nordeste, destacando em primeiro plano o canal Cornélio que transporta as águas da lagoa Itapeva para a lagoa dos Quadros. À esquerda, as encostas da Serra Geral, de onde o rio Três Forquilhas despenca para desaguar na lagoa. À direita, a Planície Costeira e o oceano Atlântico. Março/2013.

A lagoa Itapeva apresenta a maior área entre as lagoas da Bacia do Tramandaí, estando situada no extremo norte desta bacia. A Área de Preservação Permanente (APP) ao longo de sua margem está bem conservada, com banhados e outras áreas úmidas (campos), campos de potreiro, campos secos, matas de restinga e dunas. Áreas de cultivo agrícolas, arroz, bananas e eucaliptos, bem como solos expostos pela agricultura ocupam irregularmente uma fração da APP. A foz do rio Três Forquilhas representa uma importante contribuição em volume de água e é considerada área prioritária para conservação da biodiversidade .





A lagoa Itapeva, vista sudeste-noroeste, destacando à direita a pista do aeroporto de Torres e, entre ela e a lagoa, a Área de Proteção Ambiental de Itapeva, do município de Torres. Abril/2013.

A lagoa Itapeva banha áreas dos municípios de Torres, Arroio do Sal, Terra de Areia, Três Forquilhas, Três Cachoeira e Dom Pedro de Alcântara. Para Torres, esse manancial é fundamental pois dele a Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) retira água para abastecimento público.

A porção leste dessa lagoa abriga importantes áreas para conservação da biodiversidade, sítios arqueológicos e comunidades de pescadores artesanais. Matas de restinga, banhados e campos são os principais tipos de vegetação que ocupam esse espaço da planície costeira. A mineração de basalto, a monocultura de banana, a silvicultura de eucalipto e a expansão urbana, são os principais agentes de alterações na forma e função da paisagem.

Estação de Tratamento de Água, Corsan. Torres. Abril/2013.



Mineração de basalto e plantio homogêneo de banana, entre a lagoa Itapeva e a BR 101. Abri/2013





Área natural de juncais nas margens lagoa Itapeva, importante ambiente regulador das variações do nível da água, para reprodução de espécies da fauna e para a qualidade da água. Arroio do Sal. Março/2013.



Barra dos Quirinos, canal que liga a lagoa Itapeva com a lagoa dos Quadros. Importante área para comunidade de pescadores artesanais. Terra de Areia. Janeiro/2016.



Maio/2015

Foz do rio Três Forquilhas, área prioritária para a conservação da biodiversidade, especialmente de peixes e aves aquáticas. Terra de Areia/Três Forquilhas. Janeiro/2016.

Resultados e Análises

Ainda que as águas do Rio Três Forquilhas cheguem à Lagoa da Itapeva com pH mais baixo, a mesma foi monitorada e registrou pH na faixa de 6,2 a 8,1, dentro dos valores normais para classe 1 conforme o Conselho Nacional de Meio Ambiente, inclusive melhor do que proposto para este corpo hídrico dentro do Plano de Bacia. A faixa de condutividade verificada também foi baixa, registrada entre 42 e 61 $\mu\text{S}/\text{cm}$, característica de corpos de águas de início de sistemas hídricos.

Considerando que a classe na qual foram enquadradas as águas da Lagoa da Itapeva, classe 2, esta apresentou resultados de turbidez e oxigênio dissolvido (OD) dentro dos limites propostos, de até 100 NTU e não inferior a 5 mg/L, respectivamente. Inclusive, por vários momentos a classificação poderia ser classe 1, a turbidez esteve abaixo de 40 NTU e o OD acima de 6 mg/L. Embora um corpo de água lântico, a penetração de luz, dada a transparência média de 50 cm e o efeito de vento, contribuíram para concentrações de oxigênio médio de 8,8 mg/L, alcançando quase 12 mg/L em alguns momentos, o que é considerada característica positiva, vinculada ao poder de assimilação e recuperação dos corpos hídricos.

A profundidade média da lagoa é de, aproximadamente, 2,5 metros, relativamente baixa, o que em primeiro momento pode ser considerada característica positiva, entretanto faixas curtas de coluna de água registram oscilações de temperatura com maior força, e neste caso ficando na faixa entre 13 e 27° C durante o período monitorado. A subida da temperatura favorece a redução dos teores de oxigênio ali disponíveis e pode se tornar restrigente à ocupação animal.

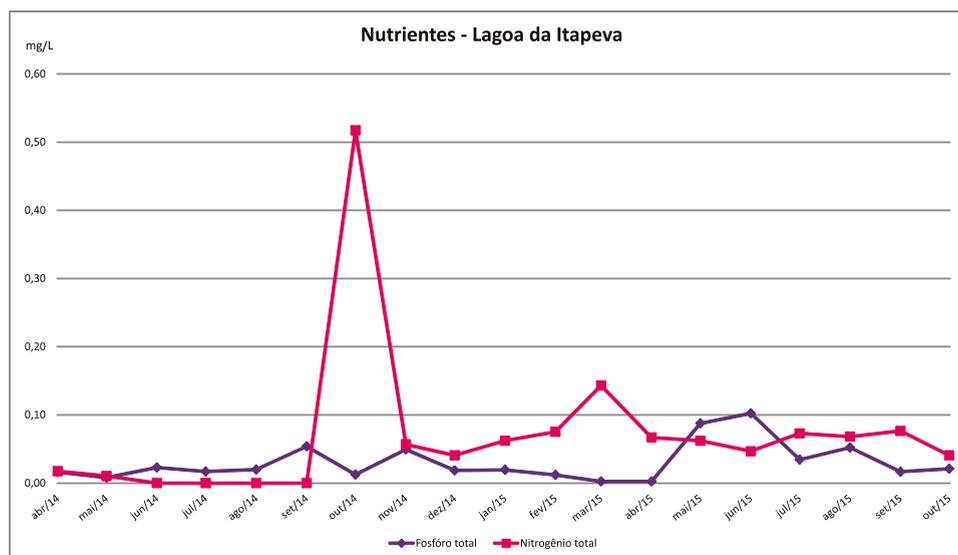


Gráfico 9 – Concentração monitorada dos nutrientes fósforo e nitrogênio totais para a Lagoa da Itapeva durante o monitoramento de águas do Projeto Taramandahy.

As temperaturas mais altas das águas também favorecem a proliferação de microrganismos, como o grupo dos coliformes. O número de coliformes totais oscilou, tendendo a crescimento nos meses mais quentes, como de novembro a abril, mantendo a média de 750 NMP a cada 100 mL. Já para *Escherichia coli*, que é um dos principais indicadores de balneabilidade, este ficou baixo, respeitando os limites para uso.

A respeito das concentrações de nutrientes, fósforo total e ortofosfato demonstraram oscilação, entretanto não excedendo 0,1 mg/L. Já para a série do nitrogênio, a fração total apresentou variação entre 0 e 0,50 mg/L, ilustrado pelo Gráfico 9 e permanecendo em maior período na faixa de 0,10 mg/L. Já para a fração amoniacal, também houve variação mas numa escala menor, de 0 a 0,15 mg/L, com valor médio de 0,05 mg/L, concentração considerada baixa.

Embora as concentrações destes nutrientes que são essenciais para o desenvolvimento das algas, por exemplo, tenha sido mais baixa, em alguns meses foi verificada uma densidade mais alta de algas nas águas da Lagoa da Itapeva, mas que ainda não caracterizaram uma floração de fato.

Avaliados os resultados para cada um dos parâmetros analisados, tanto por Índice de Qualidade de Água como por enquadramento, a Lagoa da Itapeva apresentou melhora na qualidade de suas águas, vide Gráfico 10, ainda que a média de classe tenha sido 1,8, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Isso porque a prospecção feita pelo Plano de Bacia é classe 2. Pelo IQA, a média no período foi de 70 pontos, com registros mensais na faixa entre 55 e 90, com pequena melhoria ao longo do período, inclusive podendo indicar que o enquadramento poderia ser revisto, na busca da classe 1.

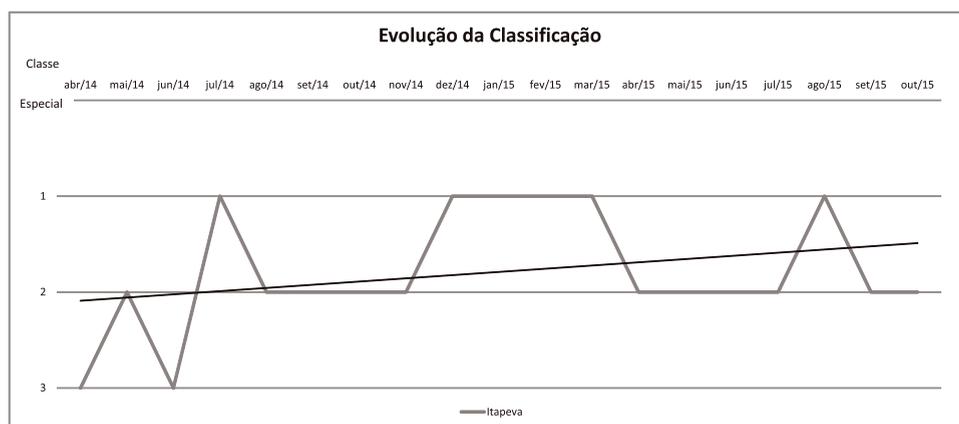
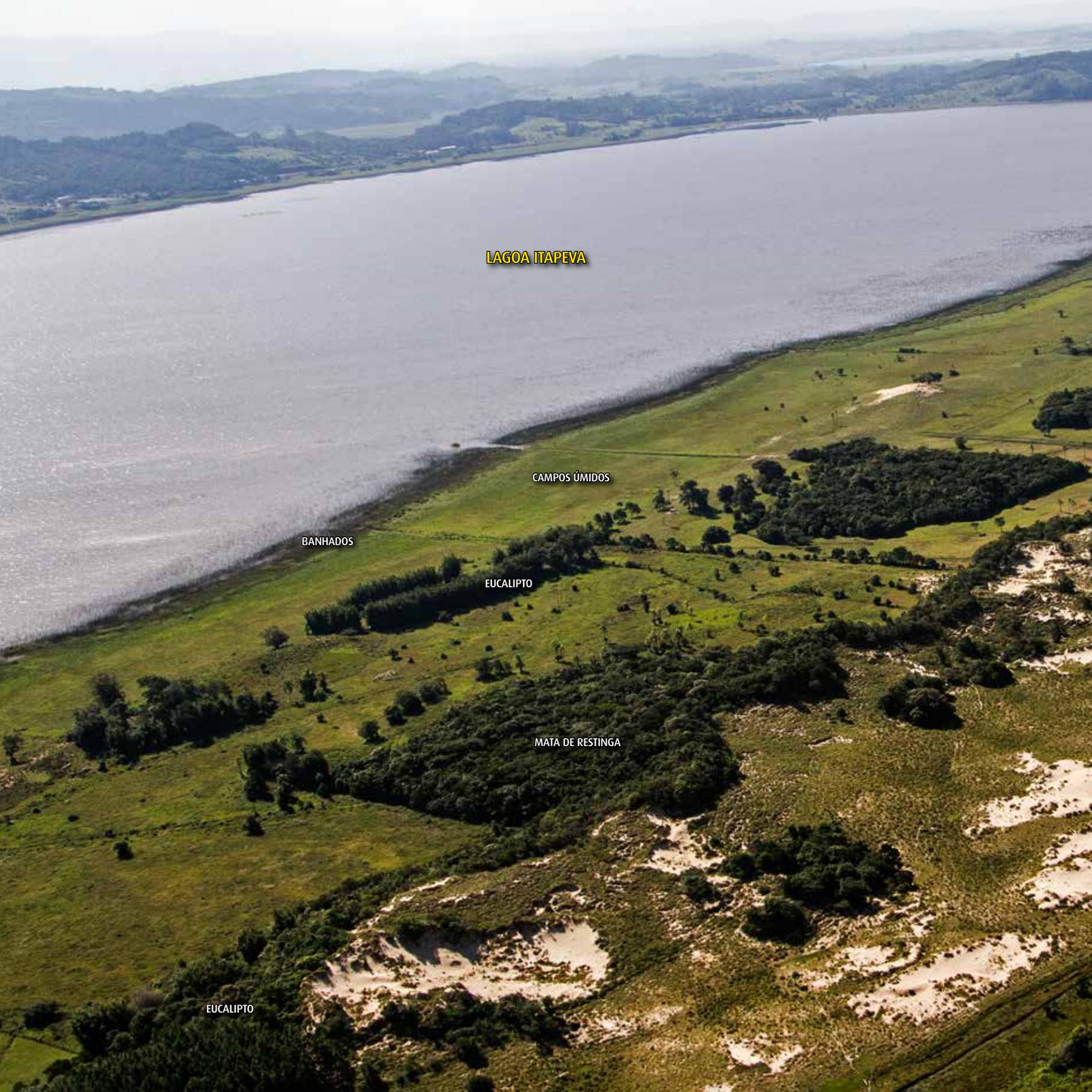


Gráfico 10 – Evolução da classificação das águas conforme resultados físicos, químicos e microbiológicos da Lagoa da Itapeva durante o período de abril/14 a outubro/15.



LAGOA ITAPEVA

BANHADOS

CAMPOS ÚMIDOS

EUCALIPTO

MATA DE RESTINGA

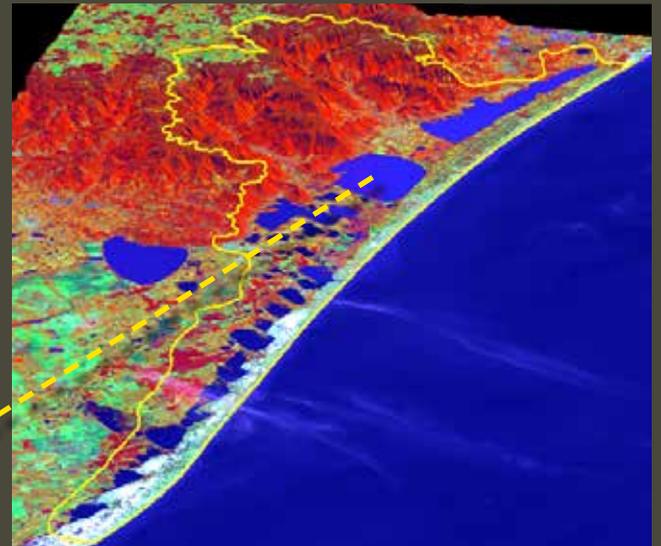
EUCALIPTO



Borda leste da lagoa Itapeva, com suas dunas, matas de restingas, campos, banhados e plantios de eucaliptos. Abril/2013.

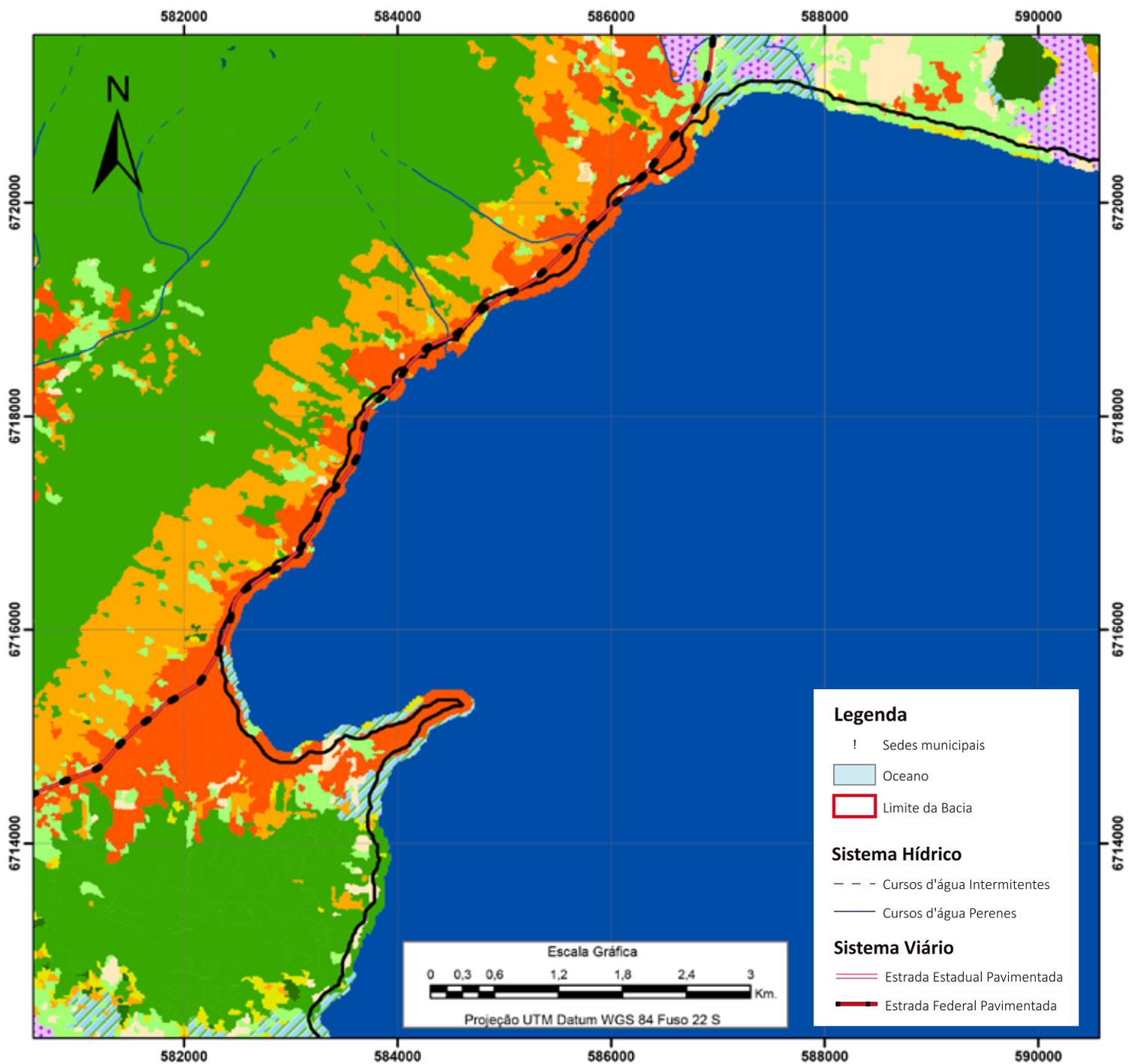


LAGOA DOS QUADROS



LATITUDE	29.760583 S
LONGITUDE	50.078028 W
LOCALIDADE	Barra do João Pedro
MUNICÍPIO	Maquiné

Uso da terra na Área de Preservação Permanente e entorno da Lagoa dos Quadros | Quadrante Oeste - Norte





Ilha na ponta da Prainha. Nota-se a coloração esverdeado devido ao bloom de algas. No morro ao fundo, a plantação convencional de banana é uma fonte de resíduos químicos que atinge a lagoa. Maquiné. Novembro/2011.
Foto: Andrés Martin Flores



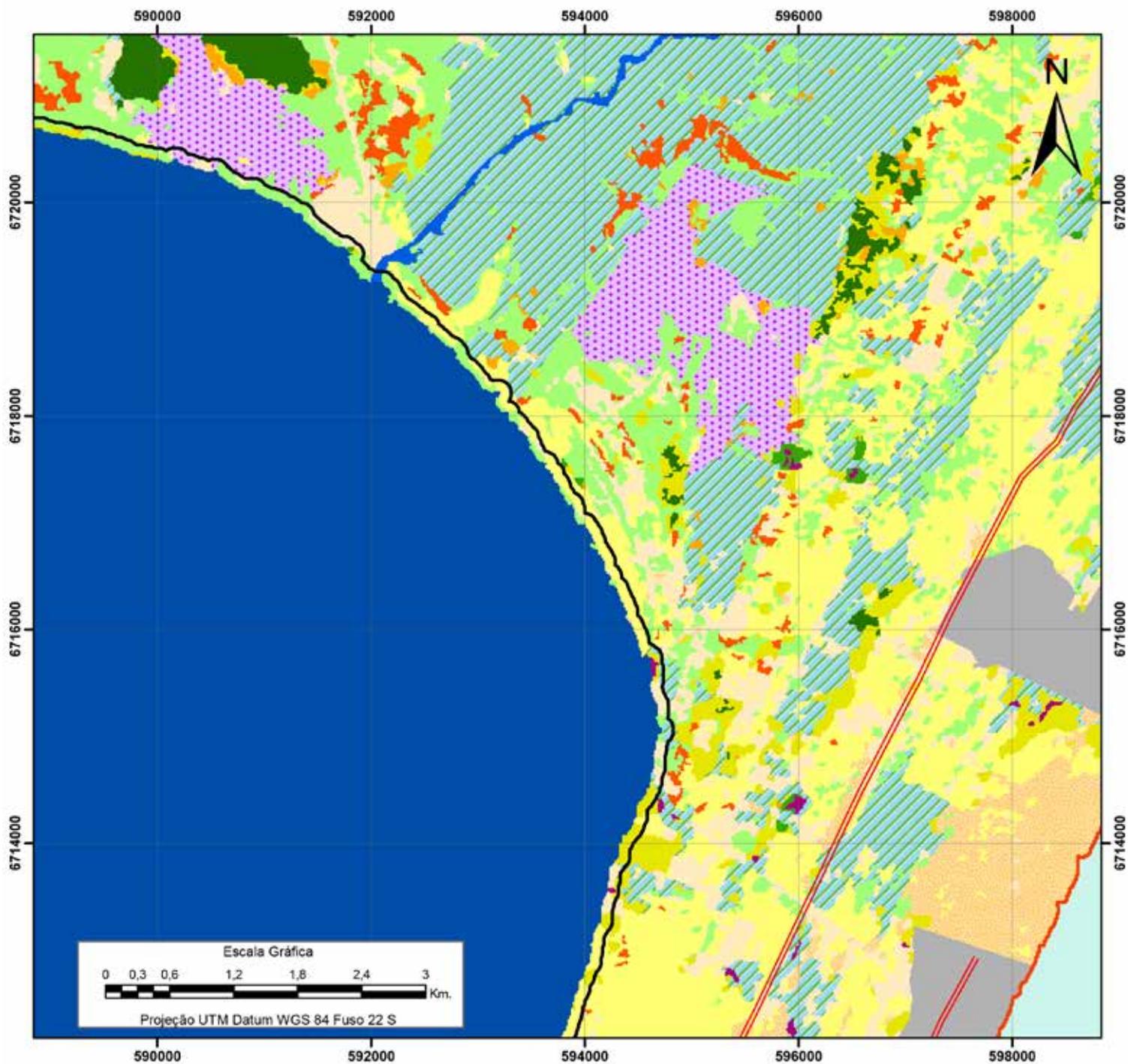
O plantio de arroz atinge as margens do arroio Sanga Funda que desagua na lagoa Itapeva. Nota-se a coloração azulada de algas cianofíceas. Terra de Areia. Janeiro/2016.

Tipos de Uso

	Área (HA)	(%)
 Floresta Ombrófila Mista	0	-
 Floresta Ombrófila Densa	15,39	0,12
 Mata Paludosa	0	-
 Mata Restinga	52,48	0,41
 Silvicultura	1,86	0,01
 Campo Arbustivo- Potreiro	66,8	0,53
 Campo do Planalto	0	-
 Campos Secos	112,02	0,88
 Cultivo de Arroz Irrigado	11,73	0,09
 Cultivo de Bananas	8,81	0,07
 Outros Cultivos Agrícolas	90,9	0,71
 Banhados e Áreas Úmidas	76,63	0,60
 Dunas	1,18	0,01
 Solo Exposto	75,37	0,59
 Áreas Urbanas	0,45	0,00
 Corpos d'água	12.206,73	95,96
Total	12.720,35	100,00

A lagoa dos Quadros recebe águas do lagoa Itapeva e do rio Maquiné. Tem importância regional para a gestão dos recursos hídricos ao fornecer água para abastecimento público dos municípios de Capão da Canoa e Xangri-Lá, abrigar comunidade de pescador artesanal e quilombolas em seu entorno e ainda servir de espaço de lazer. Sua área de preservação permanente apresenta irregularidades legais, como cultivos de arroz e solos expostos, silvicultura e a urbanização que vem se expandindo ano após ano. Em seu entorno, o cultivo de banana, condomínios de alto padrão, arrozais, falta de saneamento básico universalizado e o grande aumento da população no período de veraneio, são os principais fatores de risco para a disponibilidade e qualidade da água desta que é a segunda maior lagoa da Bacia do rio Tramandaí.

Uso da terra na Área de Preservação Permanente e entorno da Lagoa dos Quadros | Quadrante Norte - Nordeste



Neste quadrante da lagoa dos Quadros, as áreas naturais estão representadas por remanescentes de Mata de Restinga, áreas úmidas e campos. Plantios agrícolas e de eucaliptos são comuns. Uma das principais áreas de Mata Paludosa em toda bacia é encontrada entre o canal Cornélios e arroio Sanga Funda, município de Terra de Areia. Este ecossistema desenvolve-se sobre a planície costeira e é uma das coberturas vegetais mais ameaçadas da Mata Atlântica.

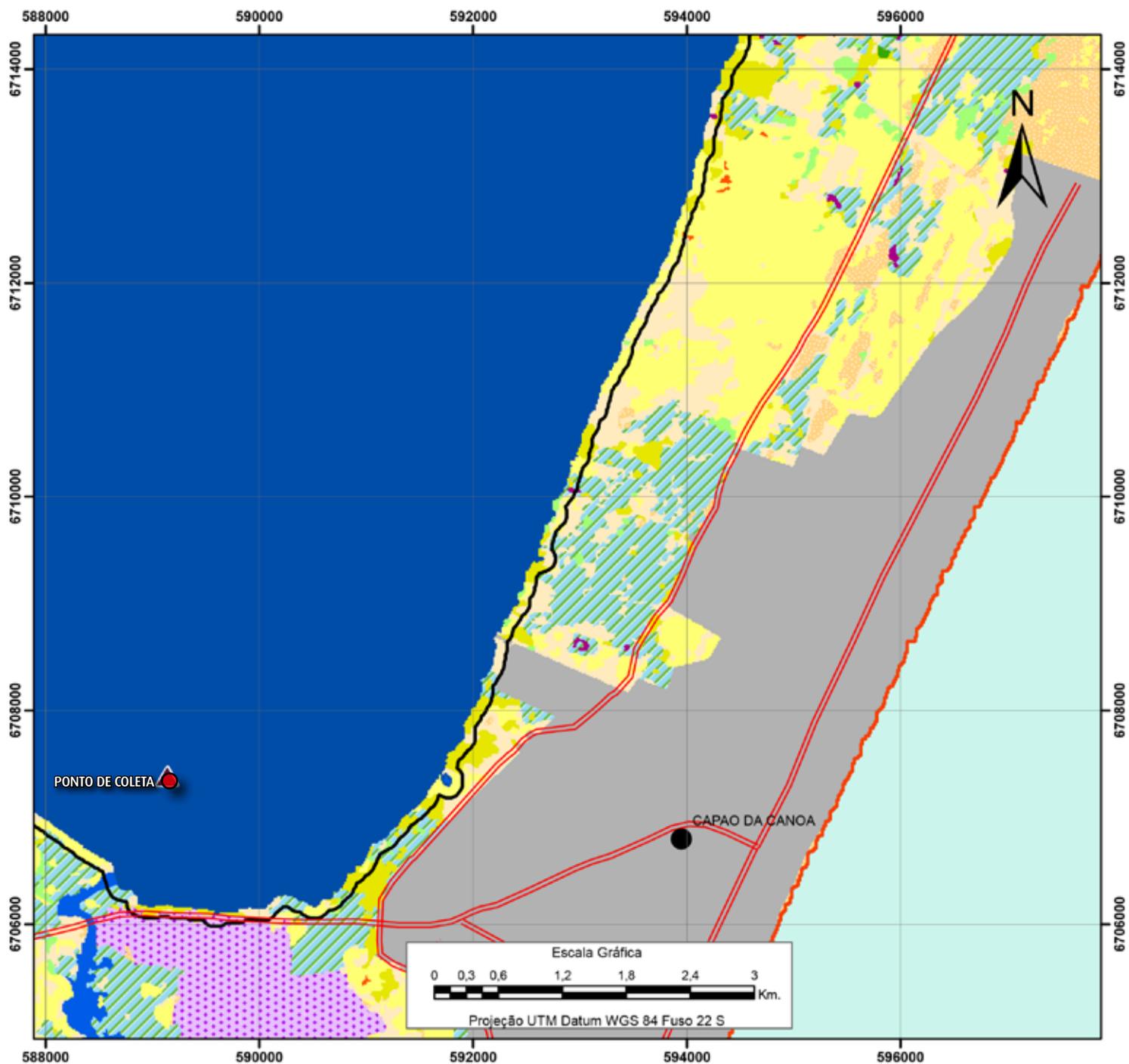


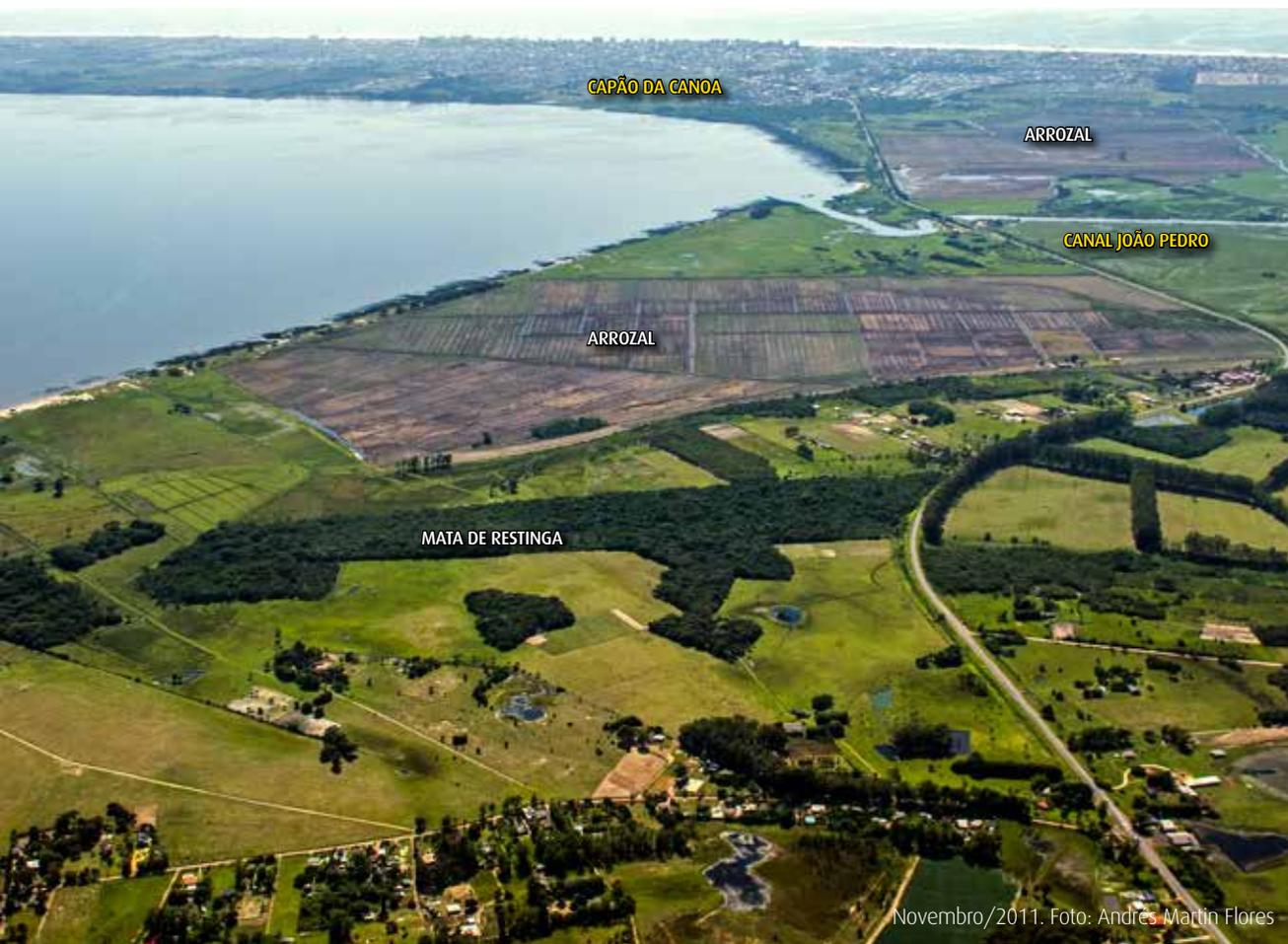
Lagoa dos Quadros e a localidade de Cornélios. Terra de Areia. Outubro/2006.



Fragmento de mata paludosa conservada na localidade de Cornélios. Terra de Areia. Janeiro/2016.

Uso da Terra na Área de Preservação Permanente e entorno da Lagoa dos Quadros | Quadrante Sul - Leste

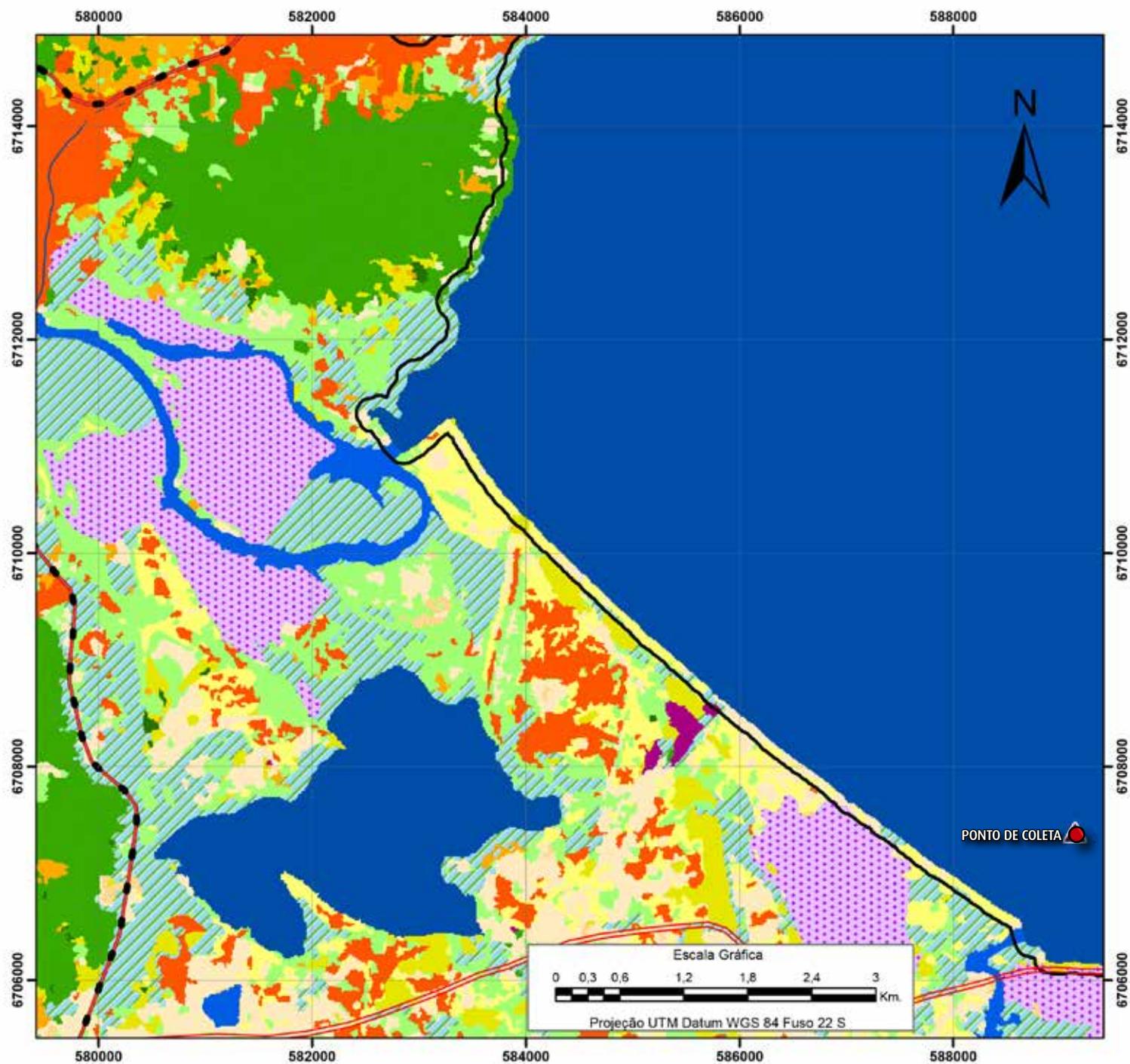




Neste quadrante da lagoa dos Quadros, as áreas naturais estão resumidas a pequenas ilhas de mata de restinga, banhados no entorno da lagoa e campos. A urbanização e plantios de arroz é mais intensa neste entorno da lagoa. Parque eólico é um componente mais recente na paisagem, presente em Xangri-lá sobre áreas úmidas cultivadas para arroz



Uso da terra na Área de Preservação Permanente e entorno da Lagoa dos Quadros | Quadrante Sul-Sudoeste





Neste quadrante da lagoa dos Quadros há uma forte influência das águas advindas do rio Maquiné, com sua várzea intensamente cultivada por uma agricultura de base química. Próximo a foz, o cultivo de arroz é realizado sob as áreas úmidas. Na foto acima, percebe-se a floração de algas, típica em ambiente eutroficado. No Morro Maquiné, entre as localidades do Cantagalo e Prainha, o plantio de bananas também é intenso. E neste mesmo morro, um importante fragmento de antiga Floresta Ombrófila Densa ainda resiste.



Novembro/2011. Foto: Andrés Martin Flores

Resultados e Análises

A Lagoa dos Quadros não apresentou dados muito divergentes das demais e nem mesmo se destacou por grandes excessos de nitrogênio e fósforo, por exemplo, mas pequenas alterações já evidenciaram efeitos importantes. Desde junho/14 observamos na lagoa a crescente das algas, como por exemplo células observadas na lagoa vizinha, a Itapeva. Entretanto, em novembro/14 registrou-se uma forte floração exclusivamente na Lagoa dos Quadros com espécies *Microcystis* nas proximidades e margens noroeste, que impactaram parcialmente os usuários daquela região. A situação não foi pior, visto que naquele lado não há captação de água para abastecimento ou mesmo áreas de banho, entretanto provocou forte cheiro e também impediu o uso da água por alguns usuários do entorno. As concentrações de fósforo total, conforme Gráfico 12, variaram durante todo o período de execução do monitoramento das águas, mas não ultrapassaram 0,12 mg/L. Já para nitrogênio total, a média de concentração esteve em 0,10 mg/L e chegou ao máximo de 0,40 mg/L, que acreditamos ter sido influência negativa da crescente concentração deste elemento nos tributários da Lagoa dos Quadros, como o Arroio Lageado, naquele período.

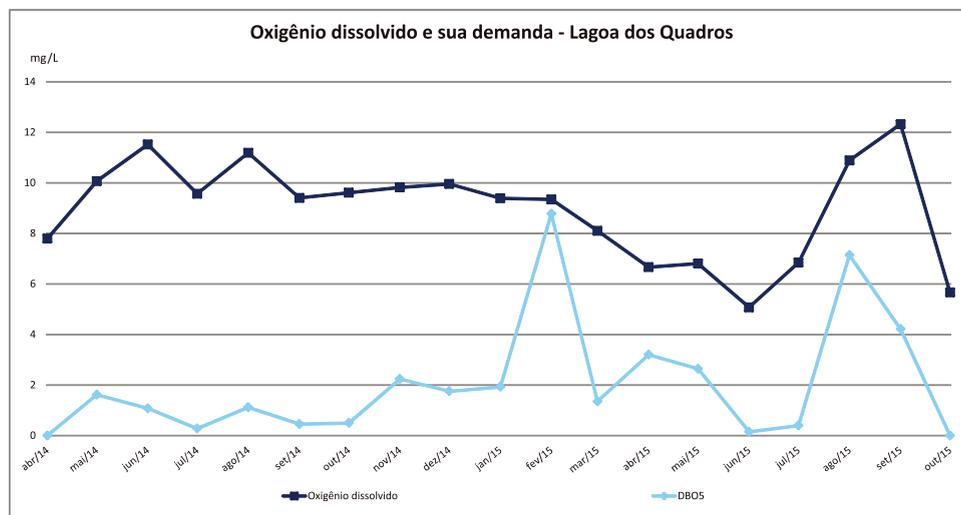


Gráfico 11 – Representação da oscilação dos valores obtidos para oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio, na Lagoa dos Quadros, durante o monitoramento 2014/2015.

A temperatura da lagoa nestes 18 meses variou entre 15,5 e 28,5° C, assim como o oxigênio dissolvido disponível no local, que esteve na faixa entre 5,1 e 12,3 mg/L, conforme Gráfico 11. Os altos de concentração se devem, em parte, pela facilitada formação de onda que insere mais do gás nas águas, inclusive pela coluna de água maior se comparada às demais lagoas.

Entretanto, com a chegada do verão e também do maior *input* de esgotos, é comum que os teores de oxigênio baixem, como observamos despencarem de 10 para 5 mg/L na Lagoa dos Quadros. A demanda de oxigênio também teve um pico no verão de 2015, o que confirma a parcela negativa do aumento populacional na região e seu impacto, chegando a marcar 8,8 mg/L em fevereiro/15 para DBO₅.

A contaminação das águas também fica evidente quando observados os resultados de coliformes totais, que estiveram na média de 1570 NMP para cada 100 mL, com valores máximos detectados entre outubro/14 e junho/15, inclusive. Especificamente, os resultados para *Escherichia coli* apresentaram números mais baixos, próximos a zero.

A condutividade registrada esteve próxima das obtidas para a Lagoa da Itapeva, entre 43 e 67 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e o pH, possivelmente influenciado pelas águas vindas do Arroio Lageado e Rio Maquiné, esteve na faixa de 6,3 e 7,7.

Em suma, o enquadramento registrado para a Lagoa dos Quadros foi de 1,8, visto que 14 meses apresentaram classe 2 e 3 quando a prospecção seria classe 1. Estes dados não demonstram melhorias e sim que a lagoa vem sendo afetada, ainda que parcialmente, pela população e as atividades a ela vinculadas.

Considerando os dados para o cálculo do Índice de Qualidade da Água, as águas da lagoa tiveram resultados na faixa de 45 e 88 pontos, com média de 68 pontos, apresentando comportamento estável. Inclusive, a faixa mais baixa dos resultados já evidencia uma água de qualidade regular, o que casa em parte com a avaliação proposta pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente.

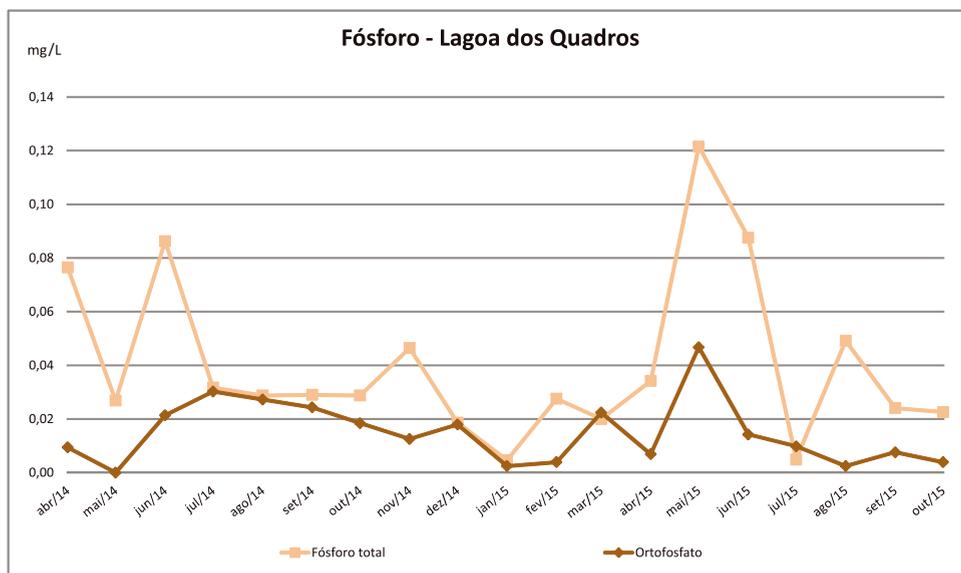
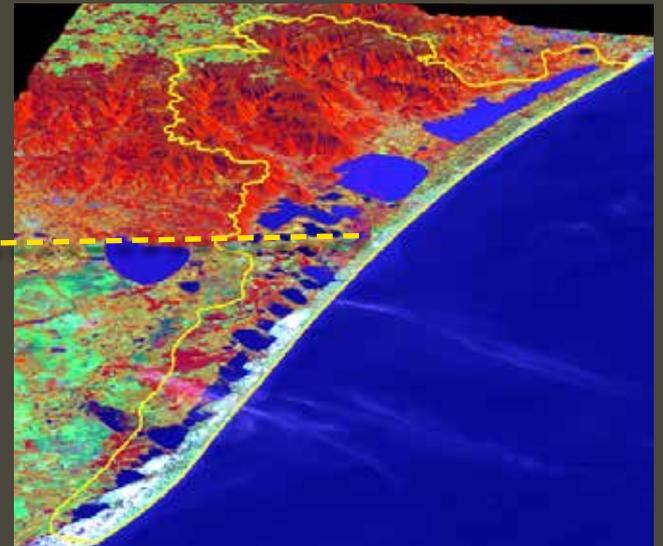


Gráfico 12 – Concentração de ortofosfato e fósforo total, para o ponto na Lagoa dos Quadros, monitorado entre abril/14 e outubro/15.



LAGOA DO PASSO



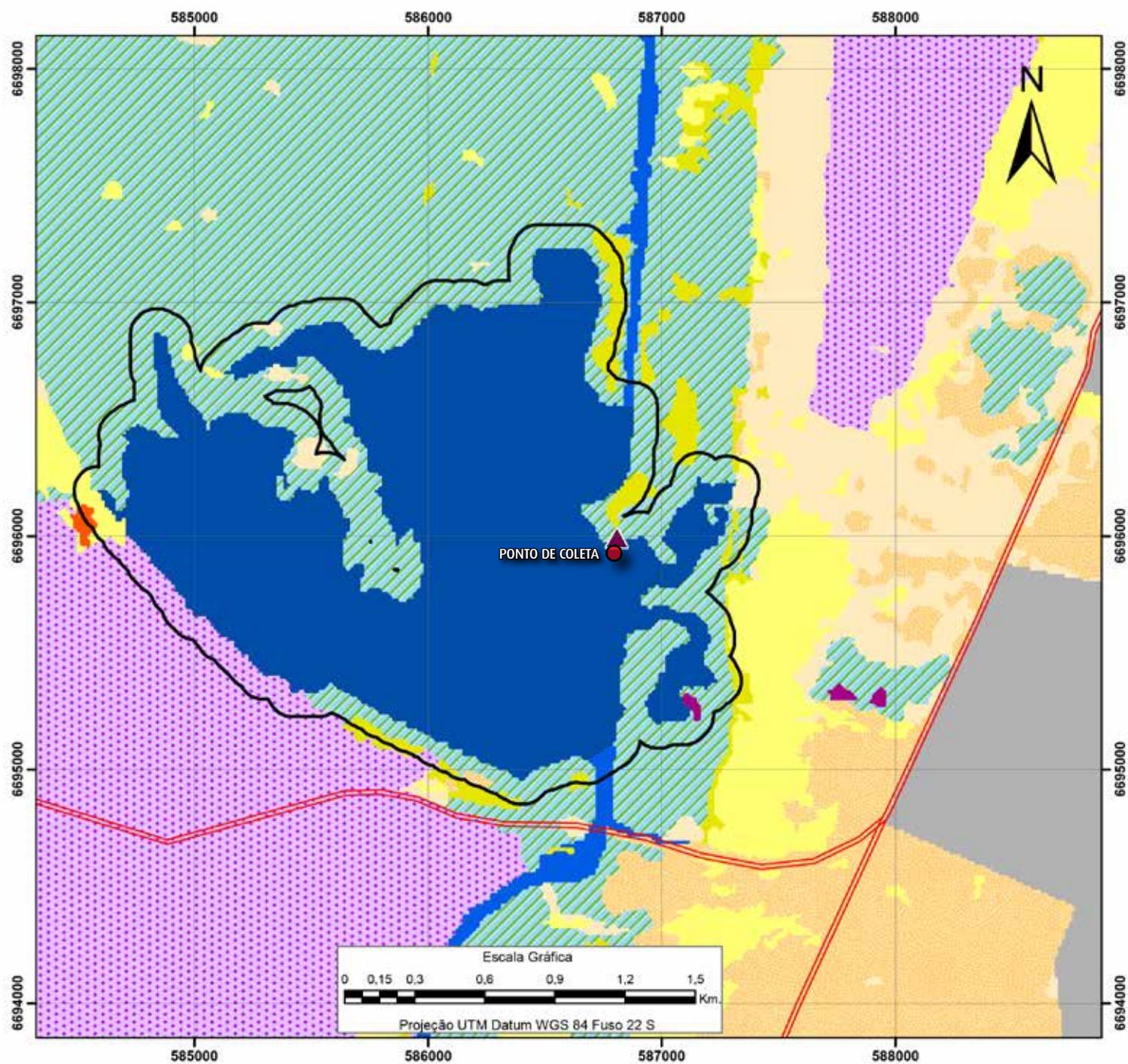
LATITUDE	29.863583
----------	-----------

LONGITUDE	5.101194
-----------	----------

LOCALIDADE	Palmital
------------	----------

MUNICÍPIO	Osório
-----------	--------

Uso da terra e cobertura vegetal na Área de Preservação Permanente e entorno da Lagoa do Passo





Entorno da lagoa do Passo e rio Tramandaí, com extensa plantação de arroz. Janeiro/2016

Legenda

- ! Sedes municipais
-  Oceano
-  Limite da Bacia

Sistema Hídrico

- - - Cursos d'água Intermitentes
- Cursos d'água Perenes

Sistema Viário

-  Estrada Estadual Pavimentada
-  Estrada Federal Pavimentada

Tipos de Uso

-  Floresta Ombrófila Mista
-  Floresta Ombrófila Densa
-  Mata Paludosa
-  Mata Restinga
-  Silvicultura
-  Campo Arbustivo- Potreiro
-  Campo do Planalto
-  Campos Secos
-  Cultivo de Arroz Irrigado
-  Cultivo de Bananas
-  Outros Cultivos Agrícolas
-  Banhados e Áreas Úmidas
-  Dunas
-  Solo Exposto
-  Áreas Urbanas
-  Corpos d'água

Total

	Área (HA)	(%)
Floresta Ombrófila Mista	0	-
Floresta Ombrófila Densa	0	-
Mata Paludosa	0	-
Mata Restinga	10,38	2,23
Silvicultura	0,51	0,11
Campo Arbustivo- Potreiro	0	-
Campo do Planalto	0	-
Campos Secos	6,2	1,33
Cultivo de Arroz Irrigado	12,72	2,73
Cultivo de Bananas	0	-
Outros Cultivos Agrícolas	0,44	0,09
Banhados e Áreas Úmidas	115,18	24,70
Dunas	0,59	0,13
Solo Exposto	4,93	1,06
Áreas Urbanas	0	-
Corpos d'água	315,38	67,63
Total	466,33	100,00

A Área de Preservação Permanente no entorno da lagoa do Passo apresenta predomínio de áreas úmidas (banhados e campos). Entretanto, observa-se que a pressão dos cultivos de arroz no entorno da lagoa é grande, ocupando inclusive áreas protegidas legalmente.

Esta lagoa representa um manancial de abastecimento de água para moradores do litoral, nos balneários de Rainha do Mar, município de Imbé e, Atlântida Sul, município de Osório. Este uso é de prioridade máxima na gestão dos recursos hídricos e a contaminação por agrotóxicos, fertilizantes químicos e esgoto não tratado podem comprometer a qualidade dessa lagoa. É notória a expansão da lavoura de arroz no entorno e inclusive em área de preservação permanente.

Área destinada para plantio de arroz com o solo exposto no entorno da lagoa do Passo. Novembro/2011.
Foto: Andrés Martín Flores



Plantio arroz crescendo sobre áreas úmidas no entorno da lagoa do Passo. Janeiro/2016



Lagoa do Passo e banhados de juncais em suas bordas. Novembro/2011. Foto: Andrés Martín Flores



Cardeal do banhado (*Amblyramphus holosericeus*), espécie típica de banhados com juncais, como o entorno da lagoa do Passo. Dezembro/2014



Os banhados no entorno da lagoa do Passo realizam importantes serviços ecossistêmicos: controle de cheias, armazenamento de água, filtragem de poluentes e habitat de espécies paludícolas. Janeiro/2016

Resultados e Análises

A Lagoa do Passo entre todos os pontos monitorados é a que apresenta menor coluna de água, muito semelhante em profundidade a Lagoa do Gentil, inclusive em alguns momentos inferior a 1 metro, mas com sua condição física, química e biológica bem diferente. Isso porque a lagoa além de ser rasa, vem sendo “aterrada” pela alta carga de sedimentos provenientes dos sistemas à montante. Talvez em alguns anos este corpo hídrico deixe de existir, passando primeiramente à condição de banhado e secando totalmente não muito adiante.

As temperaturas das águas ali estiveram na faixa entre 17 e 28° C e influenciaram, em alguns momentos, as concentrações de oxigênio dissolvido, que se apresentaram na faixa entre 4,7 e 10,7 mg/L, caindo drasticamente de janeiro a abril/15, só se recuperando durante o inverno, observado no Gráfico 13.

O consumo de oxigênio expresso pelo indicador DBO_5 chegou a alcançar 6,5 mg/L em março/15, possivelmente impacto da inserção de esgotos em maior volume, reflexo do período de veraneio. Durante os demais meses apresentou média mais baixa, de aproximadamente 1,50 mg/L, o que estaria dentro da normalidade proposta pelo CONAMA para classe 1.

Assim como as lagoas da Itapeva e dos Quadros, a Lagoa do Passo também demonstrou algas especialmente na superfície das águas por um longo período, que se estendeu desde junho/14 até meados de 2015, ainda que não ocorresse uma floração expressiva.

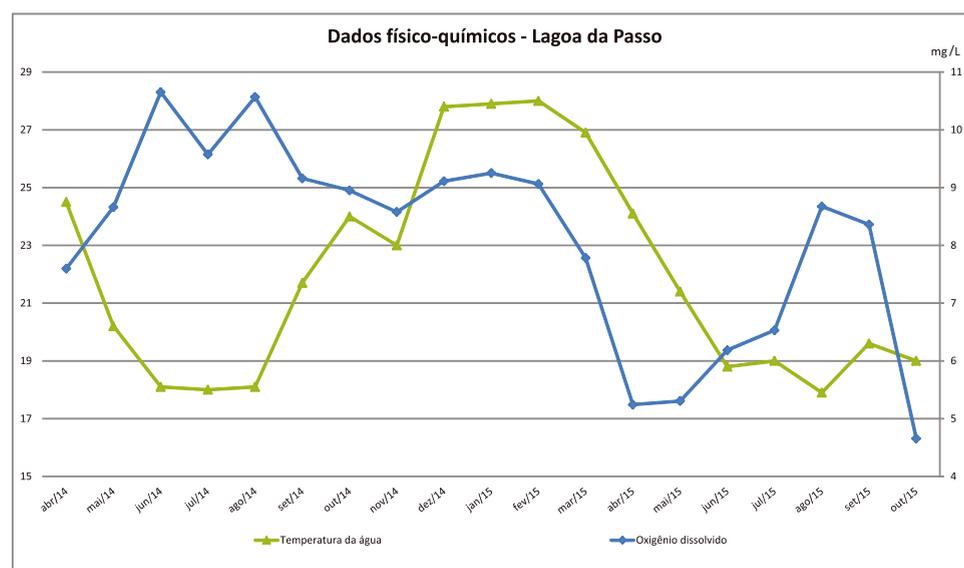


Gráfico 13 – Evolução da temperatura e oxigênio dissolvido observados na Lagoa do Passo durante o monitoramento do Projeto Taramandahy.

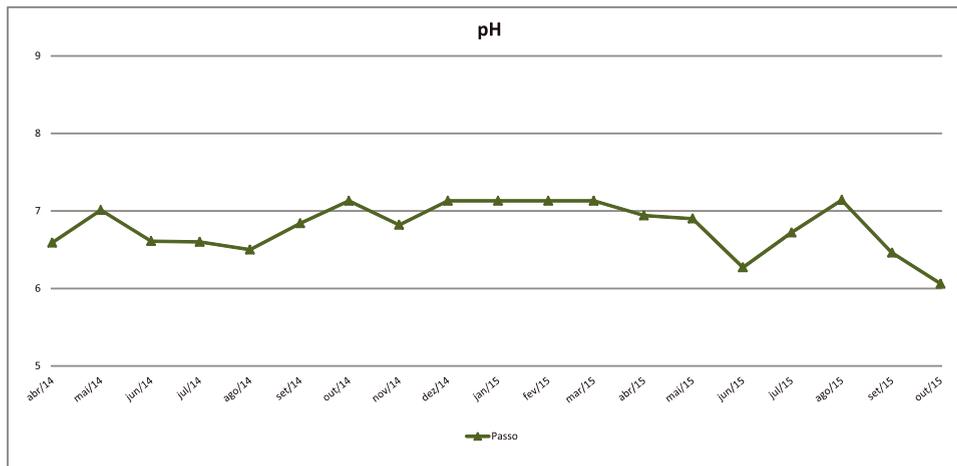


Gráfico 14 – Expressão da variação do pH na Lagoa do Passo durante o monitoramento de qualidade de águas, entre abril/14 e outubro/15.

Nestas águas as concentrações dos nutrientes são certamente influenciadas pelas águas à montante, e foi possível registrar concentrações de fósforo com pouca variação e inferiores a 0,10 mg/L. Já para nitrogênio, a oscilação esteve entre 0 e 0,14 mg/L com um aumento sentido em outubro/14 e que, após isso, se manteve na faixa de 0,08 mg/L.

Os resultados microbiológicos evidenciaram inserção de poluentes já que os resultados de coliformes totais foram bastante elevados, com média para o período de 1760 NMP para cada 100 mL, enquanto para a espécie *Escherichia coli* foram mais baixos, mas sempre presentes. Os resultados inclusive não mantiveram correlação com estações mais quentes, se fazendo presentes por praticamente todo o período.

Por fim, a condutividade das águas ficou registrada entre 46 e 78 $\mu\text{S}/\text{cm}$, conforme com o posicionamento dentro da bacia, e o pH médio foi de 6,80, conforme Gráfico 14, registrado na faixa de 6,0 a 7,1, de acordo com a classe 1 da CONAMA.

Estes dados refletiram diretamente nos resultados de enquadramento das águas, onde 15 dos 18 meses monitorados apresentaram classe 2 e 3, enquanto que apenas em 3 dos meses a classe 1 foi alcançada, respeitando a prospecção dado pelo Plano de Bacia.

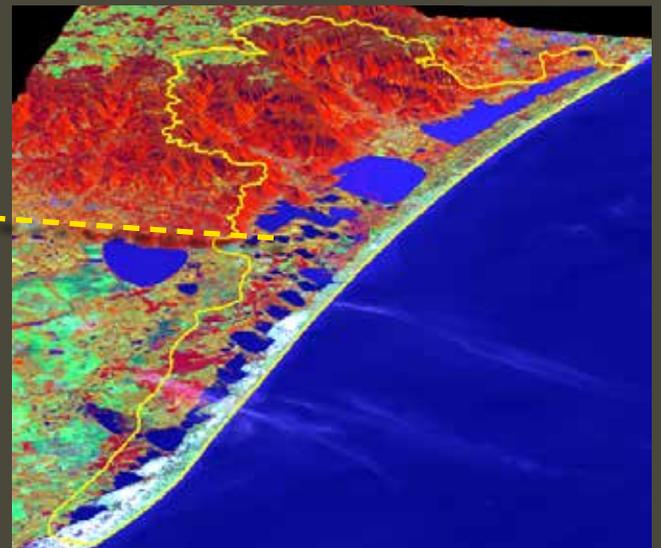
Usando a avaliação pelo cálculo do Índice de Qualidade de Água proposto pela CETESB também foi evidenciado resultados baixos, onde apenas 3 dos 18 meses monitorados resultaram em águas de ótima qualidade, enquanto 14 meses mostraram resultados na faixa boa e o último mês já mostrou involução para classe regular com apenas 50 pontos dos 100 prospectados. A média total do período também foi baixo, 66 pontos, muito distante do ideal.



PONTO DE COLETA

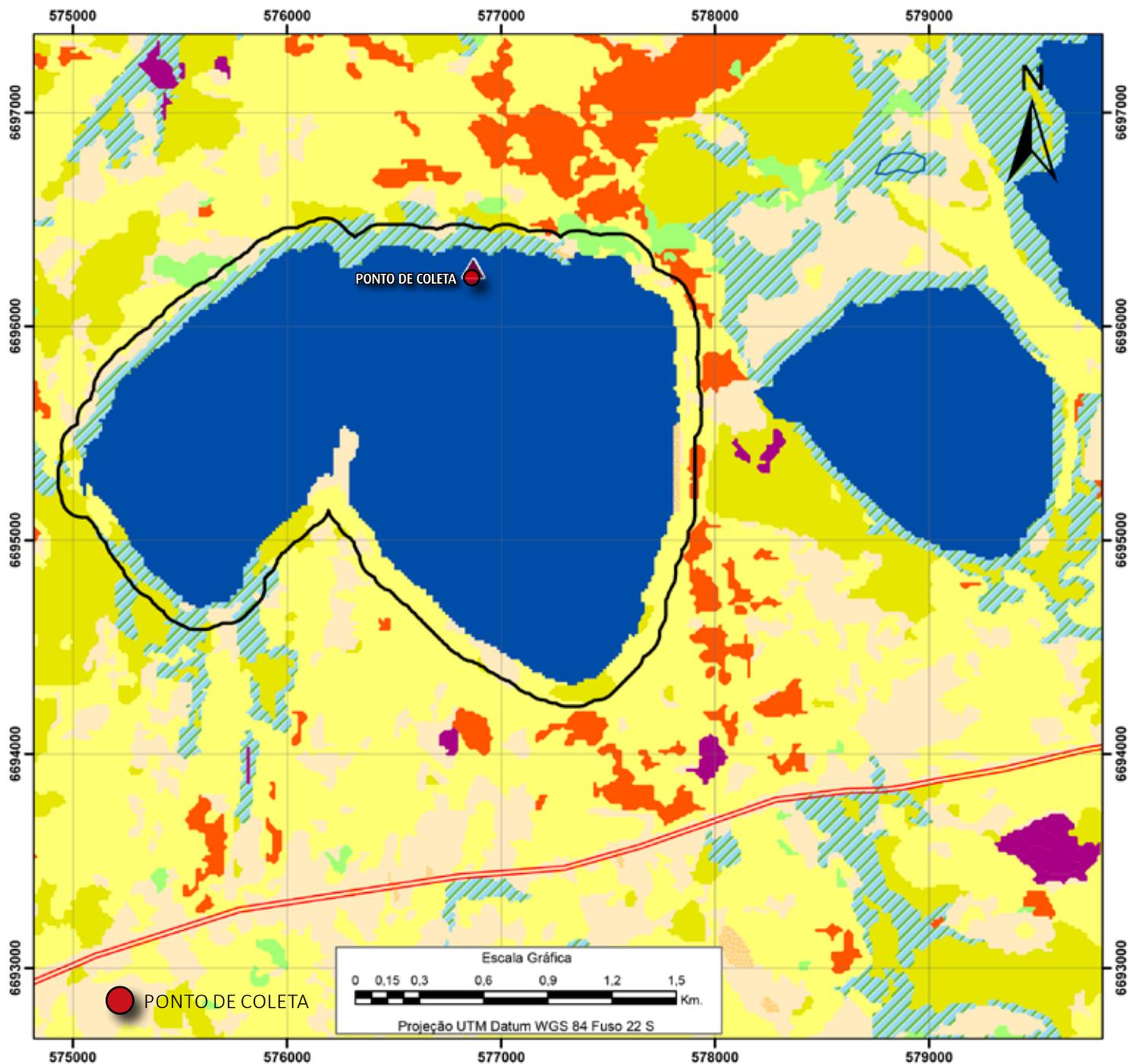


LAGOA CACONDE



LATITUDE	29.860083
LONGITUDE	50.204111
LOCALIDADE	Palmital
MUNICÍPIO	Osório

Uso da terra e cobertura vegetal na Área de Preservação Permanente e entorno da Lagoa Caconde



Legenda

- ! Sedes municipais
-  Oceano
-  Limite da Bacia

Sistema Hídrico

-  Cursos d'água Intermitentes
-  Cursos d'água Perenes

Sistema Viário

-  Estrada Estadual Pavimentada
-  Estrada Federal Pavimentada

Tipos de Uso

-  Floresta Ombrófila Mista
-  Floresta Ombrófila Densa
-  Mata Paludosa
-  Mata Restinga
-  Silvicultura
-  Campo Arbustivo- Potreiro
-  Campo do Planalto
-  Campos Secos
-  Cultivo de Arroz Irrigado
-  Cultivo de Bananas
-  Outros Cultivos Agrícolas
-  Banhados e Áreas Úmidas
-  Dunas
-  Solo Exposto
-  Áreas Urbanas
-  Corpos d'água

Total

	Área (HA)	(%)
Floresta Ombrófila Mista	0	-
Floresta Ombrófila Densa	0	-
Mata Paludosa	0	-
Mata Restinga	12,08	2,47
Silvicultura	0	-
Campo Arbustivo- Potreiro	3,34	0,68
Campo do Planalto	0	-
Campos Secos	37,96	7,78
Cultivo de Arroz Irrigado	0	-
Cultivo de Bananas	0	-
Outros Cultivos Agrícolas	0,99	0,20
Banhados e Áreas Úmidas	28,33	5,80
Dunas	1,46	0,30
Solo Exposto	15,47	3,17
Áreas Urbanas	0	-
Corpos d'água	388,56	79,59
Total	488,19	100,00



Lagoa Caconde, Osório. Janeiro/2016

O mapeamento do uso da terra mostra que a Área de Preservação Permanente, no entorno da Lagoa Caconde, apresenta cultivos agrícolas, solos expostos e poteiros, atividades consideradas ilegais para a margem de 100 m de lagoas. Destaca-se em áreas naturais, os campos secos, banhados e importantes remanescentes de mata de restinga, como aquela situada próxima à lagoa das Traíras (foto abaixo), habitat de espécies de avifauna ameaçadas de extinção.



Descrição da área

A lagoa Caconde está inserida na Área Prioritária para Conservação da Biodiversidade “Áreas Úmidas ao Norte do Rio Tramandaí”, apresentando elementos da Mata de Restinga e campos pampeanos. É uma lagoa abastecida por águas da chuva e lençol freático e suas águas são direcionadas, através de canais e lagoas, para o rio Tramandaí.

O consumo de água é destinado para dessedentação de animais, cultivos agrícolas e residências.



Lagoa Caconde e entorno: manchas avermelhadas são solos expostos para plantio agrícola, manchas verde claro são campos e o verde escuro são remanescente de mata de restinga. Outubro/2006.



Lagoa Caconde e entorno: a mancha verde escuro entre as lagoas Caconde e das Traíras é um importante fragmento de mata de restinga. Janeiro/2016.



Lagoa Caconde e entorno: esta localidade do Palmital abriga uma das populações mais austrais dessa espécie de butiá (*Butia catarinensis*), endêmico das restingas do centro-sul catarinense e litoral norte gaúcho. Setembro/2012.



Lagoa Caconde: em praticamente todo seu perímetro há uma zona de transição para o campo formado por banhados. Agosto/2013.

Resultados e Análises

As águas da Lagoa do Caconde são bastante protegidas pelo relevo que minimiza a ação dos ventos, especialmente de nordeste, os mais comuns. Esta proteção é favorável para algumas variáveis, como por exemplo, a transparência das águas da lagoa, que lhes garantiu turbidez baixíssima e elevada transparência. Considerando ainda que a lagoa é rasa, a penetração de luz é garantida e a fotossíntese ali é efetiva.

Semelhante a Lagoa do Gentil, a Lagoa do Caconde é vegetada em boa parte de seu fundo e essa característica contribui para produção de oxigênio dissolvido naquele ambiente, sendo que as concentrações verificadas estiveram na faixa entre 5,2 e 11,3 mg/L, ligeiramente abaixo dos limites propostos para classe 1, a classe de enquadramento da lagoa.

Sendo rasa, outra característica que sofre influência é a temperatura das águas, que perdem e ganham calor mais facilmente por toda sua coluna de água. Prova disso é que a temperatura do ar no período oscilou entre 14,8 e 29° C, enquanto as águas acusaram temperatura entre 13 e 28° C, vide Gráfico 15, ou seja, o que a atmosfera sente, é transferido completamente para as águas. E esse dado vai influenciar outras variáveis também.

Por exemplo, um dos dados que teve vínculo com as estações foram os coliformes totais que mostraram valores mais elevados na primavera, com média total de 1340 NMP para cada 100 mL. Já a espécie *Escherichia coli* mostrou resultados bem mais baixos, menores que 140 NMP/100 mL.

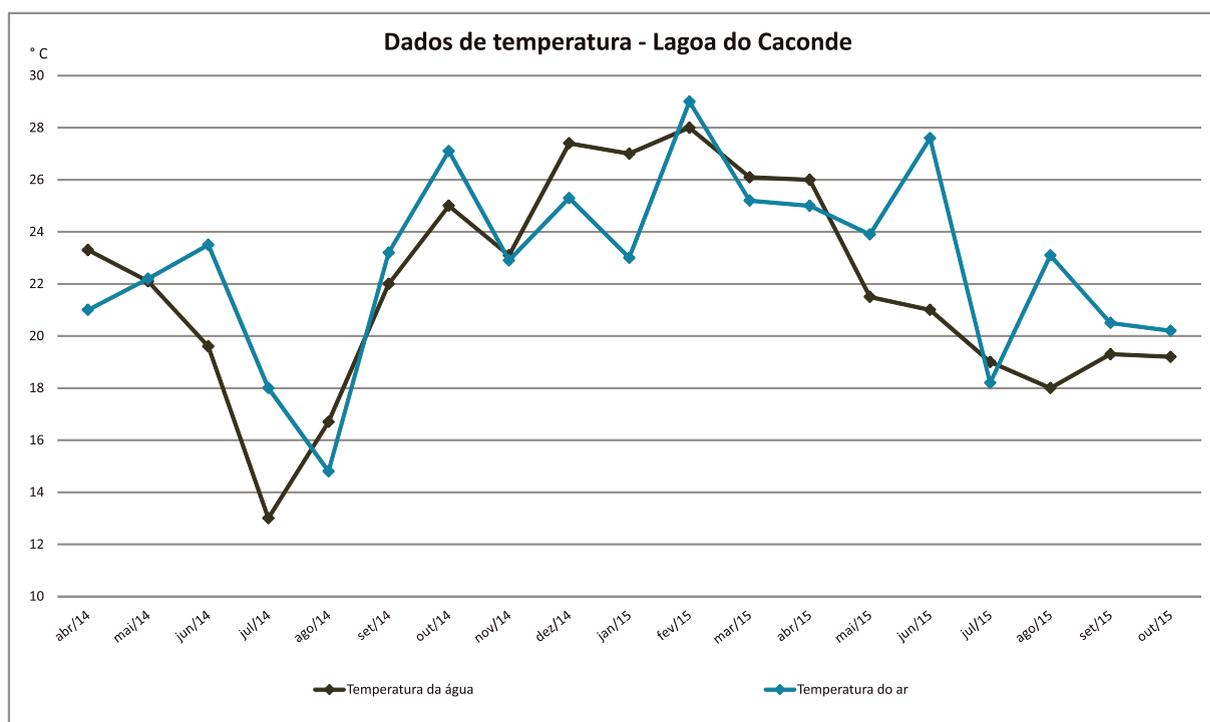


Gráfico 15 – Representação gráfica da evolução das temperaturas da água e do ar registradas durante o período monitorado na Lagoa do Caconde.

O pH das águas é ligeiramente mais baixo em alguns momentos, variando entre 5,6 e 7,2, ainda mais baixo do que a classe 1, que seria a desejável. A condutividade, por tratar-se de um corpo mais isolado e com pouca interação antrópica é baixa, na faixa entre 37 e 63 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Talvez justificado pela intensa vegetação no entorno e fundo da lagoa, a mesma tenha apresentado demanda de oxigênio mais elevada, que por 4 oportunidades excedeu o limite de 3 mg/L. Ainda assim, a floração de algas não ocorreu neste corpo de água, sendo que apenas em um dos meses monitorado a clorofila a passou do limite de 10 $\mu\text{g}/\text{L}$ da classe 1 de água doce proposta pelo CONAMA em 2005.

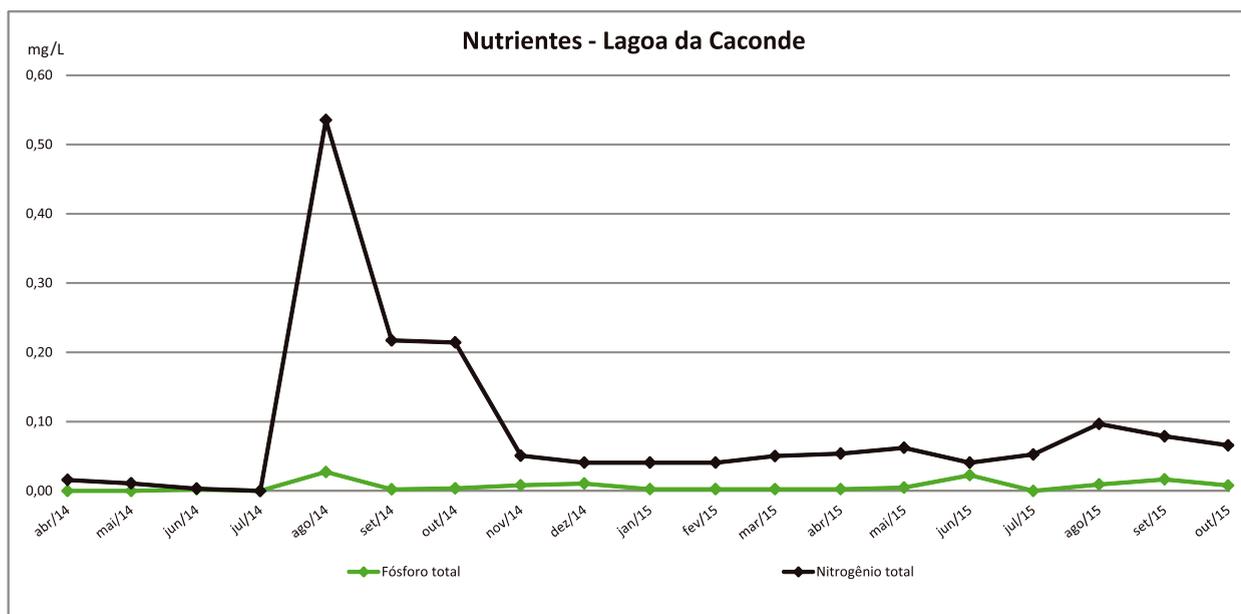


Gráfico 16 – Concentrações de fósforo e nitrogênio totais registrados entre abril/14 e outubro/15, período do monitoramento de águas dentro do Projeto Taramandahy.

Os nutrientes nestas águas foram bastante baixos, tanto para fósforo que ficou abaixo de 0,03 mg/L, como para nitrogênio, que oscilou mas estabilizou valor em aproximadamente 0,10 mg/L, Gráfico 16, o que contribuiu para o não desenvolvimento das algas.

Ambos os indicadores de classe, o enquadramento CONAMA e o Índice de Qualidade da Água da CETESB indicam estabilidade na qualidade das águas da Lagoa do Caconde. O IQA mostrou média de 77 pontos, com variação entre 55 e 90 pontos, sendo que 15 dos 18 meses monitorados apresentaram classe boa de água. E para a questão do enquadramento, a média da classe esteve em 1,7, quando 12 dos 18 meses a classe registrada foi 2 ou maior, acima do desejável.

XANGRI-LÁ

OCEANO ATLÂNTICO

LAGOA DO LESSA

LAGOA CAÇONDE

LAGOA DO PEIXOTO

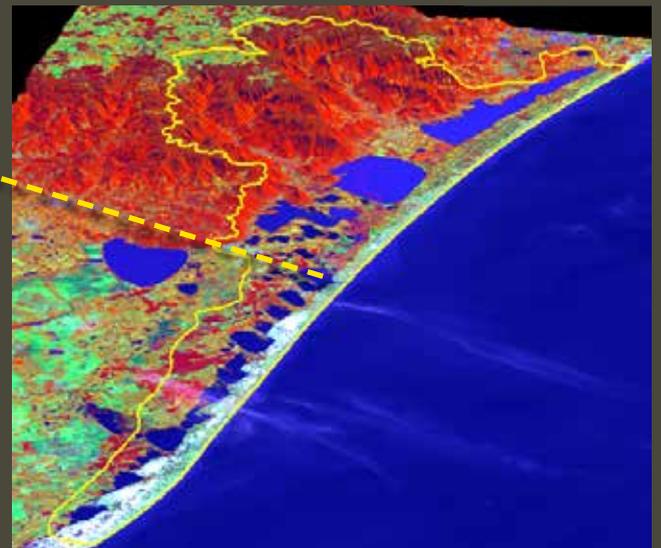


Complexo de lagoas em
Osório. Julho/2013



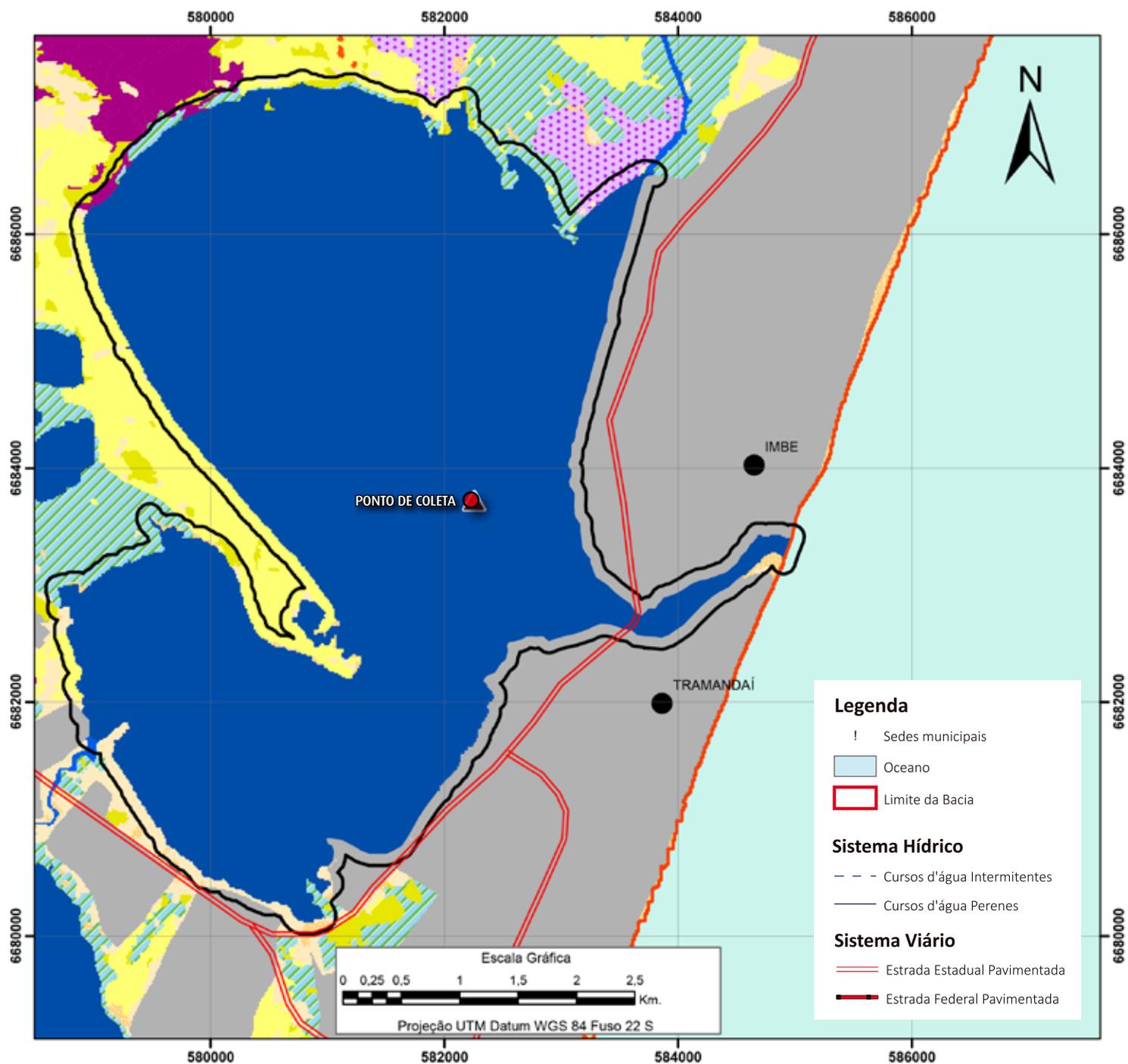


LAGUNA TRAMANDAÍ



LATITUDE	29.974611 S
LONGITUDE	50.147389 W
LOCALIDADE	-----
MUNICÍPIO	Tramandaí/Osório/Imbé

Uso da terra e cobertura vegetal na Área de Preservação Permanente e entorno do Estuário do Tramandaí: Lagunas Tramandaí e Armazém





Tipos de Uso

	Área (HA)	(%)
 Floresta Ombrófila Mista	0	-
 Floresta Ombrófila Densa	0	-
 Mata Paludosa	0	-
 Mata Restinga	12,05	0,46
 Silvicultura	7,72	0,30
 Campo Arbustivo- Potreiro		-
 Campo do Planalto		-
 Campos Secos	89,67	3,43
 Cultivo de Arroz Irrigado	7,17	0,27
 Cultivo de Bananas		-
 Outros Cultivos Agrícolas		-
 Banhados e Áreas Úmidas	55,64	2,13
 Dunas	11,4	0,44
 Solo Exposto	35,23	1,35
 Áreas Urbanas	119,26	4,56
 Corpos d'água	2.274,88	87,06
Total	2.613,02	100,00

Estuário do rio Tramandaí, destacando a silvicultura em primeiro plano, banhados e áreas úmidas (marismas) na margem e corpo d'água e as cidades de Imbé e Tramandaí ao fundo. Janeiro/2016

No estuário do rio Tramandaí as águas doces advindas dos subsistemas norte e sul da bacia hidrográfica encontram as águas salgadas do oceano Atlântico, transformando-se em águas salobras, sedimentos e nutrientes para as lagunas Tramandaí e Armazém e Lagoa da Custódia. A população humana contribui com esgoto não tratado, detectado nas análises microbiológicas. As Áreas de Preservação Permanente no entorno do estuário apresenta irregularidades legais, como as silviculturas, cultivos de arroz e a expansão urbana. As marismas (banhados nas águas salobras) estão bastante reduzidas, sendo encontrados em pouquíssimos pontos.

A foto ressalta a expansão urbana até a beira do canal retificado do rio Tramandaí; ao centro, áreas úmidas com banhados e marismas e a entrada de braços do rio Tramandaí na laguna; e na parte superior, plantios de eucaliptos e o Parque Eólico de Osório. Janeiro/2016



O estuário do rio Tramandaí, juntamente com os do rio Mampituba e Laguna dos Patos, é um dos 3 que ocorrem na Planície Costeira do Rio Grande do Sul e tem como característica principal, a troca e mistura de água doce proveniente do interior com as águas salgadas que adentram pelo canal com a maré e ventos. É, portanto, o destino de materiais carregados pelas águas e sedimentos, sendo que muitos deles se depositam no fundo de areia ou lodo deste ecossistema aquático. Para muitas espécies, como crustáceos, é considerado um berçário, especialmente nos ambientes com vegetação que suporta a salinidade, os marismas. Para os peixes, essa movimentação da água favorece o aumento da diversidade, pois além das espécies residentes e com

ciclo de vida no estuário, possibilita a entrada de visitantes do mar e das águas doces.

As atividades antrópicas impactantes sobre esse ambiente natural são:

- a expansão urbana que drena as áreas úmidas e injeta esgoto não tratado,
- a produção de base química do arroz irrigado,
- a silvicultura com seus plantios homogêneos,
- a pecuária nas margens dos corpos d'água e
- a extração de areia.



Centro urbano de Tramandaí, laguna Armazém, plantios de eucaliptos e extração de areia em Osório. Abril/2014



Laguna Armazém e marismas; ao fundo, o centro de Tramandaí. Março/2014



Área de pesca do camarão na Laguna Armazém.
Março/2014





O estuário é fundamental para a sobrevivência das populações tradicionais de pescadores artesanais. Na foz do rio Tramandaí, uma cultura peculiar foi desenvolvida entre pescadores e golfinhos nariz de garrafa (*Tursiops truncatus*) para a pesca de tainha, registrada no documentário de 2015 "Interação pescador, boto e tainha", produzido pelo Projeto Taramandahy e Coletivo Catarse. Abril/2014



Pesca da tainha com a ajuda do boto nariz de garrafa, na foz do rio Tramandaí. Municípios de Tramandaí e Imbé. Março/2014.



Resultados e Análises

A Laguna do Tramandaí é assim chamada por não ser fechada e ter conexão direta com o oceano. Em vista disso, e muito semelhante à Lagoa do Gentil, sobre alterações repetitivas da cunha salina, a entrada de águas marinhas dentro da laguna.

Entretanto, diferente da Lagoa do Gentil, a Laguna de Tramandaí sofre influência paralela do Rio Tramandaí, de águas doces que traz as características das águas de toda sub-bacia norte. Assim, a salinidade das águas varia bastante, inclusive dentro de um mesmo dia, seja por efeito de vento, de chuvas ou mesmo de marés. A condutividade no ponto monitorado foi de 10 a 8410 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e o pH entre 6,1 e 8,0, conforme Gráfico 17, dentro da faixa limitada para classe 1 salobra conforme Conselho Nacional de Meio Ambiente em sua Resolução nº 357/05.

A salinidade esteve entre 0 e 12,3 ‰ e influencia outros dados como o teor de sulfato e de cloretos, como observado no Gráfico 18, sendo que os resultados estiveram na faixa de 1,5 e 45 mg/L e 13 e 6845 mg/L, respectivamente.

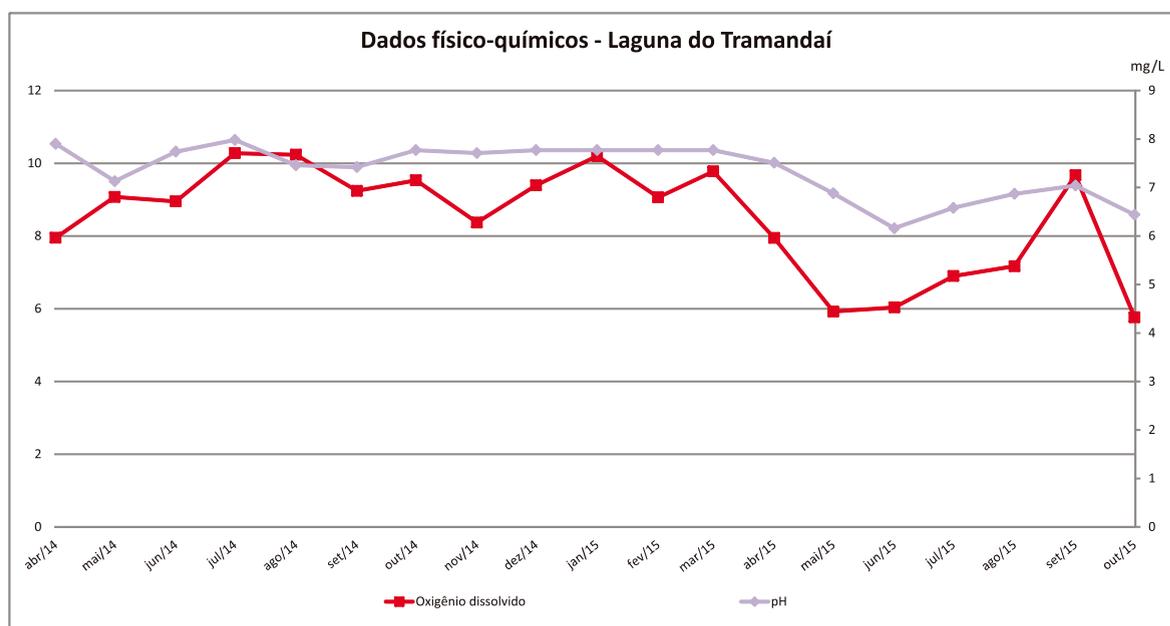


Gráfico 17 – Resultados de oxigênio dissolvido nas águas e pH, na Laguna Tramandaí, coletados entre 2014/2015.

Características como oxigênio dissolvido, a demanda bioquímica de oxigênio e a própria transparência das águas também sofrem alterações pela influência das águas marinhas, sendo que o OD respeita os limites da classe 1, ficando entre 5,8 e 10,3 mg/L, enquanto a DBO_5 alcançou 5,2 mg/L, com média para o período de 1,6 mg/L. Já a transparência está fortemente ligada com a característica das águas, e visualmente é evidente que quando o estuário, do qual a Laguna do Tramandaí faz parte, se enche de água marinha estas ficam límpidas e com transparência completa, muitas vezes. Já quando o rio transfere muito de suas águas para laguna, estas são turvas e com características lodosas, visto que o rio Tramandaí, assim como muitos outros, carregam cargas e cargas de sedimentos bacía abaixo.

As águas tiveram temperaturas registradas entre 17 e 28,5° C e as mesmas também sofreram influência das cargas à montante no que diz respeito aos nutrientes. Para fósforo, foi observada ampla variação demonstrando concentrações desde 0 até 0,43 mg/L, mas sendo a média para o período de apenas 0,06 mg/L. Já para nitrogênio, limitante na questão de desenvolvimento das algas, o mesmo apresentou um crescente a partir de outubro/14 com pico em 0,21 mg/L, estando o elemento com valores médios de 0,05 mg/L para o período.

Embora baixos os valores de nitrogênio e fósforo, algas foram registradas desde este pico de nitrogênio mencionado acima, indo e voltando, inclusive pelas oscilações de salinidade das águas naquele ambiente.

Quanto à microbiologia deste ponto, se verificou valores elevados para coliformes totais, média de 1620 NMP para cada 100 mL, entretanto não estando vinculado a períodos quentes ou estações. A *Escherichia coli* mostrou números mais baixos, com média de 60 NMP/100 mL no período, mas chegando a alcançar 328 NMP/100 mL em junho/14.

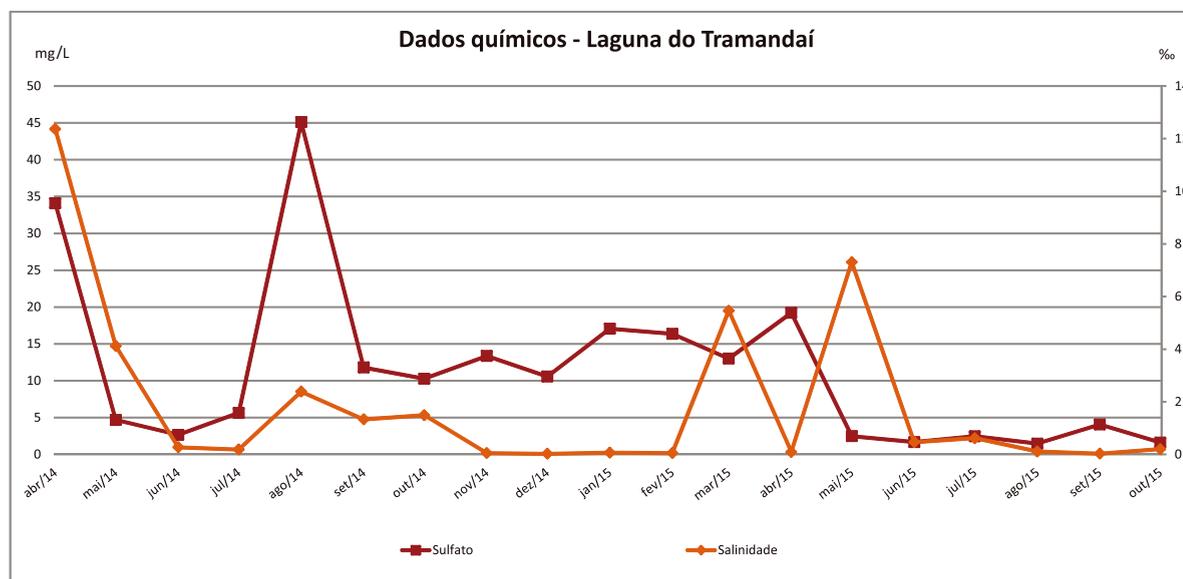


Gráfico 18 – Variações nas concentrações de sulfato e na salinidade das águas da Laguna Tramandaí registradas durante o Projeto Taramandahy em seu monitoramento de qualidade das águas.

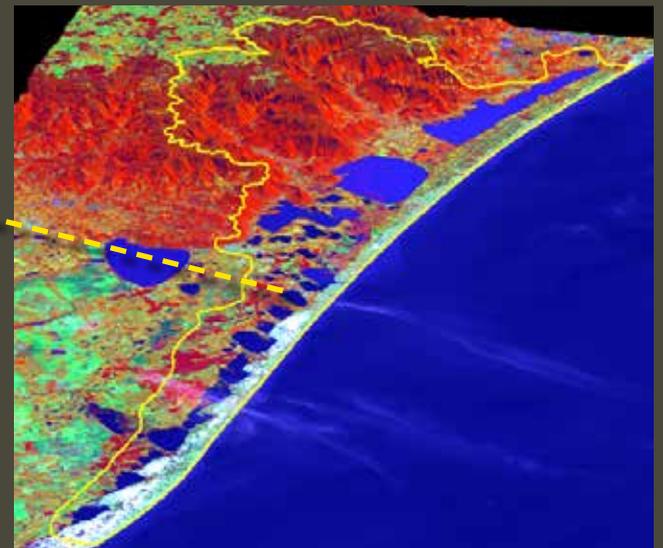
De acordo com este dados mensais, foi possível verificar que a classe de enquadramento das águas da Laguna Tramandaí estiveram entre 1 e 3, sendo que 78% dos casos excedeu a classe 1, que seria a desejável.

Já avaliando um conjunto de variáveis contidas no monitoramento, o IQA médio das águas foram de 70 pontos de um total de 100, entretanto variando bastante entre 52 e 95 pontos, que seria classe boa e ótima, respectivamente.



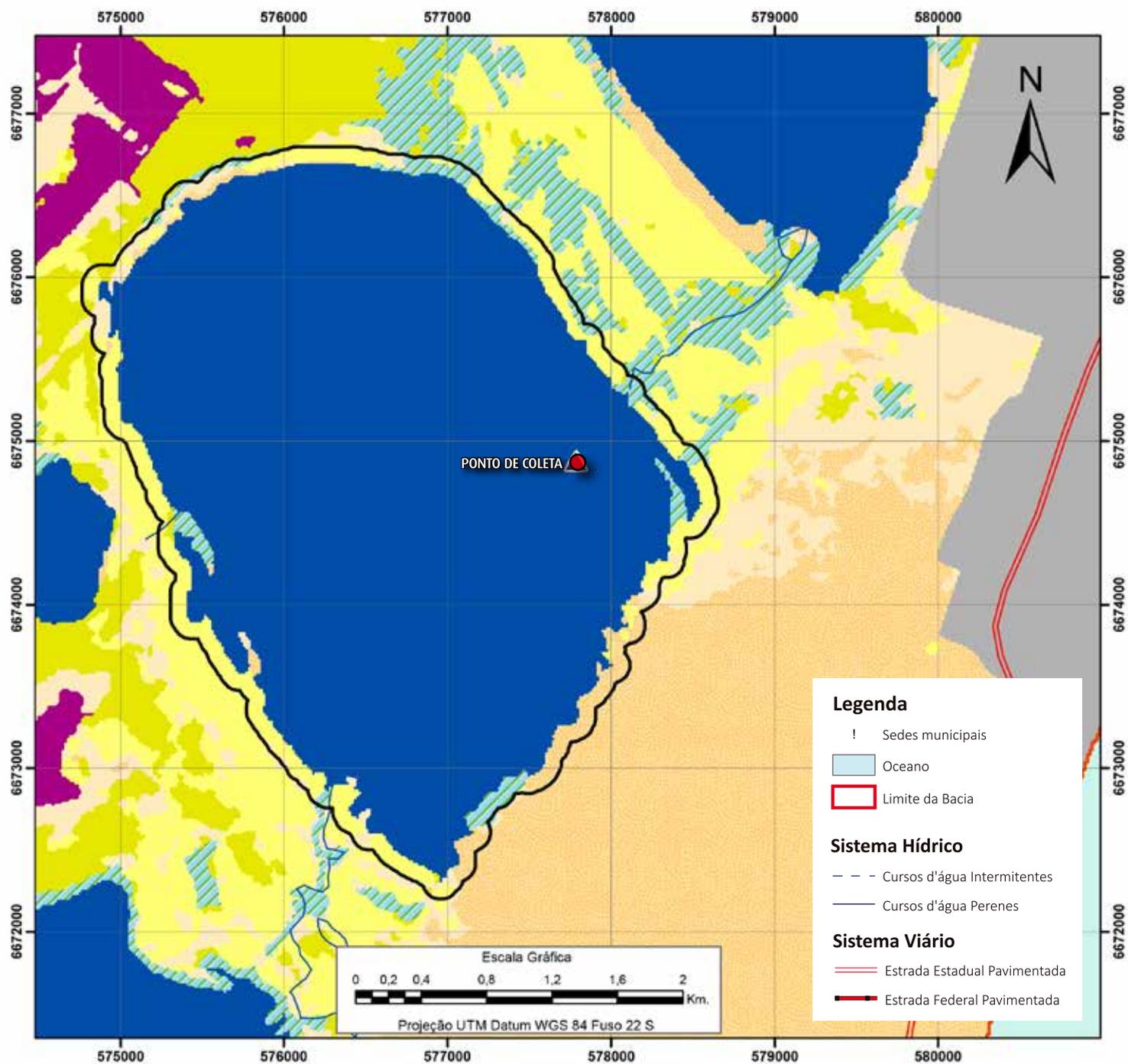


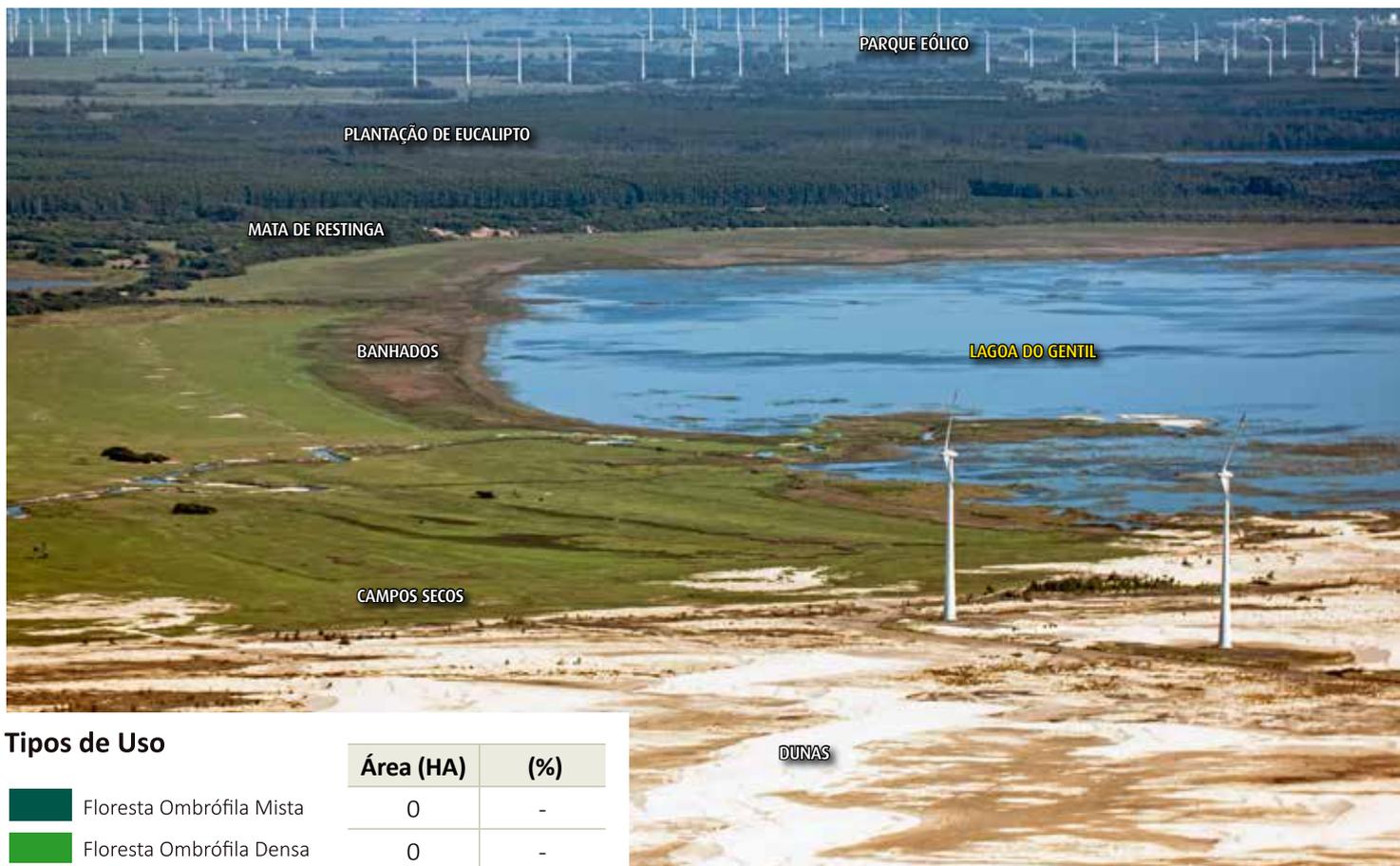
LAGOA DO GENTIL



LATITUDE	30.054694 S
LONGITUDE	50.193083 W
LOCALIDADE	Jardim do Éden
MUNICÍPIO	Tramandaí

Uso da terra e cobertura vegetal na Área de Preservação Permanente e entorno da Lagoa do Gentil





Tipos de Uso

	Área (HA)	(%)
Floresta Ombrófila Mista	0	-
Floresta Ombrófila Densa	0	-
Mata Paludosa	0	-
Mata Restinga	3,21	0,29
Silvicultura	0	-
Campo Arbustivo- Potreiro	0	-
Campo do Planalto	0	-
Campos Secos	81,48	7,28
Cultivo de Arroz Irrigado	0	-
Cultivo de Bananas	0	-
Outros Cultivos Agrícolas	0	-
Banhados e Áreas Úmidas	26	2,32
Dunas	24,75	2,21
Solo Exposto	16,86	1,51
Áreas Urbanas	0	-
Corpos d'água	967,19	86,40
Total	1119,49	100,00

Margem oeste e parte norte da lagoa do Gentil, destacando-se os diversos usos da terra e cobertura vegetal em seu entorno. Janeiro/2016

A cobertura vegetal na Área de Preservação Permanente da Lagoa do Gentil encontra-se bem conservada, sendo ocupada por dunas na porção leste e sudeste; campos secos, áreas úmidas banhados ao redor de toda lagoa; e manchas de mata de restinga, principalmente a noroeste e norte.



A Área de Preservação Permanente da Lagoa Gentil situa-se ao longo de todo seu perímetro, em um raio de 100 m. Entretanto, as funções que os usos da terra desempenham além dessa protegida legalmente, como monocultivos de eucalipto e expansão urbana sem o devido saneamento básico, são fatores de risco para esse frágil ecossistema aquático.

Foto: Andrés Martin Flores. Tramandaí, novembro/2011.

Sobre campos, banhados e dunas,
próximas ao Parque Eólico de
Tramandaí Sul, a espécie invasora
pinus vem se alastrando nos
últimos anos. Janeiro/2016



Lagoa do Gentil, próximo ao ponto de
coleta de dados para o monitoramento
da qualidade da água. Ao fundo, o
Parque Eólico e os pinus invadindo as
dunas Abril/2011



Resultados e Análises

A Lagoa do Gentil tem uma propriedade importante, que é a sua salinidade em virtude de sua localização geográfica. Esta influência marinha altera em parte as demais características das águas da lagoa, desde atributos químicos, também físicos e ecológicos. A fauna e a flora podem ser mais diversificadas, uma vez que este corpo hídrico oscila entre uma lagoa de águas doces e em outros momentos de águas salobras.

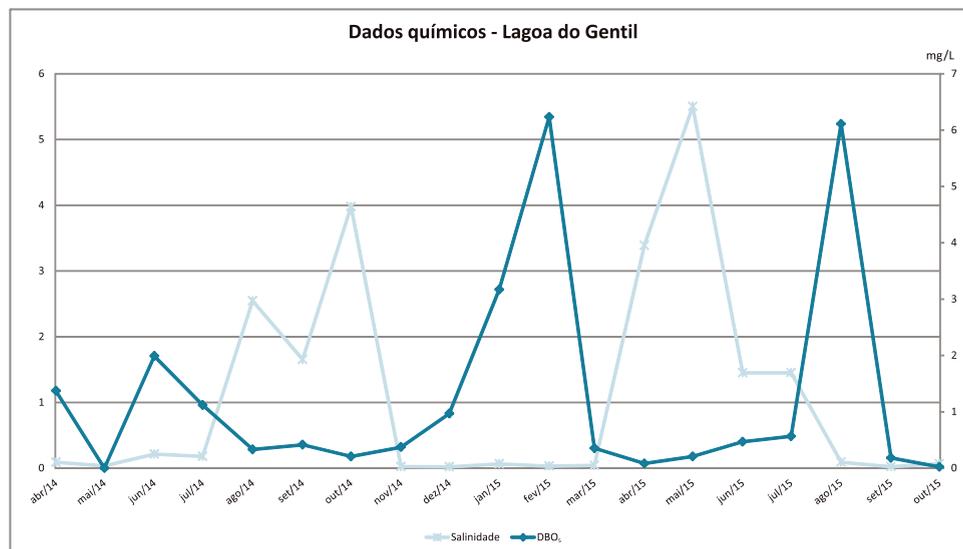


Gráfico 19 – Variação da salinidade e DBO5 durante o período de amostragem na Lagoa do Gentil

Partindo do princípio de que as águas marinhas apresentam maior quantidade de sais dissolvidos quando comparados às águas doces, a faixa de condutividades registrada para as águas da Lagoa do Gentil variaram entre 49 e 1433 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Da mesma forma, a salinidade média neste ponto foi de 1,1 ‰, chegando a alcançar 5,5 ‰, conforme Gráfico 19. Em algumas oportunidades, devido à baixa repentina na salinidade das águas, inclusive por motivo de chuvas intensas, desencadearam um processo de morte das plantas ali estabelecidas, visto o limite de tolerância de sobrevivência das mesmas. O mesmo pode ocorrer com a fauna, já que os animais também apresentam faixa de sobrevivência conforme algumas características do ambiente.

Ainda, este processo de morte de plantas e mudanças pela “troca” das águas devido a fatores como mencionado acima, coincidiram com período de maior demanda de oxigênio, o que seria o esperado, já que a morte dos vegetais disponibiliza ali matéria orgânica, que é oxidada pelo oxigênio disponível nas águas. Quando em pequena escala, o ambiente equaliza este processo e se recupera facilmente, entretanto se somado a isto houvesse uma entrada de esgoto ou outras cargas orgânicas, por exemplo, de rios, o equilíbrio poderia demorar a ser retomado. No período, por três oportunidades a DBO_5 excedeu a faixa de 3 mg/L.

Outra característica é a baixa profundidade da lagoa, com média de 1,5 metros, que lhe permite, também pela baixa turbidez, uma penetração de luz completa. Possivelmente, esta característica é a justificativa para que haja o registro de macrófitas (plantas aquáticas) por toda área da lagoa, inclusive de diferentes espécies.

Por sua vez, esta vegetação submersa, somada à insolação, favorece o processo de fotossíntese que insere ali oxigênio, contribuindo positivamente para todo o sistema. Prova disso é a média de OD no período que foi de 8,3 mg/L, chegando a concentrações de 11,3 mg/L. Entretanto, este efeito é minimizado por outras características do próprio local, como a elevação das temperaturas favorecida pela pequena lâmina de água mencionada anteriormente. A faixa de temperatura das águas no período foi de 14,8° a 29° C, e esta tem efeito direto nas concentrações do oxigênio nas águas já que o mesmo trata-se de um gás e é perdido para atmosfera com o aquecimento das águas, prejudicando a vida local.

Os resultados de pH estiveram dentro da faixa proposta para classe 1, vide Gráfico 20, de amostras salobras, sendo 6,3 e 8,0, assim como estiveram de acordo as concentrações tanto de fósforo como de nitrogênio. A média de coliformes totais esteve na faixa de 950 NMP para cada 100 mL, entretanto para *Escherichia coli* foram bem mais baixos os resultados, não chegando a alcançar 10 NMP/100 mL.

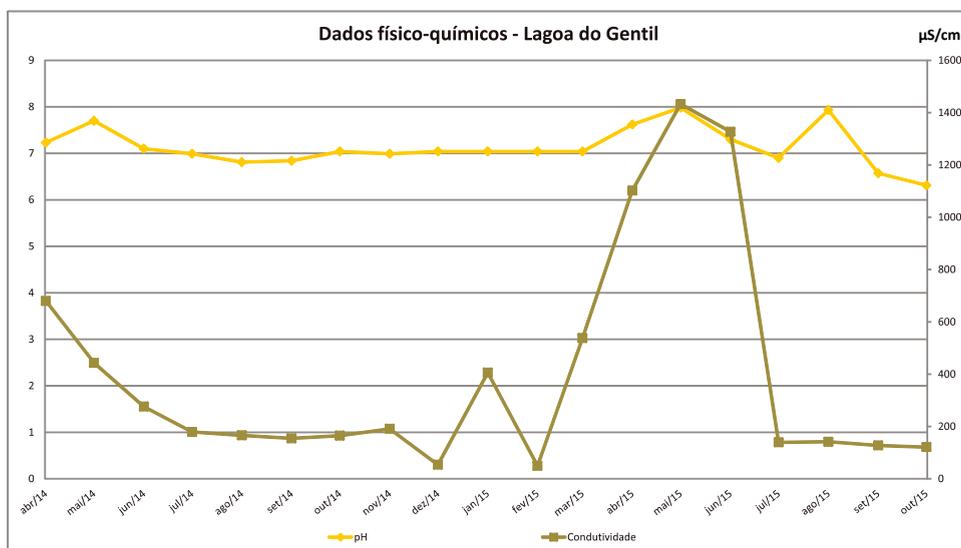


Gráfico 20 – Variação do pH e condutividade durante o período de amostragem na Lagoa do Gentil

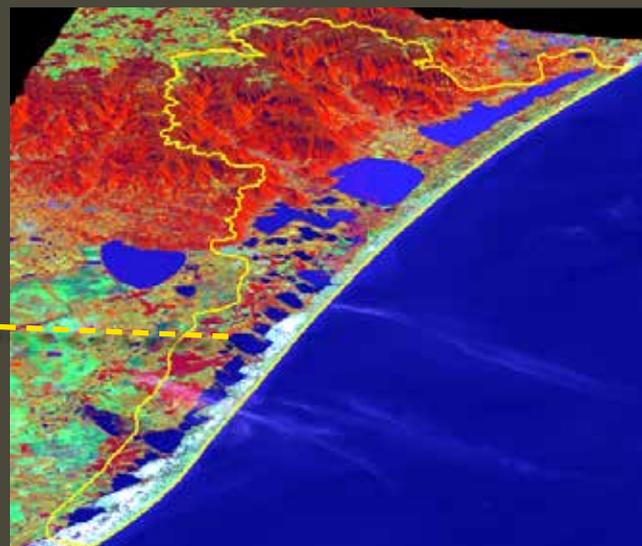
Avaliando os dados individualmente conforme Resolução nº 357, a média de classe que a lagoa do Gentil apresentou neste período foi 1,7, variando entre classe 1 e 3, indicando boa melhora de abril/14 para cá. Entretanto, já não a mesma perspectiva obtida via avaliação IQA, que mostrou águas com qualidade na faixa entre 52 e 94 pontos, média de 71 pontos e estabilidade nos resultados, sem melhora evidente.



PONTO DE COLETA

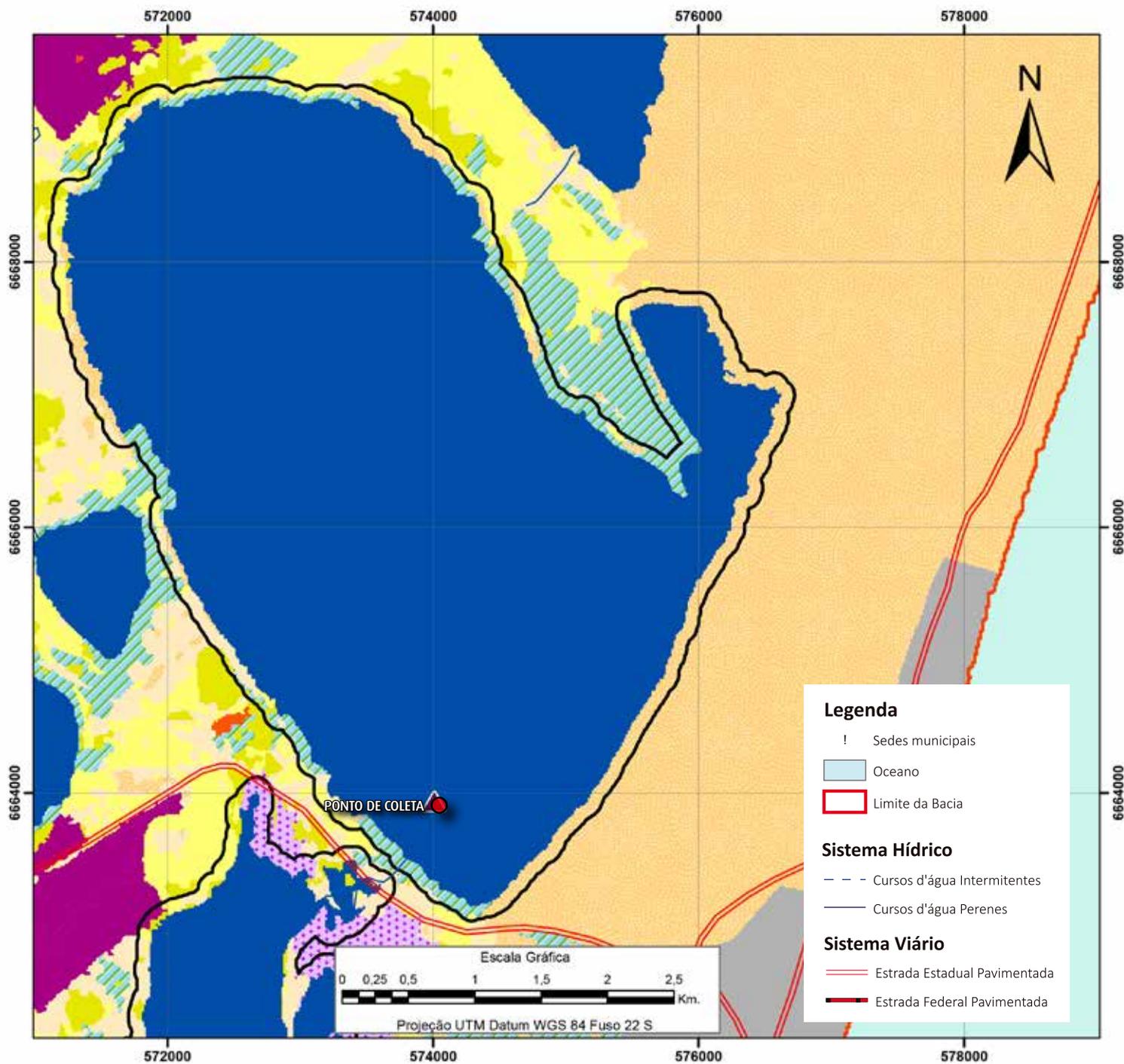


LAGOA FORTALEZA



LATITUDE	30.153667 S
LONGITUDE	50.101194 W
LOCALIDADE	-----
MUNICÍPIO	Cidreira

Uso da terra e cobertura vegetal na Área de Preservação Permanente e entorno da Lagoa Fortaleza



A Área de Preservação Permanente ao longo da borda da Lagoa Fortaleza está bem conservada, apresentando os ecossistemas típicos dessa porção da planícies costeiras no Rio Grande do Sul; dunas na porção leste, áreas úmidas e banhados ao longo de sua borda, campos secos em parte do quadrante norte e manchas de restinga no norte e oeste. Destaca-se uma comporta precária que regula o fluxo na direção da Laguna Armazém e o bombeamento de água para lavouras de arroz, inclusive para a vizinha bacia do Litoral Médio.



Campos secos em primeiro plano e mata de restinga ao fundo. Junho/2014



Banhados e áreas úmidas em primeiro plano e mata de restinga ao fundo. Junho/2014



Banhados e áreas úmidas em primeiro plano, lagoa Fortaleza e dunas costeiras ao fundo. Setembro/2015

Tipos de Uso

	Área (HA)	(%)
 Floresta Ombrófila Mista	0	-
 Floresta Ombrófila Densa	0	-
 Mata Paludosa	0	-
 Mata Restinga	6,03	0,29
 Silvicultura	0	-
 Campo Arbustivo- Potreiro	0	-
 Campo do Planalto	0	-
 Campos Secos	32,33	1,57
 Cultivo de Arroz Irrigado	0	-
 Cultivo de Bananas	0	-
 Outros Cultivos Agrícolas	0	-
 Banhados e Áreas Úmidas	77,2	3,74
 Dunas	96,21	4,66
 Solo Exposto	21,41	1,04
 Áreas Urbanas	0	-
 Corpos d'água	1830,04	88,70
Total	2063,22	100,00

Descrição da área

Os usos da terra na região da Lagoa Fortaleza são principalmente a produção de arroz, a ocupação urbana pelo município de Cidreira e também pela silvicultura, especialmente de eucalipto. As dunas são áreas utilizadas para diversão humana, com carros de tração 4x4 e motos. A vegetação da região é pioneira, sob influência lacustre e marinha e os ecossistemas remanescentes estão representados pelas dunas, matas de restinga, áreas úmidas (incluindo banhados) e campos pampeanos.

Os usos da água da lagoa Fortaleza destinam-se ao abastecimento público para a cidade de Cidreira, prioridade número um em caso de conflitos por disponibilidade de água. Porém, outros usos são importantes nesse manancial, entre eles a irrigação de arroz, tanto na bacia do Rio Tramandaí quanto para a vizinha Bacia do Litoral Médio, que recebe águas através de bombeamento. Além disso, a pesca e o lazer, incluindo o impactante jet ski, são outros usos importantes desta bela lagoa águas claras e rodeada de dunas. O uso de jet ski é responsável por perturbações no ambiente natural, causando erosão nas margens dos canais, liberando óleos e fumaças oriundos da queima de hidrocarbonetos.

A foto aérea ilustra os diversos usos da terra, cobertura vegetal e pontos de conflito pelo uso da água (barragem e transposição de bacia). Janeiro/2016



BOMBEAMENTO E CANAL DE
TRANSPOSIÇÃO DE BACIA

OSÓRIO

RESTINGA

BARRAGEM E CANAL DE LIGAÇÃO
COM A LAGOA MANUEL NUNES

LAGOA FORTALEZA

 PONTO DE COLETA

ÁREA DE LAZER

RS 786

EUCALIPTO

Uma pequena comporta, em área particular e que regula as águas que fluem para a lagoa Manuel Nunes, em direção a foz do Rio Tramandaí, encontra-se em estado precário de conservação, sendo gerenciada pelo Comitê da Bacia do Rio Tramandaí. Observa-se também que nesta barragem o mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*), espécie de molusco invasora de preocupação mundial, já é registrado. Duas vezes por ano, a comporta é operada, para liberar ou barrar as águas para manutenção do nível, o

que minimiza cheias em bairros de Balneário Pinhal (Figueirinha) e Cidreira e garante água para abastecimento público e irrigação. Entretanto, há conflito de interesses com os pescadores da região. Este conflito encontra-se ainda sem solução no Ministério Público Estadual, Comarca de Tramandaí. O Comitê da Bacia almeja que uma nova barragem seja construída, uma vez que se o risco hoje existente de colapso se concretizar, as áreas a jusante podem sofrer consequências danosas pelo fluxo de água.



Canal de transposição , drenando água da lagoa Fortaleza para a Bacia do Litoral Médio. Janeiro/2016



Barragem da lagoa Fortaleza. Setembro/2015



Canal de ligação entre a lagoa Fortaleza e a Manuel Nunes, onde localiza-se a barragem. Janeiro/2016



Pranchas da barragem colonizadas por mexilhão dourado. Junho/2014



Importantes remanescentes naturais no entorno da lagoa Fortaleza: dunas, banhados, campos e matas de restinga. Janeiro/2016



Resultados e Análises

Durante o monitoramento da qualidade das águas, realizado entre abril/14 e outubro/15, a Lagoa da Fortaleza se destacou por uma oscilação nas temperaturas de suas águas que registraram 15° C durante o inverno e 30° C durante o verão, Gráfico 21, assim como na microbiota de coliformes totais. Os valores médios estiveram em 980 NMP/100 mL, número importante mesmo para uso recreativo. Quanto à *Escherichia coli*, organismo classificado como indicador de contaminação fecal por animais de sangue quente, registrou número mais baixo, estando ainda dentro de um padrão de boa qualidade de água, conforme Resolução nº 274 do Conselho de Meio Ambiente.

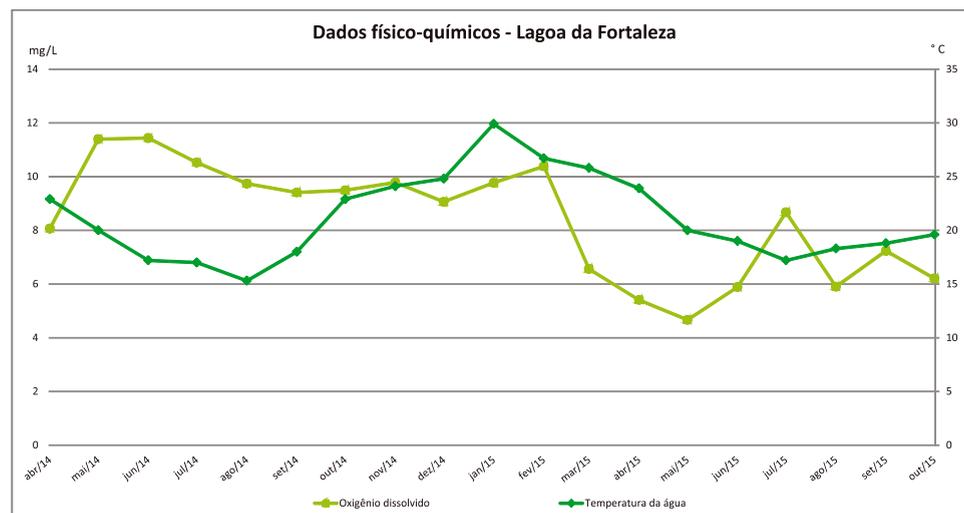


Gráfico 21 – Evolução da temperatura observada na Lagoa Fortaleza durante o monitoramento do Projeto Taramandahy.

A Lagoa da Fortaleza demonstrou baixos índices de turbidez e maior transparência devida ao seu sedimento ser caracteristicamente arenoso em boa parte desta e, sendo mais funda, a influência dos ventos não faz revolver com frequência o fundo da lagoa. A luminosidade que penetra nas águas permite um potencial fotossintético maior e pode ter contribuído, somado ao efeito de ventos, para oxigenação das águas durante boa parte do monitoramento, embora alguns meses tenhamos observado valores abaixo de 6 mg/L, proposto para Classe 1 na Resolução CONAMA nº 357.

Também para Classe 1, a faixa de pH teria de estar entre 6 e 9, sendo que registramos a faixa de 6,3 e 7,5 para a Lagoa da Fortaleza, estando dentro do esperado, assim como os teores de nitrogênio. Entretanto, a resolução é bastante flexível quanto aos teores de nitrogênio, o que pode ser considerada uma falha, pois os efeitos ecológicos não são considerados pela mesma visto que combinado com outros compostos, estes podem ser prejudiciais ao ambiente mesmo em valores considerados abaixo da classificação CONAMA.

Não foram observados florações ou desenvolvimento mais expressivo de algas nesta lagoa, tendo como resultado máximo para clorofila 10,17 µg/L, em um episódio isolado. Possivelmente, porque as concentrações de fósforo e ortofosfato tenham sido bastante baixas e combinadas com nitrogênio não propiciaram condições para um *bloom*.

É possível identificar que fortes contribuidores de comprometimento da qualidade das águas são nutrientes como fósforo e nitrogênio, assim como o alto consumo de oxigênio do ambiente, expressa pela DBO₅, as baixas concentrações de oxigênio disponíveis para fauna e flora locais, e ainda a carga microbiológica daquele corpo hídrico.

Considerando isso, a Lagoa da Fortaleza demonstrou oscilações na qualidade de suas águas no que diz respeito ao enquadramento proposto na Resolução nº 357, tendo média de classe de 1,6 para o período, quando o esperado seria classe 1, sendo inclusive registrado períodos de classe 3, o que demonstra o comprometimento da mesma.

Se avaliada pelo Índice de Qualidade de Água, o IQA, a Lagoa da Fortaleza mostrou-se também em oscilação, registrando índice na faixa de 56 a 81 pontos com média de 69 pontos, conforme Gráfico 22, que lhe confere qualidade boa, em uma escala de 1 a 100.

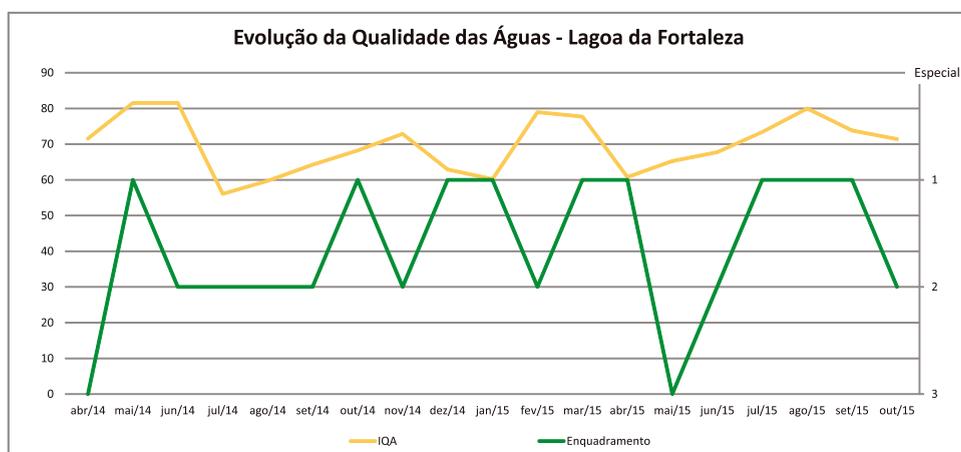


Gráfico 22 – Variação da Qualidade da Água de acordo com critérios CONAMA e IQA.

Por fim, algumas análises de metais foram realizadas e detectaram teores de cádmio, cromo, chumbo e mercúrio, tanto nas águas, como no sedimento e no pescado. O destaque negativo são as concentrações de mercúrio que foram elevadas nestas três matrizes, inclusive excedendo limites de qualidade e prevenção, como da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB e de órgãos internacionais que ditam valores de referência para contaminantes, como o Conselho Canadense de Meio Ambiente.

O mercúrio é reconhecido carcinógeno, indutor de malformações fetais e que se bioacumulam e biomagnificam, ou seja, significa que no organismo são mais rapidamente adquiridos do que eliminados, se acumulando, e isso se explica a cada nível da cadeia trófica.

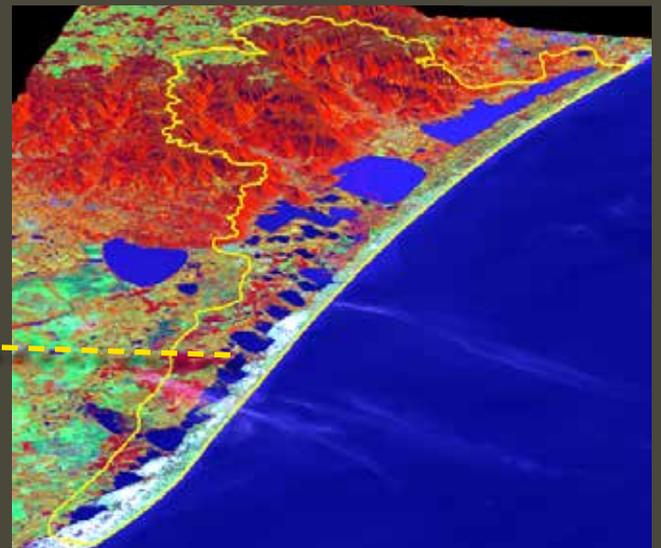


PONTO DE COLETA

PONTO DE COLETA



LAGOA CIDREIRA



LATITUDE	30.174028 S
LONGITUDE	50.247611 W
LOCALIDADE	Camping Clube da Lagoa
MUNICÍPIO	Cidreira



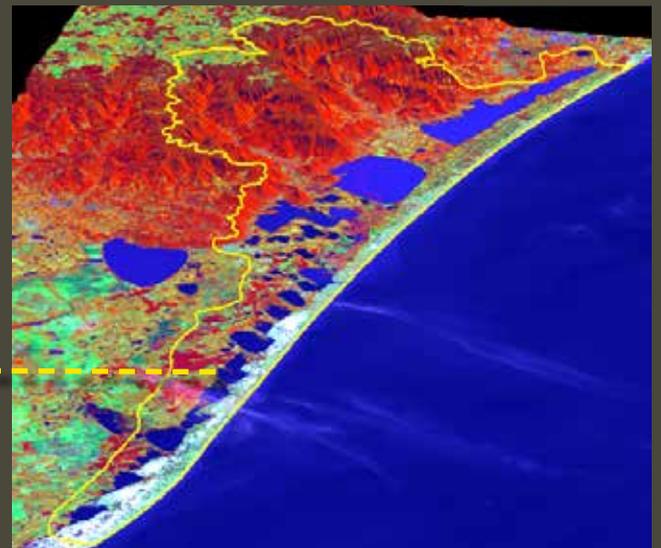
PONTO DE COLETA ●

PONTO DE COLETA ●



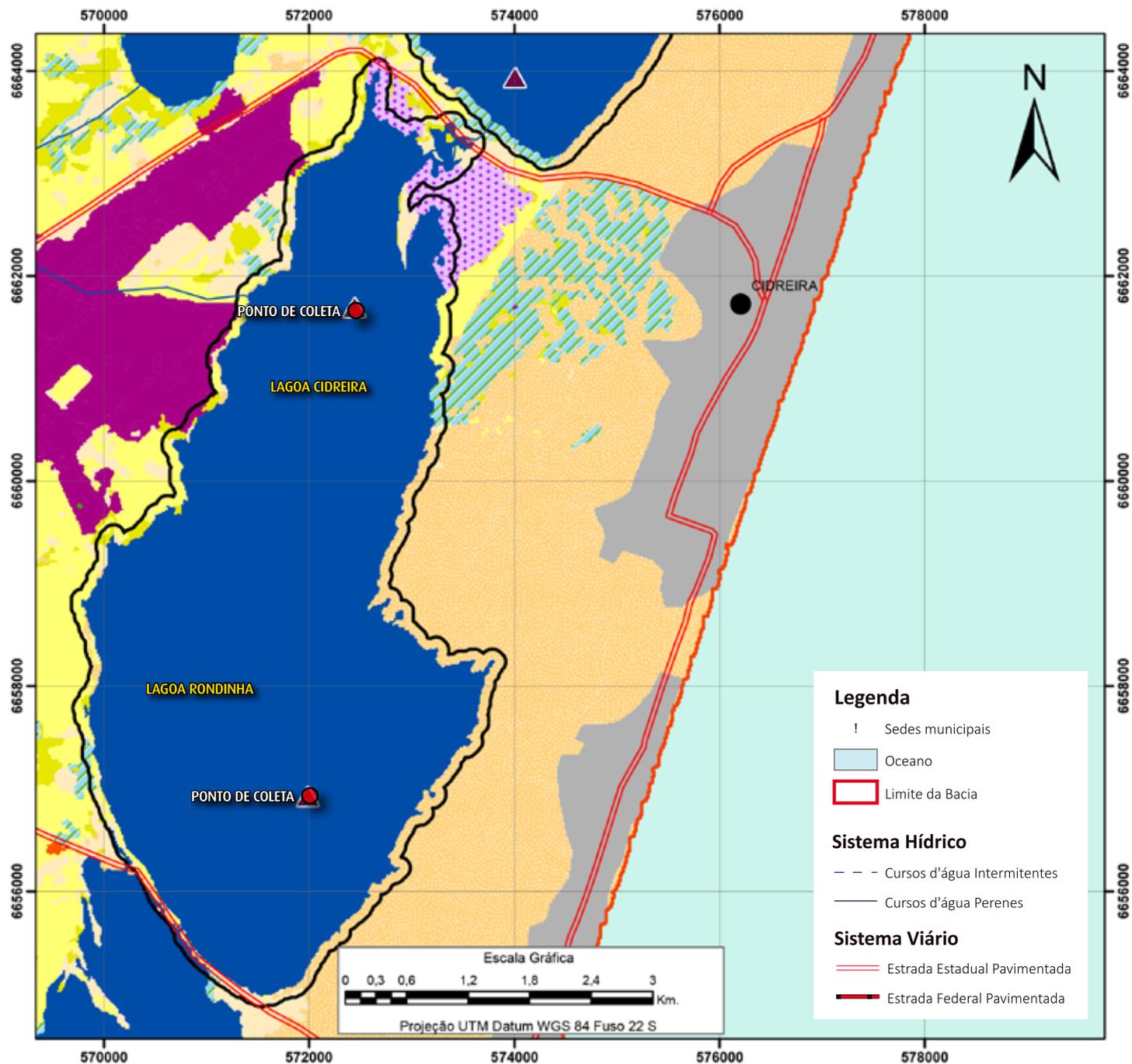


LAGOA RONDINHA



LATITUDE	30.217056 S
LONGITUDE	50.252001 W
LOCALIDADE	-----
MUNICÍPIO	Balneário Pinhal

Uso da terra e cobertura vegetal na Área de Preservação Permanente e entorno das Lagoas Cidreira e Rondinha





Tipos de Uso

	Área (HA)	(%)
Floresta Ombrófila Mista	0	-
Floresta Ombrófila Densa	0	-
Mata Paludosa	0	-
Mata Restinga	17,94	0,81
Silvicultura	8,57	0,39
Campo Arbustivo- Potreiro	0	-
Campo do Planalto	0	-
Campos Secos	62,34	2,82
Cultivo de Arroz Irrigado	35,74	1,62
Cultivo de Bananas	0	-
Outros Cultivos Agrícolas	0	-
Banhados e Áreas Úmidas	10,84	0,49
Dunas	98,17	4,44
Solo Exposto	49,64	2,25
Áreas Urbanas	0	-
Corpos d'água	1.925,47	87,18
Total	2.208,71	100,00

As lagoas Cidreira e Rondinha são duas denominações do mesmo corpo de água. A Área de Preservação Permanente no entorno da lagoa Cidreira e Rondinha tem sua maior parte coberta por dunas e campos secos. Porém, a área ocupada por arroz (35,74ha), ao norte, e solos expostos (49,64ha) é significativa na medida em que esta atividade produtiva é grande consumidora de água, de agrotóxicos e fertilizantes químicos e, conseqüentemente, tem influência na disponibilidade de água e em sua qualidade.

Na porção sul, este corpo recebe o nome de Lagoa da Rondinha. Observando-se a fotografia, é possível identificar um banco de sedimentos que está sendo colonizado por juncos, em um processo de divisão do corpo d'água.

O entorno das lagoas Cidreira e Rondinha apresenta características marcantes nos usos da terra: a leste, dunas e suas diversas feições (dunas móveis, dunas fixas, baixadas úmidas) e a urbanização das cidades de Cidreira e Balneário Pinhal que avança sobre estas áreas arenosas. Ao norte, a produção de arroz ocupa uma porção de terra e bombeia água da lagoa para irrigação. A oeste, é expressiva a silvicultura de eucalipto. Ao sul, um canal conduz as águas das lagoas austrais da bacia para a lagoa Rondinha, atravessando a rodovia RS 040 (foto abaixo).



Zona de banhados, área de transição do ecossistema aquático para o terrestre.
Lagoa Rondinha. Março/2013



Outro uso importante da água neste corpo de água é para o lazer, especialmente no verão, quando a densidade humana aumenta significativamente sem o devido tratamento dos dejetos e, além disso, com uso indiscriminado e indisciplinado de jet ski. Ambas atividades são potencialmente degradadoras da qualidade da água.

Lagoa Rondinha: a proximidade com a região metropolitana de Porto Alegre atrai muitos veranistas para a região, fator preocupante para a qualidade das águas, uma vez que o saneamento básico não acompanha esse fluxo. Outubro/2012.



A prática de esportes náuticos limpos tem sido incentivada desde a fase I do Projeto Taramandahy, como uma possibilidade de desfrutar do ambiente natural sem causar degradação. Lagoa Rondinha. Março/2013



Zona de banhados, área de transição do ecossistema aquático para o terrestre. Lagoa Cidreira. Abril/2011



Resultados e Análises - Lagoa Cidreira

A Lagoa da Cidreira também é uma lagoa rasa, não tanto quanto Passo e Gentil, mas a média de profundidade é da faixa de 2 metros o que deve ter contribuído para transferência de calor atmosfera-água já que a faixa de temperatura das águas ficou na faixa de 15 e 30° C, bastante elevada.

As concentrações de oxigênio dissolvido sofrem por estas subidas e descidas de temperaturas das águas, inclusive expressando uma faixa ampla de oxigênio entre 5,4 e 11,5 mg/L, Gráfico 23. Este tipo de alteração também afeta fauna e flora locais, inclusive a disponibilidade de oxigênio ficando abaixo do limite indicado para classe 1 da Resolução nº 357 CONAMA.

Embora pouco protegido do vento, a turbidez nas águas foi registrada como baixa, com resultados inferiores a 18 NTU e a transparência elevada, alcançando 130 cm, com média de 83 cm para o período. Esta característica pode estar vinculada ao sedimento de fundo da lagoa, que é exclusivamente formada por sedimento arenoso.

Um substrato menos lodoso e com menor teor de matéria orgânica justifica, inclusive a baixa demanda de oxigênio, que teve valor médio inferior a 1,1 mg/L, dentro dos limites da classe 1, e que em apenas duas oportunidades excedeu os 3 mg/L.

A condutividade verificada ficou na faixa entre 115 e 217 $\mu\text{S}/\text{cm}$, salinidade dentro da faixa limite, inferior a 0,5 ‰. As águas apresentaram pH na faixa de 6,2 e 7,5, Gráfico 24, conforme os limites da classe 1, proposta para a Lagoa da Cidreira pelo Plano de Bacia. Uma das variáveis que mostrou correlação com o pH, foi a concentração de sulfeto, isso porque a liberação ou fixação do sulfeto depende, em parte, do pH do meio, sendo que em condições ácidas, os mesmos são facilmente liberados em forma de gás e em pH alcalino este mantém-se solubilizados.

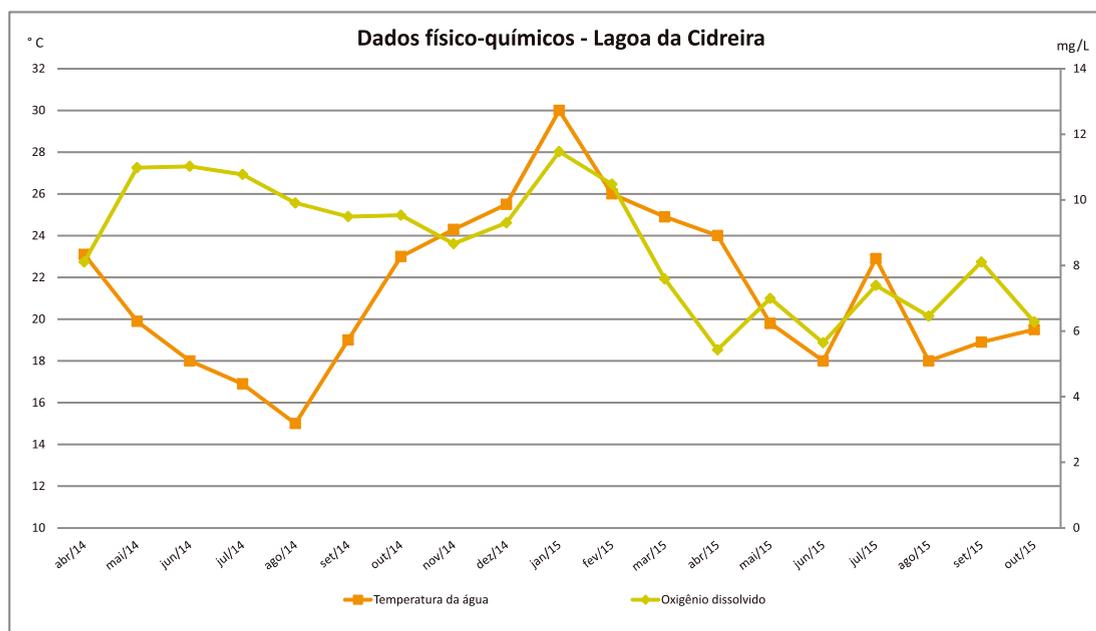


Gráfico 23 - Temperatura e oxigênio dissolvido nas águas da Lagoa da Cidreira, resultados gerados pelo monitoramento de qualidade das águas da Bacia do Rio Tramandaí entre 2014 e 2015.

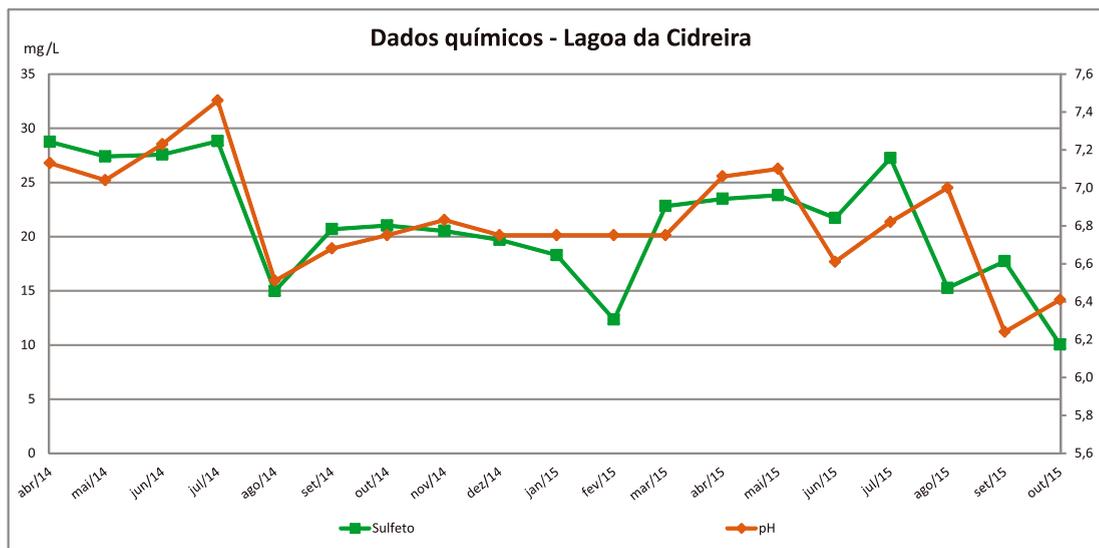


Gráfico 24 – Representação dos resultados de pH e concentração de sulfeto nas águas da Lagoa da Cidreira, evoluindo de forma similar, resultados verificados durante o Projeto Taramandahy.

As concentrações de fósforo mostraram-se em baixas médias, de 0,05 mg/L, enquanto os teores de nitrogênio apresentaram concentração semelhante, média de 0,06 mg/L, ainda que com pico de 0,30 mg/L em outubro/14. Estes resultados estão dentro dos limites de qualidade indicados pelo Conselho de Meio Ambiente e não provocaram florações ou outras alterações.

Por fim, a característica microbiológica mostrou variação repetida nos resultados de coliformes totais, que esteve entre 0 e 2420 NMP/100 mL, mas média de 730 NMP/100 mL. Já para *Escherichia coli*, os resultados foram baixos, alcançando zero na maior parte dos meses monitorados. Esta condição é positiva e qualifica as águas como boas, isso porque são usados apenas os resultados de *E. coli* para essa definição, estabelecida pela ANVISA no quesito balneabilidade.

A avaliação feita por meio do Índice de Qualidade de Água mostrou estabilidade uma vez que a amostragem iniciou avaliação com 69 pontos e terminou com 70 pontos, oscilando entre 45 e 80, sendo que abaixo de 51 pontos já é considerada uma água de qualidade regular.

Considerando a proposta de enquadramento feita pelo Plano de Bacia, foi possível observar uma melhoria, já que as águas da Lagoa da Cidreira iniciaram o monitoramento em classe 3 e depois alternaram entre 1 e 2, perfazendo uma média de 1,6.

Resultados e Análises - Lagoa Rondinha

A Lagoa da Rondinha tem algumas características muito semelhantes à Lagoa da Cidreira isso porque ambas são conectadas e nem chegam a ser completamente divididas. Uma delas é a característica sedimentar, já que o sedimento da Lagoa da Rondinha também é arenoso, demonstrando baixa turbidez, menor que 25 NTU e, por consequência, ampla transparência, chegando a alcançar a totalidade de 225 cm, por exemplo, no mês de janeiro/15.

A faixa de temperatura observada também foi a mesma, entre 15 e 30° C, inclusive por não ser muito mais profunda que a lagoa vizinha.

O oxigênio dissolvido também apresenta uma ampla variação para o período monitorado, com menor concentração de 4,85 mg/L, em maio/15, e a maior de 11,7 mg/L, em julho/14. A média para o período foi de 8,6 mg/L, considerado bom e de acordo com a classe 1, escolhida para esta lagoa conforme Plano de Bacia.

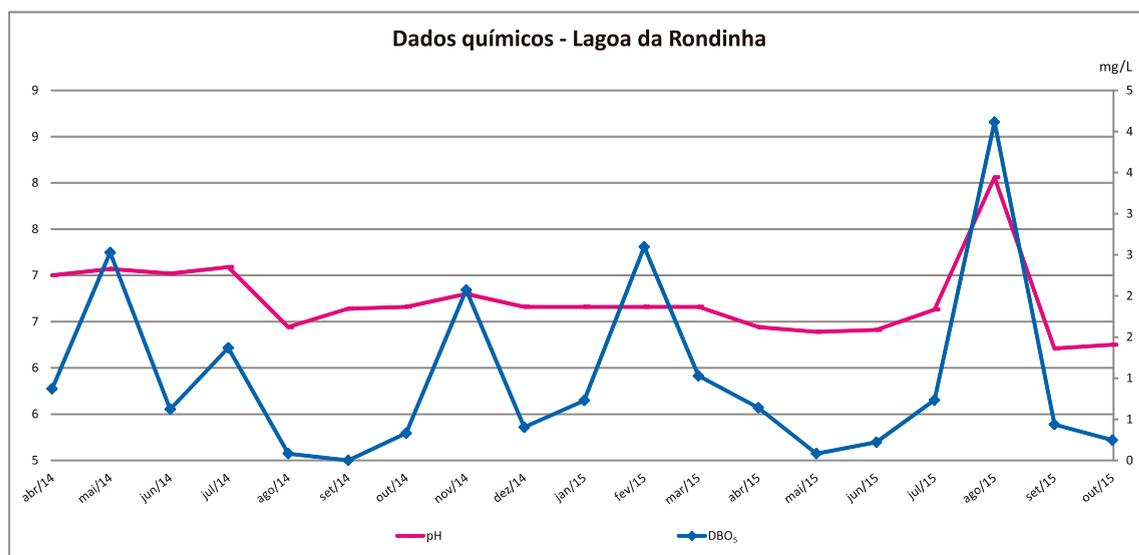


Gráfico 25 – Composição dos resultados de pH e demanda bioquímica de oxigênio do ponto de monitoramento na Lagoa da Rondinha, entre abril/14 e outubro/15, integrante do Projeto Taramandahy.

A baixa quantidade de matéria orgânica que compõe o sedimento de fundo da lagoa contribui para a baixa demanda bioquímica de oxigênio, que apresentou média de 1,0 mg/L, com apenas um momento de exceção acima de 3 mg/L, limite de classe 1. A DBO₅ inclusive teve leve correlação com a variável pH, conforme Gráfico 25, isso porque condições mais básicas ou ácidas podem favorecer ou não a oxidação da matéria orgânica ou mesmo resíduos de esgoto ali depositados.

Quanto aos despejos naquela lagoa, observam-se poucas interações antrópicas, o que poderia explicar os baixos dados de concentrações dos nutrientes. Para nitrogênio, o valor máximo esteve na faixa de 0,25 mg/L, e não apresentou variações expressivas. Já para fósforo, de mesma forma as concentrações foram baixas, com máximo de 0,07 mg/L, e média 0,02 mg/L. Esses resultados também corroboram a não detecção de algas nestes ambientes, assim como na Lagoa da Cidreira.

A condutividade deste corpo de água esteve na faixa entre 119 e 215 $\mu\text{s}/\text{cm}$ e o pH entre 6,2 e 8,1, dentro dos limites da classe 1, que também é a proposição de classe das águas da Lagoa da Rondinha.

Quanto à microbiologia local, foram quantificados os números de coliformes totais, que apresentaram média de 570 NMP/100 mL, um dos números mais baixos entre os 14 pontos monitorados. Já os organismos *Escherichia coli* foram determinados e resultaram em valores bem baixos, sendo que 70% dos meses monitorados não foram detectados indivíduos, sendo que o máximo atingido no período foi igualmente baixo, de 6 NMP/100 mL.

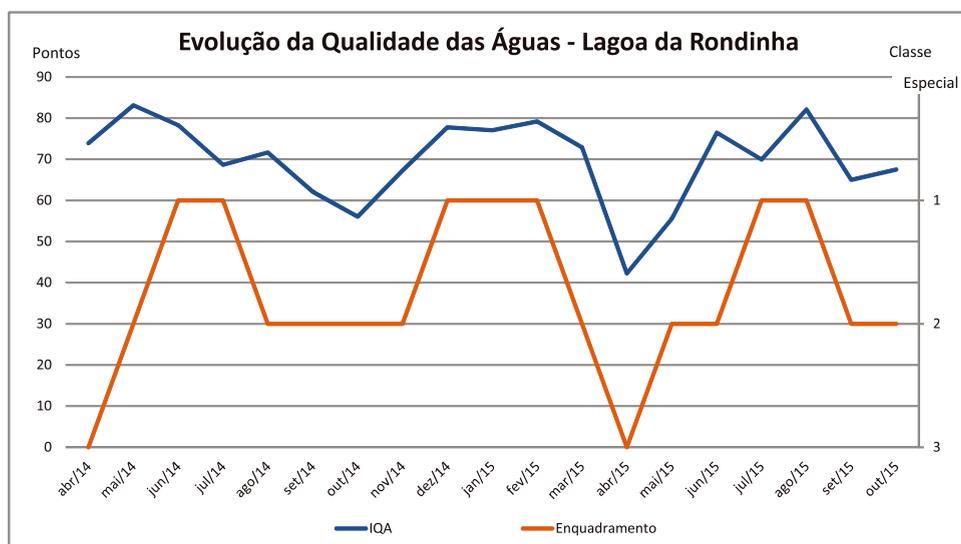


Gráfico 26 – Evolução da qualidade da água conforme Índice de Qualidade de Água e Enquadramento, registrados durante o período de monitoramento, na Lagoa da Rondinha, conforme demais características geradas entre abril/14 e outubro/15.

Conforme avaliação via Índice de Qualidade Água, Gráfico 26, pode ser observada uma piora na qualidade, visto que as águas iniciou o monitoramento com 80 pontos e finalizaram com resultado de 62 pontos, oscilando entre 50 e 84. Também conforme o enquadramento via Resolução nº 357, foi observado resultado negativo já que a média para o período total foi de 1,8, com boa parte dos episódios referindo classe 2 e 3 quando a expectativa seria classe 1. Tais dados destacam preocupação com o comprometimento das águas da Lagoa da Rondinha.



TRAMANDAÍ

LAGOA FORTALEZA

LAGOA CIDREIRA

Outubro/2012

CIDREIRA

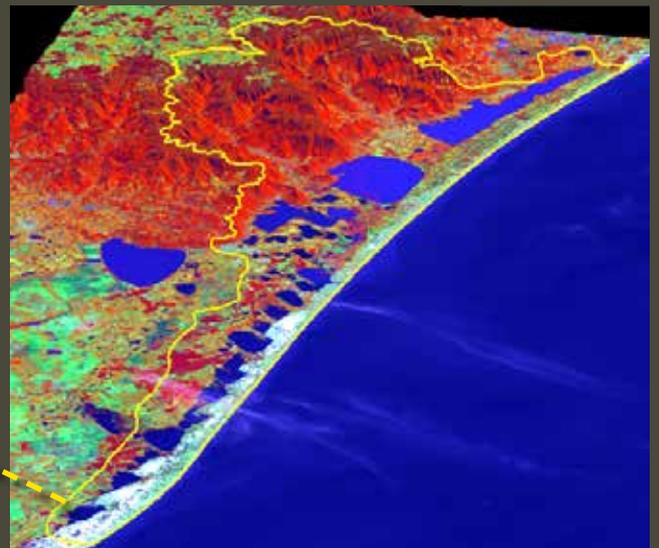
LAGOA RONDINHA



PONTO DE COLETA ●

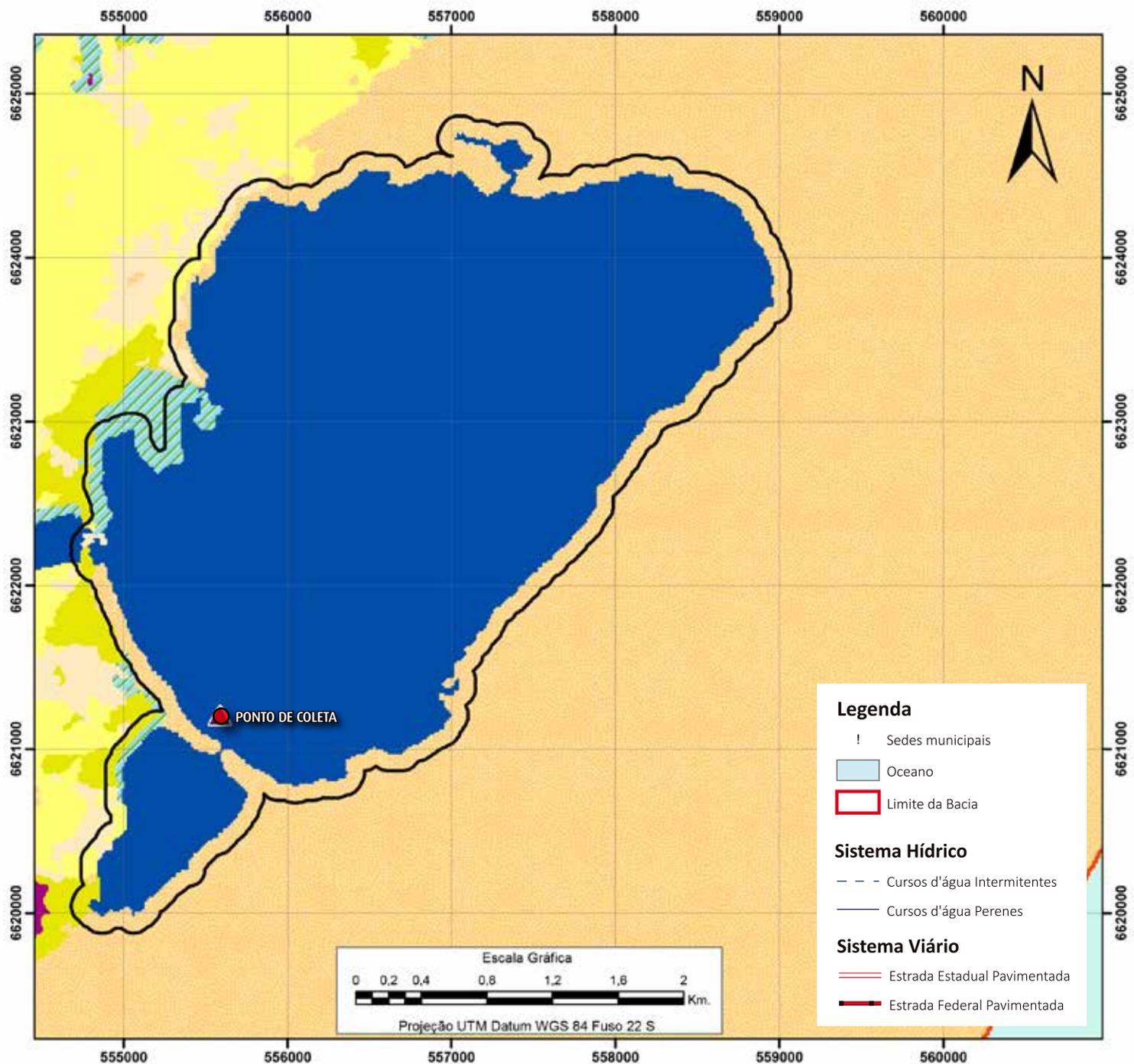


LAGOA BACOPARI



LATITUDE	30.540222
LONGITUDE	50.420501
LOCALIDADE	Bacopari
MUNICÍPIO	Mostardas

Uso da terra e cobertura vegetal na Área de Preservação Permanente e entorno da Lagoa Bacopari



A Área de Preservação Permanente no entorno da Lagoa Bacopari, tem um raio de 100 m ao longo de seu perímetro. Neste trecho, a maior área está recoberta de dunas, seguida de áreas úmidas e banhados, matas de restinga e campos. Afastado dessa estreita margem, predominam dunas na porção sul, leste e norte e campos a oeste. Nesta lagoa é encontrada uma espécie endêmica da bacia do rio Tramandaí: o cará de lagoa (*Gymnogeophagus lacustris*) que se alimenta de larvas de insetos e crustáceos (Malabarba, 2013).



Tipos de Uso

	Área (HA)	(%)
 Floresta Ombrófila Mista	0	-
 Floresta Ombrófila Densa	0	-
 Mata Paludosa	0	-
 Mata Restinga	9,02	0,75
 Silvicultura	0	-
 Campo Arbustivo- Potreiro	0	-
 Campo do Planalto	0	-
 Campos Secos	7,91	0,66
 Cultivo de Arroz Irrigado	0	-
 Cultivo de Bananas	0	-
 Outros Cultivos Agrícolas	0	-
 Banhados e Áreas Úmidas	22,39	1,85
 Dunas	147,81	12,24
 Solo Exposto	8,47	0,70
 Áreas Urbanas	0	-
 Corpos d'água	1.011,64	83,80
Total	1.207,24	100,00

A fotografia acima foi tirada de um ângulo semelhante ao mapa, ou seja, do sul para o norte. Destaca-se o balneário expandindo-se sobre a estreita margem que separa a Lagoa Bacopari da Lagoa Corvina. Outubro/2012.



Descrição da área

De acordo com a Norma Técnica 01/2007 do Departamento de Recursos Hídricos/Secretaria de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul, que inclui nova área na Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí, a lagoa Bacopari e duas pequenas lagoas ao sul estão situadas no limite da bacia.

O principal uso consuntivo da água nessa lagoa é para a irrigação, através de bombeamento indicado pelo canal de drenagem na foto abaixo. O uso não consuntivo para lazer é importante, especialmente nos meses de verão.



O pinus é uma típica espécie invasora, ocupando distintos ambientes, entre eles, dunas costeiras. Setembro/2015



Área de entorno da lagoa Bacopari, destacando as coberturas vegetais nativas, dunas costeiras, o canal artificial de drenagem e o ponto de monitoramento da água. Outubro/2012



Áreas naturais na borda da lagoa Bacopari, com florestas de restinga, banhados e campos, compõem a bela paisagem da lagoa Bacopari. Outubro/2012.

O crescimento desordenado da pequena localidade sobre áreas de preservação permanente e a falta de saneamento básico são fatores de risco sobre essa lagoa de águas transparentes. O pinus tem sido plantado em monoculturas ao norte da lagoa, mas indivíduos isolados são detectados invadindo áreas de dunas e banhados.

Por outro lado, atividades de lazer ao ar livre e não motorizadas, como caiaques e *kitesurf*, têm crescido ano após ano e podem ser aliadas da conservação do ambiente natural, uma vez que seus praticantes buscam justamente locais com características naturais preservadas.



A prática de esportes não motorizados, como caiaque e *kitesurf*, cresce ano após ano devido ao belo cenário natural. Janeiro/2015

A última das lagoas ao sul que monitoramos, a Lagoa do Bacopari tem muitas particularidades, sendo uma delas é apresentar sedimentos bastante arenosos, muito pela influência de dunas que se derramam para dentro dela, especialmente na sua margem leste e nordeste. Na lateral oposta há mais lodo em seu fundo e também desenvolvimento de vegetação.

A variação na profundidade também varia bastante. As margens se prolongam por muitos metros com baixas profundidades, mas na lateral leste/nordeste, que esta sendo aterrada pelas dunas, as profundidades são maiores, sendo que foram registrados pontos com mais de 11 metros é esse valor pode ser ainda mais nas proximidades.

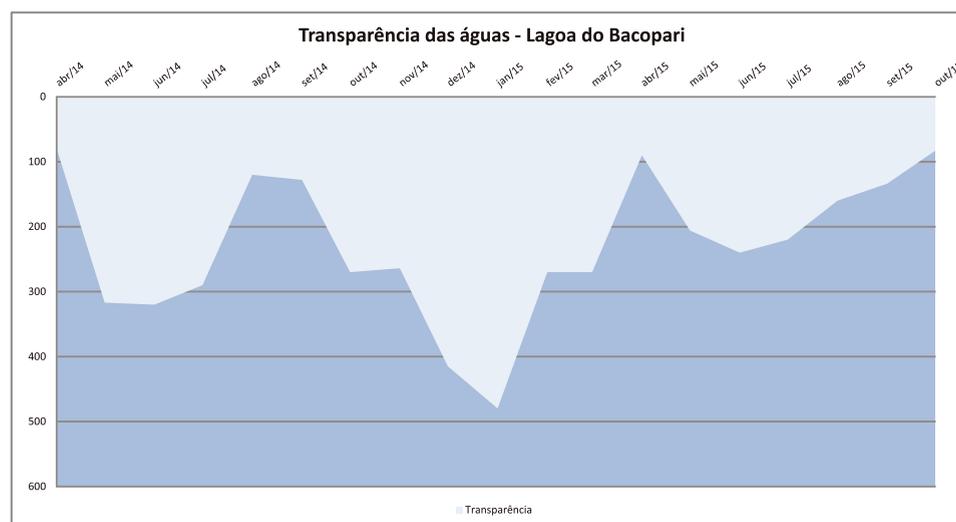


Gráfico 27 – Variação da transparência da água durante o período monitorado na Lagoa Bacopari.

As águas da lagoa são bastante límpidas com baixíssima turbidez e transparência elevada, que em alguns momentos alcançou quase 5 metros de profundidade, conforme Gráfico 27. Esse alcance, em alguns momentos, favoreceu a fotossíntese o que contribuiu para altos de oxigênio disponíveis nas águas, que alcançou 12,8 mg/L. Além da luminosidade, a influência de ventos e ondas também favorecem a inserção de oxigênio nas águas. A média de OD para o período foi de 8,7 mg/L, indicador bom e praticamente todos os meses monitorados estiveram dentro dos limites mínimos exigidos pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente.

Embora com muitos fatores favoráveis, não foram detectados desenvolvimentos de algas, sendo que em apenas um dos meses monitorados é que os resultados de clorofila a excederam o limite da classe 1, que é de 10 µg/L.

Os nutrientes que poderiam contribuir para desenvolvimento destas algas, estiveram em concentrações baixas na Lagoa do Bacopari. Os teores de fósforo variaram bastante, mas não excederam 0,06 mg/L, que pode ser considerado baixo. Para nitrogênio também houve oscilação nas concentrações, mas os valores foram menores que 0,10 mg/L. Ambos dentro dos limites referidos na legislação pertinente.

Os resultados de pH registrados estiveram na faixa de 5,7 e 7,8, considerados medianos se comparados aos demais pontos, entretanto levemente fora do limite de classe 1 que seria 6 a 9. Ainda a condutividade pode ser considerada baixa, média de 99 $\mu\text{S}/\text{cm}$, faixa entre 70 e 119 $\mu\text{S}/\text{cm}$, inclusive por se tratar de um dos extremos do sistema.

Embora mais profunda, a faixa de temperatura alcançou a faixa de 16 a 32° C, considerada elevada, inclusive sendo prova da percepção completa que as águas fazem do que a atmosfera sente, já a temperatura do ar foi de 13 a 31,5° C. Da mesma forma, a demanda de oxigênio também foi em dois momentos mais elevada, chegando a alcançar 5,6 mg/L, mais do que o limitado.

Por fim, a microbiota foi analisada via coliformes totais e *Escherichia coli*, apresentando resultados médios de 800 e 4 NMP para cada 100 mL, respectivamente. Ambos com uma correlação baixa com a temperatura, ou seja, valores maiores durante o veraneio.

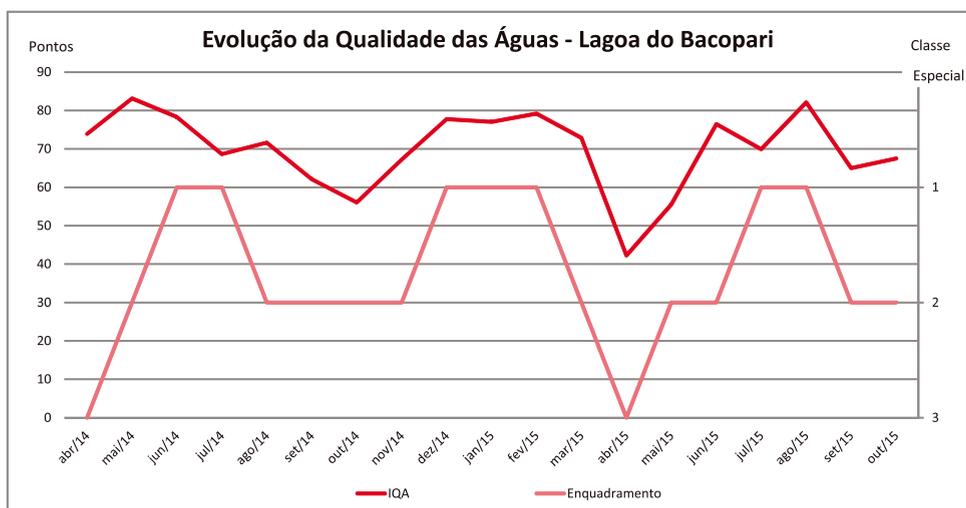


Gráfico 28 – Variação da Qualidade da Água de acordo com critérios Conama e IQA.

De acordo com a avaliação de enquadramento, a classe de águas da Lagoa do Bacopari conversa muito bem com os resultados observados pelo Índice de Qualidade de Água, observado no Gráfico 28. A oscilação esteve entre as classe 1 e 3 e os IQAs entre 42 e 83, e essa oscilação é para ambos indicadores nos mesmos períodos. Ambos indicam estabilidade para o período, sem melhoras.

5 Conclusão e Recomendações

As águas da bacia do rio Tramandaí são importantes para a população residente de cerca de 240.000 pessoas, para os veranistas que multiplicam em diversas vezes a demanda por água, para a produção agrícola, diluição de dejetos, pesca, lazer e toda a vida a ela associada. Em alguns pontos a Bacia já enfrenta conflitos pelo uso e deterioração da qualidade da água.

Sob a ótica da gestão do recursos hídricos, a outorga é ineficiente pois não há controle, a Fase C do Plano da Bacia, com suas ações implementadas não foi até o momento realizada, o sistema de informações é inexistente e, a Agência da Água tampouco foi criada na região hidrográfica conforme previsto na Lei Estadual 10.350 de 1994. Ainda assim, o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica reúne-se mensalmente para tratar dos assuntos ligados à qualidade e quantidade de água. Todos estes instrumentos são fundamentais para gerir a água.

Com base no enquadramento aprovado, o CBH Tramandaí definiu as principais intervenções necessárias para que o cenário de usos da água (qualidade e quantidades) seja atingido:

- Tratamento de esgotos das sedes urbanas;
- Destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos;
- Recuperação da vegetação ciliar;
- Monitoramento da qualidade da água;
- Equacionamento de problemas pontuais de balanço hídrico (Lagoas Fortaleza, Emboaba e Pombas);
- Implementação de um sistema de controle de perdas no sistema de abastecimento público.

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



APOIO:

