

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL - UERGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS

PÂMELA LUIZA FIGUEIRA FERRI

ANÁLISES DA QUALIDADE DA ÁGUA PROVENIENTE DE SANGRADOUROS
LOCALIZADOS NO MUNICÍPIO DE CIDREIRA - LITORAL NORTE DO RIO GRANDE
DO SUL, BRASIL

IMBÉ
2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL - UERGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS

PÂMELA LUIZA FIGUEIRA FERRI

ANÁLISES DA QUALIDADE DA ÁGUA PROVENIENTE DE SANGRADOUROS
LOCALIZADOS NO MUNICÍPIO DE CIDREIRA - LITORAL NORTE DO RIO GRANDE
DO SUL, BRASIL

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, com ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira, da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a Dr^a Catarina da Silva Pedrozo

Coorientadora: Prof^a Dr^a Fernanda Bastos de Mello

Coorientadora: Quim. Cacinele Mariana da Rocha

IMBÉ

2012

Este trabalho está formatado segundo as normas de GRANDI, Cleci *et al.* **Orientações para elaboração e apresentação de trabalhos e relatórios acadêmicos**. Porto Alegre: UERGS, 2010. 95 p. que segue as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

F388a Ferri, Pâmela Luiza Figueira

Análises da qualidade da água proveniente de sangradouros localizados no município de Cidreira – Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. / Pâmela Luiza Figueira Ferri. - - 2012. 58 f.

Orientadora: Catarina da Silva Pedrozo.

Coorientadoras: Cacinele Mariana da Rocha e Fernanda Bastos de Mello .

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - -
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Ciências Biológicas com ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira, Imbé/Cidreira, BR – RS, 2012.

1. Qualidade da água. 2. Sangradouros. 3. Impacto ambiental em zonas costeiras. 4. Contaminação por metais pesados. 5. Cidreira, Litoral Norte do Rio Grande do Sul. I. Pedrozo, Catarina da Silva, orient. II. Rocha, Cacinele Mariana da e Mello, Fernanda Bastos de, coorient. III. Título.

Adaptado do Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pela autora.

PÂMELA LUIZA FIGUEIRA FERRI

ANÁLISES DA QUALIDADE DA ÁGUA PROVENIENTE DE SANGRADOUROS
LOCALIZADOS NO MUNICÍPIO DE CIDREIRA - LITORAL NORTE DO RIO GRANDE
DO SUL, BRASIL

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, com ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira, da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aprovada em: _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Nelson Augusto Flores Machado

Prof. Dr. Luiz Olinto Monteggia

Coordenador da atividade
Trabalho de Conclusão II – CBM

Prof. Dr. Eduardo Guimarães Barboza

Dedico esta monografia à minha amada mãe Silvia Terezinha Figueira (*in memoriam*), que sempre sonhou com a minha formação.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, à minha família, meu pai Luiz Carlos Ferri que sempre acreditou na minha capacidade, me incentivando e mostrando que a educação é importante, e pelo amor integral. À minha “boadrasta”, Maria Celoi de Borba, pelo carinho, ensinamentos e exemplo de como ser. Aos meus irmãos que amo tanto, por estarem sempre ao meu lado me dando forças para continuar. À minha avó Vilma Luiza Figueira, pelo amor incondicional e pelo conforto nos momentos difíceis. À minha cunhada e amiga Fê, pelo carinho e por me salvar nos dias de desespero sem *internet*. Agradeço a toda minha família, por torcerem tanto para que eu chegasse até aqui, pela paciência e compreensão nos momentos difíceis e naqueles em que não pude estar presente.

Ao meu companheiro, Cristiano Lazzaretti, pelo amor, carinho, apoio e zelo a mim dedicados ao longo da minha trajetória acadêmica. Agradeço a paciência tida em aguentar meus dias corridos, minha ausência por conta dos estudos, meus momentos de estresse e de choro, e pela ajuda.

À minha coorientadora, Cacinele Mariana da Rocha, pela confiança e por acreditar neste trabalho e dedicar-se incessantemente para que chegássemos ao fim com sucesso. Agradeço pela ajuda e por dedicar grande parte de seu tempo e de sua atenção às minhas questões, pela amizade, pela paciência, pelos ensinamentos e convivência, que foram fundamentais para a realização deste trabalho e para minha formação acadêmica e profissional.

À minha coorientadora, Fernanda Bastos de Mello, por acreditar e confiar na minha idéia de projeto, antes mesmo de qualquer rabisco em papel, pela busca de financiamento para que este se tornasse realidade. Obrigada pela orientação, pelos ensinamentos, pelo carinho, e pela frase “vai dar tudo certo, fica tranquila” que muitas vezes me acalmou. Minha mais sincera admiração e gratidão.

À minha orientadora, Catarina da Silva Pedrozo, por ter aceitado, aos “45min do 2º tempo”, este desafio de orientação, ao apoio, carinho, ensinamentos e contribuições.

À minha grande amiga, Andresa Soldateli, pelo carinho e pela convivência ao longo desses anos de faculdade, sua presença fez com que tudo se tornasse mais fácil e que meus dias fossem mais coloridos. Agradeço pelos tantos trabalhos e aprendizado, pelo apoio e incentivo na execução deste trabalho, com ajuda em coletas, interpretação dos dados e revisão final. Agradeço também à amiga Tânia Pinzom, pelos ensinamentos, os quais não constam em livro nenhum, pela bagagem moral, pela amizade e pelas “caronas” para faculdade. Gurias, obrigada por fazerem parte desta caminhada e estarem sempre ao meu lado.

Aos meus grandes e verdadeiros amigos, que mesmo não estando tão próximo estiveram sempre torcendo por mim, obrigada pelo carinho e amizade, a qual será eterna.

À química Vera Atz do Laboratório de Absorção Atômica do CENECO/UFRGS, pelo empenho dedicado à minhas análises.

Às estagiárias do LASP do CECLIMAR, Ludimila Carneiro Pinheiro e Paola Giannini Foletto, pelo auxílio e empenho dedicados a realização das minhas análises.

À PROPESQ/UERGS pela bolsa de Iniciação Científica destinada a este projeto.

Aos queridos bibliotecários, Angelo Augusto Pivetta e Stella Maris do Canto Pivetta, pelo carinho, acolhimento, ensinamentos e dedicação ao longo de todos esses anos. Pessoas iluminadas e maravilhosas, as quais eu tive honra em conhecer e conviver.

Ao Dr. Nelson Augusto Flores Machado pelo auxílio e empenho em ajudar na determinação da “complicada” vazão, e por ter aceitado avaliar esta monografia com valiosas colocações. Agradeço ao Prof. Dr. Luiz Olinto Monteggia pelos ensinamentos em aula e por ter aceitado, de forma tão prazerosa, avaliar a presente monografia. E a todos os professores, pelos ensinamentos e por contribuírem na minha formação acadêmica e profissional.

À minha querida turma (III), pelo maravilhoso convívio ao longo de todos esses anos, pela amizade e pelo aprendizado. E não poderia esquecer da minha querida colega e amiga Danielle M. Pagani, que mesmo distante em alguns meses foi sempre incentivadora dos meus trabalhos e sempre tão amiga, obrigada pelo companheirismo ao longo desses anos.

Agradeço à Marcinha em nome de todos os funcionários do CECLIMAR, pelo carinho, atenção e incentivo ao longo de todos esses anos.

A todos aqueles que colaboraram de alguma forma para minha formação acadêmica e para que eu chegasse até aqui. Àqueles que por vezes eu possa ter esquecido de mencionar nesta singela homenagem, mas que com certeza serão sempre lembrados em meu coração.

A todos, o meu muito obrigado!

“Quando o ser humano entender que faz parte do mundo, muitas transformações ocorrerão, ele não jogará mais lixo nos lagos, rios e mares porque saberá que são estas mesmas águas que correm em seu corpo”

(T. P. Zylberberg)

RESUMO

Nas últimas décadas, a poluição e contaminação dos ambientes aquáticos vêm aumentando significativamente, em grande parte pelo adensamento populacional e avanço no setor industrial e agrícola, sendo considerada como uma das maiores preocupações ecológicas da atualidade. É na região costeira que está a maior concentração populacional, sendo o ambiente marinho o receptor final de diversos elementos de origem antrópica. Este estudo tem como objetivo analisar a qualidade da água proveniente de sangradouros através de parâmetros físicos e químicos, bem como analisar a variação sazonal dessas variáveis e, desta forma, determinar a contribuição dos sangradouros na contaminação dos oceanos. O trabalho foi realizado no Litoral Norte do Rio Grande do Sul/Brasil, no município de Cidreira, em dois sangradouros, Ponto 1 e Ponto 2. As amostras foram coletadas durante monitoramentos mensais, no período de maio de 2011 a fevereiro de 2012. Foram determinadas as concentrações dos metais pesados cádmio, chumbo e mercúrio no sedimento e os valores de fósforo e nitrogênio totais, DQO, pH e temperatura na água, bem como foram registradas as variações climáticas para o estabelecimento de correlações. Os resultados obtidos variaram ao longo do monitoramento, estando muitas vezes relacionados com a sazonalidade e volume de vazão dos sangradouros durante as coletas. Os teores das variáveis analisadas não diferiram muito entre o Ponto 1 e o Ponto 2, mas a vazão, especialmente na alta temporada, foi maior no Ponto 1, devido, possivelmente, a maior área de recolhimento. Cádmio e mercúrio estiveram abaixo do limite de detecção em ambos os pontos amostrais, porém teores de chumbo estiveram presentes em toda amostragem de sedimento, P1 e P2. As concentrações dos quimioindicadores (nitrogênio e fósforo totais) juntamente com as concentrações de DQO, encontrados ao longo do estudo, são significativos e evidenciam uma contaminação orgânica, oriunda, possivelmente, de esgotos domésticos, os quais são frequentemente ligados clandestinamente nas canalizações pluviais desaguando na praia. Os teores de chumbo, indicativo de contaminação química, são de fonte desconhecida. A partir dos resultados encontrados podemos concluir que existe contaminação nestes sangradouros, os quais acabarão por contribuir com a degradação da qualidade das águas subjacentes (oceano). Portanto, torna-se necessário maior número de estudos e, principalmente, uma melhor gestão costeira, que vise minimizar os impactos causados pelo mau gerenciamento.

Palavras-chave: Qualidade da água. Metais pesados. Sangradouro. Zona costeira.

ABSTRACT

In recent decades, pollution and contamination of aquatic environments have increased significantly, largely by population density and advancement in industry and agriculture, considered as a major environmental concerns today. It is in the coastal region which is the largest population concentration, and the marine environment on the receiving end of several elements of anthropogenic origin. This study aims to analyze the quality of water from spillways through physical and chemical parameters, as well as analyzing the seasonal variation of these variables and thus determine the contribution of spillways in the contamination of the oceans. The study was conducted on the Northern Coast of Rio Grande do Sul/Brazil in the city of Cidreira, two spillways, Point 1 and Point 2. Samples were collected during monthly monitoring for the period May 2011 to February 2012. The concentration of heavy metals cadmium, lead and mercury in the sediment and the values of totals phosphorus and nitrogen, COD, pH and temperature on water as well as climatic variations were recorded for the establishment of correlations. The results varied during the monitoring, and are often related to flow volume and seasonality of the collections. The contents of the variables didn't differ much from Point 1 to Point 2, but the flow, especially in high season, was higher at Point 1, due possibly the largest gathering. Cadmium and mercury were below the detection limit in both sampling points, but lead content was present in all sediment sampling, P1 and P2. The concentrations of chemoindicators (totals phosphorus and nitrogen) with the concentrations of COD, found throughout the study are significant and show an organic contamination, resulting from, possibly, domestic sewage, which are often linked underground stormwater drainage systems flowing in beach. The lead content, indicative of chemical contamination, are of unknown source. From the results we can conclude that there is contamination in these spillways, which will eventually contribute to the degradation of water quality underlying (ocean). Therefore, it is necessary more studies and, especially, better coastal management, which aim to minimize the impacts caused by mismanagement.

Key-words: Water quality. Heavy metals. Spillways. Coastal zone.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.1.1 Objetivos gerais	12
1.1.2 Objetivos específicos	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 OCUPAÇÃO DA ZONA COSTEIRA.....	14
2.2 NUTRIENTES NO MEIO AMBIENTE: NITROGÊNIO E FÓSFORO.....	16
2.3 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO).....	17
2.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH).....	18
2.5 METAIS PESADOS.....	18
2.5.1 Cádmio	20
2.5.2 Chumbo	21
2.5.3 Mercúrio	22
3 ÁREA DE LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO	24
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.2 METODOLOGIA DE COLETA.....	26
4.2.1 Coleta de água	26
4.2.2 Coleta de sedimento de fundo	27
4.2.3 Coleta de dados pontuais e observacionais	27
4.2.4 Determinação da vazão dos sangradouros	28
4.3 METODOLOGIA DE ANÁLISE EM LABORATÓRIO.....	29
4.3.1 Análise de nitrogênio total, fósforo total, DQO e pH	29
4.3.2 Análise dos teores de metais pesados	30
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
6 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
APÊNDICE	54

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a poluição e contaminação dos ambientes aquáticos por resíduos químicos vêm aumentando significativamente, em grande parte pelas ações humanas, como adensamento populacional, avanço no setor industrial e agrícola, entre outros, os quais, apesar dos benefícios que proporcionam ao homem, impõem novas e futuras ameaças ao ambiente e restrições de uso dos recursos naturais. Assim, a poluição e contaminação dos recursos hídricos vêm sendo considerada uma das maiores preocupações ecológicas da atualidade, estimulando diversas pesquisas dos quais podemos citar: Baumgarten *et al.*, 2007; Ferreira; Horta.; Cunha, 2010; Lissner; Gruber, 2009; Magalhães Junior, 2000; Millão, 2004; Morais, 2011, entre outros.

Nas regiões costeiras registra-se maior concentração populacional devido às atividades turísticas nos meses de verão. Isso faz com que as águas costeiras se tornem o local de maior concentração da poluição mundial. Desta forma, os oceanos se tornam os derradeiros sorvedouros dos diversos subprodutos que resultam das atividades antrópicas, acolhendo de forma direta ou indireta uma variedade de poluentes, rejeitos urbanos, industriais e agrícolas (MARQUES JÚNIOR; MORAES; MAURAT, 2009).

As regiões costeiras recebem diversos efluentes, na maioria das vezes sem tratamento adequado, ficando contaminadas por metais pesados, compostos químicos orgânicos e nutrientes, expondo, por conseguinte toda a vida marinha (FERREIRA; HORTA; CUNHA, 2010). Os aportes antrópicos mais comuns nas regiões costeiras são os de origem orgânica, proveniente de despejos de esgotos, os quais apresentam fitonutrientes em sua composição, com o predomínio de nitrogênio e fósforo (BAPTISTA NETO; WALLNER-KERSANACH; PATCHINEELAM, 2008). Quando esses nutrientes se encontram em níveis elevados no ecossistema aquático, resultam em eutrofização e redução dos níveis de oxigênio dissolvido, devido ao aumento significativo das populações fitoplanctônicas (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2007), implicando na quebra do equilíbrio ecológico (BAUMGARTEN *et al.*, 2007).

De acordo com Niencheski e Fillmann (2006), entre os agentes impactantes do meio ambiente, a contaminação por metais pesados constitui-se uma preocupação atual muito grande, devido a sua persistência no ambiente, por alterarem processos biológicos em função de sua acumulação e alta toxicidade, assim como outros efeitos adversos que os metais podem causar nos ecossistemas aquáticos, tornando seu estudo de extrema importância.

Ao longo dos 660 km de costa do litoral do Rio Grande do Sul é possível observar uma grande quantidade de sangradouros que deságuam no oceano, os quais são definidos como cursos de água continental, intermitentes ou não, que dão escoamento às águas pluviais que chegam às depressões e banhados, localizados atrás da zona costeira de dunas frontais (MILLÃO, 2004). Desempenham um importante papel no ambiente costeiro, uma vez que realizam a drenagem da planície costeira e fornecem sedimento e nutrientes para o sistema praias (BAUMGARTEN *et al.*, 2007; MILLÃO, 2004). Esses, muitas vezes podem ser fontes de poluição para os oceanos, devido aos contaminantes introduzidos pelo homem, como esgoto doméstico e resíduo industrial, ligados inadequadamente às canalizações pluviais (BAUMGARTEN *et al.*, 2007). Assim como concluído por Figueiredo e Calliari (2005, p. 56), “torna-se pertinente um cuidado especial com relação à rede sanitária em áreas onde altas concentrações de sangradouros são verificadas, uma vez que ligações clandestinas de esgotos domésticos são uma realidade no litoral do RS, comprometendo a balneabilidade das praias” e o ecossistema marinho.

Desta forma, torna-se extremamente importante estudos que analisem a qualidade desses ambientes que vêm recebendo constante influência antrópica e, conseqüentemente, modificações de suas características e funções naturais. Tais preocupações motivaram a realização do presente estudo, iniciante neste tipo de ambiente, o qual objetivou analisar a qualidade das águas de dois sangradouros, um deles com área de recolhimento maior dentro do município, e outro com menor área de recolhimento, através de monitoramentos mensais, incluindo meses de baixa e alta temporada.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho se dividem em gerais e específicos, os quais estão listados abaixo.

1.1.1 Objetivos gerais

Analisar a qualidade da água, proveniente de dois sangradouros localizados na zona urbana do Município de Cidreira, Litoral Norte do RS, através de parâmetros físico-químicos.

Colaborar com informações e resultados para futuros planos de gerenciamento costeiro, visando minimizar as fontes de poluição que comprometem os ecossistemas aquáticos do ambiente costeiro e marinho.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- determinar a concentração de três diferentes metais pesados (chumbo, mercúrio e cádmio) no sedimento de fundo de dois sangradouros localizados na zona costeira de Cidreira/RS
- determinar a concentração de nitrogênio total (Nt), fósforo total (Pt), demanda química de oxigênio (DQO) e pH presentes nas águas desses mesmos dois sangradouros;
- e avaliar a variação das concentrações estimadas levando em consideração a sazonalidade das coletas.

1.2 JUSTIFICATIVA

A costa do Rio Grande do Sul apresenta um grande número de sangradouros, os quais ainda possuem uma carência de estudos, principalmente aqueles relacionados às características do material que está aportando nas praias e suas características físico-químicas. Como os sangradouros transferem um aporte de sedimento, matéria orgânica, resíduos em suspensão e compostos químicos (supostamente em níveis traço) para os oceanos, podem assim vir a contribuir para a poluição do ecossistema marinho, o que torna significativa a avaliação e monitoramento da qualidade da água desses cursos d'água visando a saúde e equilíbrio ambiental.

O monitoramento é uma ferramenta importante em planos de conservação e preservação dos ecossistemas, pois pode definir o nível de risco de um determinado ambiente e suas possíveis causas de contaminação. Constitui, ainda, uma fonte de dados informativos para órgãos ambientais regionais e programas de gerenciamento costeiro, podendo auxiliar na tomada de decisões por parte dos órgãos competentes e poder público.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente, com a alta e crescente demanda populacional, tanto por espaço quanto por recursos, pode-se presenciar a conseqüente e constante degradação dos solos, do ar e das águas. A poluição e contaminação dos ambientes aquáticos vêm sendo alvo de grandes preocupações, uma vez que afetando o ambiente, afeta, em conseqüência, a saúde humana. Muitos ambientes aquáticos ainda carecem de monitoramentos e avaliação da qualidade de suas águas, os quais se enquadram os sangradouros costeiros.

2.1 OCUPAÇÃO DA ZONA COSTEIRA

O Litoral Norte do estado do Rio Grande do Sul, conforme Fundação Estadual de Proteção Ambiental (RS) (2000), é uma região riquíssima sob o ponto de vista ambiental, constituído por um cordão de lagoas litorâneas, banhados, barreiras de dunas e contrafortes da Serra Geral, e por possuírem uma idade geológica recente (cerca de 5.000 a.C.), seus ecossistemas são frágeis e raros. Assim, em decorrência do aumento da ocupação nos municípios situados na zona litorânea, os recursos hídricos costeiros vêm sofrendo diversas intervenções humanas, o que vem degradando sua qualidade (LISSNER; GRUBER, 2009).

Nas regiões litorâneas ocorre, ainda atualmente, um crescimento urbano desordenado e centralizado, juntamente, se tem uma enorme deficiência nos serviços básicos de infraestrutura necessários para suportar essa alta demanda, resultando em problemas básicos de sustentabilidade da região costeira (CLEZAR JUNIOR, 2006). Conforme citado também por Marrone e Asmus (2005), em decorrência da alta concentração populacional localizada nas zonas costeiras, graves problemas surgem de forma alarmante, sendo esses de cunho urbanístico, político, social, econômico e ambiental.

E assim como colocado por Montone e Bicego (2008), a crescente urbanização e o desenvolvimento econômico nos últimos anos têm implicado em uma alta produção de esgotos, doméstico e comercial, e nas diversas áreas costeiras isso é um fator preocupante, pois diversos municípios não possuem estação de tratamento adequada ou suas bases de lançamento ao mar vem sendo inoperante ou ineficiente. Ainda, conforme estes mesmos autores, a introdução de esgoto no oceano, fato constantemente observado, tem sido considerada uma alternativa financeiramente viável quando comparada com sistemas de tratamento de custo mais elevado. Entretanto, o poder de dissolução do oceano não é infinito, ao contrário do que se possa pensar, ainda mais quando somado as diversas fontes pontuais,

como aquelas fontes difusas, menos perceptíveis, espalhadas ao longo das diversas regiões costeiras.

As águas disponíveis na região do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, em sua maioria, já se encontram contaminadas por despejos domésticos ou mesmos por agrotóxicos e pesticidas provenientes da atividade de agricultura local, comprovando que os ecossistemas aquáticos sofrem constantes intervenções antrópicas (LISSNER; GRUBER, 2009).

Ainda são poucos os estudos que avaliem e monitorem a qualidade das águas costeiras, principalmente daquelas provenientes de sangradouros, mesmo sendo este um requisito importante para que se possa realizar um bom gerenciamento costeiro, uma vez que um adequado monitoramento pode ser um dos pré-requisitos para o sucesso de qualquer sistema de gestão das águas, pois permite a obtenção de um arcabouço de informações necessárias, o acompanhamento das medidas efetivas, a atualização de dados e o direcionamento das decisões (MAGALHÃES JUNIOR, 2000). E ainda, de forma bem colocada por este mesmo autor, uma boa e sólida base de dados é imprescindível à gestão das águas, uma vez que não se pode gerenciar algo que não se conhece, pois é como haver uma eficiente estrutura institucional e legal e adequados instrumentos de gestão, mas faltando “apenas” conhecer o que se quer gerenciar.

De forma a garantir uma maior proteção dos recursos hídricos e a manutenção da qualidade das águas, o CONAMA (BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005) cria a Resolução n° 357, a qual classifica os corpos de água e define diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Esta mesma resolução considera, entre outros fatores, “a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico, que não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas”, assim como “o controle da poluição, que está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida” (BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005, p.1).

De acordo com CONAMA (Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005), as águas doces são águas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰, as águas salobras com salinidade entre a 0,5‰ e 30‰, e as águas salinas com salinidade superior a 30‰. As águas também são classificadas quanto a sua qualidade e respectivos usos, em classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. Assim, quanto maior for a classe, maior será a restrição de uso e menor a qualidade da água.

Os parâmetros que são geralmente utilizados para definir a qualidade da água dos corpos hídricos são substâncias ou indicadores representativos (LISSNER; GRUBER, 2009),

entre estes, destacam-se os nutrientes nitrogênio e fósforo totais, pH, demanda química de oxigênio (DQO) e metais pesados, os quais são investigados neste estudo.

2.2 NUTRIENTES NO MEIO AMBIENTE: NITROGÊNIO E FÓSFORO

Os principais nutrientes, denominados como macronutrientes, são os que desempenham papel fundamental e de importância para as plantas, como carbono, nitrogênio e fósforo, que constituem a base dos processos de metabolismo e estrutura de células a partir das várias combinações com hidrogênio e oxigênio (TUNDISI, 2008). De maneira geral, esses nutrientes podem estar presentes no meio ambiente na forma particulada (na matéria morta e em decomposição) ou dissolvidos na água (ESTEVES, 1988; TUNDISI, 2008). São fitonutrientes essenciais aos vegetais aquáticos, atuando assim como fator limitante. Porém, em altas concentrações no ambiente podem ser prejudiciais, uma vez que podem causar a eutrofização de ambientes aquáticos (BAUMGARTEN, 2007), resultando em depleções de oxigênio dissolvido na água, causando assim a quebra do equilíbrio ecológico.

Conforme citado por Montone e Bicego (2008, pag. 398), “a introdução pontual e contínua de nitrogênio e fósforo em baías, lagunas ou ambientes costeiros de baixa circulação, podem levar a um crescimento exponencial das algas planctônicas (eutrofização), reduzindo a diversidade de espécies”. Dejetos provenientes de esgoto (matéria orgânica, fitonutrientes) têm causado a eutrofização e a redução do oxigênio dissolvido das águas costeiras em diversas regiões do mundo, principalmente por essas possuírem pequena profundidade e maior influência antrópica devido à proximidade com grandes centros urbanos (MONTONE; BÍCEGO, 2008).

O nitrogênio (N) é um dos elementos mais importantes no metabolismo aquático, devido à sua participação na síntese de proteínas e aminoácidos, componentes básicos da biomassa (ESTEVES, 1988; TUNDISI, 2008). Pode estar presente no meio como nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-), amônio (NH_4^+), compostos nitrogenados dissolvidos, como uréia e aminoácidos livres e peptídeos (TUNDISI, 2008). As fontes naturais de nitrogênio na água são diversas (biofixação e lavagem atmosférica, solos, etc.), entretanto, fontes antrópicas podem fornecer nitrogênio para o ambiente aquático, alterando os teores naturais e muitas vezes desestruturando o ecossistema. Os esgotos sanitários constituem a principal fonte antrópica de nutriente, lançando nas águas nitrogênio orgânico devido à presença de proteínas e nitrogênio amoniacal através da hidrólise da uréia na água (CETESB, 1996-2011). O nitrato inorgânico é altamente solúvel e abundante em águas que recebem altas concentrações de

nitrogênio, resultante de descarga de esgotos domésticos ou de escoamento de águas pluviais de solos agrícolas (TUNDISI, 2008).

Assim como o nitrogênio, o fósforo (P) constitui um dos principais nutrientes necessários para os processos biológicos (CETESB, 1996-2011), desempenhando papel importante no metabolismo aquático (funcionamento e crescimento de plantas aquáticas). Toda a forma de fósforo presente nas águas naturais, forma iônica ou complexada, encontra-se sob a forma de fosfato. As formas mais comuns de fósforo orgânico são de origem biológica, e fosfatos dissolvidos são derivados do processo de lixiviação de minerais em rochas (TUNDISI, 2008).

A principal fonte artificial de fósforo para o ambiente aquático, assim como do nitrogênio, são os esgotos domésticos (CETESB, 1996-2011; ESTEVES, 1988), nos quais estão presente os detergentes superfosfatados, empregados em larga escala doméstica (CETESB, 1996-2011). Esses são extremamente maléficos para o ambiente aquático, pois além do seu potencial risco de eutrofização do ambiente, os detergentes (por possuírem substância tensoativas) são os principais responsáveis por alterações na tensão superficial de ecossistemas aquáticos, podendo trazer grandes prejuízos as comunidades que vivem na superfície da água (ESTEVES, 1988).

2.3 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica, dissolvida ou em suspensão (FREITAS, 2009). Desta forma, pode-se dizer que é a medida indireta da matéria orgânica presente no ambiente aquático. O oxidante químico comumente utilizado é o dicromato de potássio, que possui maior poder de oxidação do que o resultante da ação de microorganismos. Assim, os valores de DQO de uma amostra normalmente são superiores aos valores de DBO₅ (demanda biológica de oxigênio em 5 dias) (CETESB, 1996-2011), e são obtidos em um menor prazo, aproximadamente 2 horas.

O aumento da concentração da DQO em um corpo hídrico é resultante, principalmente, do despejo de efluente doméstico e industrial. O que a torna um parâmetro indispensável na caracterização e monitoramento de lançamento de efluentes domésticos e industriais (CETESB, 1996-2011).

2.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

Na água pura há uma quantidade pequena de íons H^+ e OH^- , formados pela dissociação da molécula de água. Quando a solução apresenta a mesma concentração de íons H^+ e OH^- é dita neutra (pH=7), já uma solução que contenha maior concentração de íons H^+ é denominada ácida (pH inferior a 7), e ao contrário, é básica (pH superior a 7) (ESTEVES, 1988). Assim, o pH pode ser definido como a basicidade ou acidez de uma solução.

O pH é uma das variáveis mais importantes presentes na água, porém uma das mais difíceis de ser interpretadas devido aos inúmeros fatores que podem influenciá-lo (ESTEVES, 1988). Exerce influência direta sobre a fisiologia das diversas espécies de ecossistemas aquáticos naturais, assim como efeitos indiretos, já que determinadas condições de pH, podem contribuir para precipitação de elementos tóxicos, como metais pesados, e em outras circunstâncias pode exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes (CETESB, 1996-2011).

A grande maioria dos corpos d'água continentais apresentam pH variando entre 6 e 8, entretanto pode-se encontrar ambientes com maior acidez ou maior alcalinidade, desta forma, cada ecossistema apresenta comunidades vegetais e animais características (ESTEVES, 1988). A legislação ambiental (BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005) estabelece restrições de faixas de pH para as diferentes classes de águas naturais. Para água doce é estabelecido pH entre 6 e 9; para águas salobras de classe 1 e 2, pH entre 6,5 e 8,5; para águas salobras de classe 3, pH entre 5 e 9; e, por fim, pH entre 6,5 e 8,5 para água salinas. Portanto, os critérios de proteção à vida aquática fixam pH entre 6 e 9 (CETESB, 1996-2011).

2.5 METAIS PESADOS

O termo "metal pesado" (sinônimo de "metal traço", "elementos traço", "micronutriente") é usado para designar os elementos metálicos que apresentam número atômico superior a 22, com densidade maior que 5 g.mL^{-1} (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2009) e massa atômica maior que a do ferro ($55,8 \text{ g/mol}$) (RODRIGUES, 2007). São os elementos químicos que ocorrem nos sistemas naturais em pequenas concentrações, da ordem de partes por bilhão (ppb) a partes por milhão (ppm). Segundo Tundisi (2008), a concentração de diferentes metais na água varia de 0,1 a $0,0001 \text{ mg.L}^{-1}$, podendo elevar-se muito em função das atividades humanas. O avanço industrial e a expansão urbana estão causando um aumento significativo na concentração desses elementos considerados como traço no ambiente natural,

conseqüentemente, diversos efeitos e alterações nos ecossistemas naturais vêm sendo observados.

Os metais pesados são componentes naturais da crosta terrestre e dos seres vivos. Quando lançados no meio aquático, os metais liberados pela atividade humana somam-se aos de origem natural, podendo causar efeitos adversos nos organismos (RODRIGUES, 2007). Alguns metais são considerados essenciais, pois desempenham papel importante na manutenção dos processos fisiológicos dos tecidos vivos e dos organismos, como é o caso, por exemplo, do manganês, zinco e cobre, os quais, quando em concentrações muito baixas, são fundamentais nos processos fisiológicos de regulação (TUNDISI, 2008). Outros metais como mercúrio, chumbo, cádmio, prata, cromo, níquel e estanho, entretanto, não têm função biológica conhecida e são geralmente tóxicos para grande variedade de organismos (ESTEVES, 1988) podendo apresentar ação mutagênica, carcinogênica ou teratogênica (RODRIGUES, 2007). Mesmo os metais pesados essenciais, com função biológica conhecida, quando presentes em grandes concentrações, podem apresentar alta toxicidade aos organismos (ESTEVES, 1988; RODRIGUES, 2007), sendo que os níveis de metais essenciais são regulados pelo metabolismo e os níveis de metais não essenciais são bioacumulados, tornando-se tóxicos quando alcançam determinadas concentrações no organismo.

Um dos aspectos mais importantes que distingue metais pesados de outros poluentes tóxicos, além da sua não biodegradabilidade, é que sua toxicidade é grandemente controlada pelas suas propriedades físico-químicas. O estado de oxidação de alguns metais determina a sua mobilidade, biodisponibilidade e toxicidade (COSTA, 2005).

Os organismos aquáticos tendem a acumular metais pesados e contaminantes orgânicos em seus tecidos, mesmo quando a água possui níveis desses compostos abaixo da concentração máxima tolerada pela legislação, o que leva a grandes riscos de contaminação dentro da cadeia trófica (NIENCHESKI; FILLMANN, 2006). Através das cadeias alimentares, os metais pesados são distribuídos pela biota do ambiente aquático. Desta maneira podem atingir populações humanas, que devido ao efeito cumulativo (bioacumulação), são os mais afetados pelas conseqüências da contaminação (ESTEVES, 1988).

Geralmente, alguns metais pesados são monitorados, dada a sua importância ecológica e toxicológica, sendo o caso do cádmio, mercúrio e chumbo (TUNDISI, 2008).

2.5.1 Cádmi

O cádmio é um elemento químico de símbolo Cd, número atômico 48 e massa atômica igual a 112,4 u, pertencente ao grupo 12 da tabela periódica. Encontra-se no estado sólido em temperatura ambiente e possui coloração branca azulada com um brilho semelhante ao da prata (STEPHAN, 2007).

O cádmio é encontrado em baixas concentrações na crosta terrestre. As principais fontes antrópicas de cádmio são: atividades de mineração, produção e consumo de produtos que utilizam cádmio em sua fabricação, assim como: baterias, pigmentos, processos de combustão (carvão, óleo, gasolina, papel, madeira), emissão de indústrias de ferro e aço, fertilizantes fosfatados, resíduos de galvanoplastia, resíduos de cimento, resíduos de esgotos, resíduos de lixo municipal, sendo que traços de cádmio são lançados ao ar (FELLENBERG, 1980; SEMMLER, 2007).

Em condições naturais é encontrado nas águas em níveis de traços. A ocorrência de concentrações mais elevadas nas águas está relacionada às ações humanas (FIGUEIRÊDO, 2008). Segundo Semmler (2007), a concentração de cádmio em águas superficiais em mar aberto está abaixo de $0,005 \mu\text{g.L}^{-1}$. Sua distribuição vertical em águas do oceano caracteriza-se por quantidades menores na superfície e maiores em águas profundas, o que pode ser correlacionado com os níveis de nutrientes nessas áreas. O valor máximo de cádmio permitido pela legislação é $0,001 \text{ mg.L}^{-1}$ para águas doces das classes 1 e 2 e $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ para classe 3. Para águas salinas e águas salobras da classe 1, o valor máximo é de $0,005 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,04 \text{ mg.L}^{-1}$ para classe 2 (BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005).

É um dos metais pesados mais tóxicos ao homem e aos animais. Sua toxicidade é similar a do mercúrio, possivelmente pelo processo de ligamento seletivo aos resíduos de cisteína e metalotioneína (que apresenta resíduos de cisteína) facilitando sua absorção pelo organismo (STEPHAN, 2007). Porém, a meia vida do cádmio no organismo é de cerca de 10 anos, muito maior que a do mercúrio (FELLENBERG, 1980). O cádmio possui uma grande mobilidade em ambientes aquáticos, acumula-se em organismos aquáticos (bioacumulativo) podendo entrar na cadeia alimentar e é muito persistente no ambiente (CASTRO, 2006). Além de carcinogênico, o cádmio tem se mostrado lesivo ao DNA. Assim, existe toxicidade, carcinogenicidade e teratogenicidade do cádmio para o homem e animais. Peixes, caranguejos e outros animais acumulam cádmio em graus elevados em seus rins e fígados (SEMMLER, 2007).

2.5.2 Chumbo

O chumbo é um elemento químico de símbolo Pb, número atômico 82 com massa atômica igual a 207,2 u. Possui coloração branca azulada, acinzentado se exposto ao ar e encontra-se em estado sólido no ambiente (STEPHAN, 2007). Ainda, segundo este autor, é reconhecido como um dos metais mais antigos e nocivos, utilizado pelos humanos por pelo menos 7000 anos.

O chumbo ocorre como contaminante ambiental devido ao seu largo emprego industrial nas áreas extrativa, petrolífera, de acumuladores, tintas e corantes, de cerâmica e bélica, assim, encontra-se intensamente no meio em que o homem vive. Os motores de combustão eliminavam chumbo finamente dividido e restos não queimados de tetraetil-chumbo (incorporado a gasolina para melhorar a qualidade), o qual é capaz de permanecer na atmosfera por um longo período, havendo assim uma considerável contaminação do meio ambiente por chumbo (FELLENBERG, 1980). A partir da década de 90, muitos países limitaram o uso do chumbo na gasolina, o que diminuiu a quantidade das emissões.

Em condições naturais, apenas traços do metal são encontrados nas águas, da ordem de $0,01 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ou menos. Maiores concentrações são decorrentes das atividades humanas (FIGUEIRÊDO, 2008). Segundo CONAMA (BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005), a concentração limite de chumbo para águas doces das classes 1 e 2 é de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,033 \text{ mg.L}^{-1}$ para águas doces da classe 3. Para águas salinas e águas salobras o valor máximo para classe 1 é de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ e o valor máximo para classe 2 é $0,21 \text{ mg.L}^{-1}$.

O chumbo não tem funções nutricionais, bioquímicas ou fisiológicas conhecidas, o que o torna tóxico para a maioria dos organismos vivos (SEMMLER, 2007). A intoxicação crônica pode levar ao saturnismo e também pode afetar o sistema nervoso central ou periférico. Este metal afeta praticamente todos os órgãos e sistemas do corpo humano, acumulando-se nos ossos (cerca de 90%) e no sangue, podendo atravessar a barreira placentária (CASTRO, 2006). O chumbo pode ser introduzido no organismo através de diferentes vias: por inalação (ar atmosférico), ingestão (água, alimento e solo contaminados) e por via dérmica. Dependendo do nível e duração da exposição, o elemento chumbo pode afetar vários sistemas orgânicos (SEMMLER, 2007).

2.5.3 Mercúrio

O mercúrio é um elemento químico de símbolo Hg, número atômico 80 e massa atômica igual a 200,59. Pertencente ao grupo 12 da tabela periódica, integrando a classe dos metais de transição. O mercúrio é um metal líquido e inodoro à temperatura ambiente, mas quando a temperatura aumenta transforma-se em vapores tóxicos e corrosivos mais densos do que o ar (CUNHA, 2008).

O mercúrio ocorre naturalmente no meio ambiente e existe em um grande número de espécies químicas (ALEXANDRE, 2006). Cunha (2008) especifica de um modo geral, três formas de apresentação do mercúrio: (i) elemento metálico, mercúrio elementar (Hg^0), (ii) sais inorgânicos, também designados como sais de mercúrio, quando este se combina com elementos como o cloro, enxofre ou oxigênio, ou (iii) compostos orgânicos, se um átomo de mercúrio se liga covalentemente a pelo menos um átomo de carbono, originando compostos de metilmercúrio, etilmercúrio ou fenilmercúrio. Sendo que os compostos mercuriais orgânicos e inorgânicos são as formas mais comuns no meio ambiente (ALEXANDRE, 2006).

Ainda segundo Alexandre (2006), a contribuição de mercúrio para o ambiente aquático é resultado de emissões pontuais diretas, deposição atmosférica, erosão e lixiviação. Para os oceanos, a principal fonte é a deposição úmida. A distribuição das diversas espécies de mercúrio que entram no sistema aquático é regulada por processos físicos, químicos e biológicos, os quais ocorrem nas interfaces ar/água e água/sedimento.

O mercúrio é encontrado, em níveis de traços, naturalmente no ambiente aquático. Em águas superficiais a concentração natural de mercúrio é, em média, de 1 a 20 mg.L^{-1} (TAVARES, 2007). Porém, as ações humanas elevam essas concentrações. O valor máximo de mercúrio permitido pelo CONAMA (BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005) é 0,0002 mg.L^{-1} para águas doces das classes 1 e 2, enquanto para águas doces da classe 3, o valor máximo é de 0,002 mg.L^{-1} . Para águas salinas e águas salobras da classe 1 o valor máximo é de 0,0002 mg.L^{-1} e 0,0018 mg.L^{-1} para classe 2.

Como colocado por Cunha (2008), atualmente a exposição da população em geral surge a partir das duas formas orgânicas do metal, metilmercúrio (CH_3Hg^+) e etilmercúrio ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Hg}^+$), provenientes de três fontes distintas: o consumo de peixe contaminado, as amálgamas dentárias e algumas vacinas. Apesar de distintas, estas formas são relacionáveis. O peixe contaminado, particularmente os predadores (atum, peixe espada e outros), são a maior,

senão a única, fonte de metilmercúrio, uma vez que hoje em dia a utilização de fungicidas contendo esta molécula não é comum.

3 ÁREA DE LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo foi realizado no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, em dois sangradouros, Ponto 1 e Ponto 2, localizados no município de Cidreira, conforme mostra a Figura 1. O Ponto 1 (coordenadas: 30°11'24,6''S e 50°12'29,34''W), que se localiza na área central do município, percorre uma área de aproximadamente 1000 metros dentro deste, podendo ter, possivelmente, uma maior contribuição de contaminantes (Apêndice 1). O Ponto 2 (coordenadas: 30°10'54,89''S e 50°12'18,03''W), localizado a cerca de 1 km ao sul do Ponto 1, percorre uma área menor, de aproximadamente 400 metros dentro do município (Apêndice 2).



Figura 1. Mapa com a localização da área de estudo. Em vermelho, destaque dos sangradouros (Ponto 1 e 2) foco de estudo, localizados no município de Cidreira/RS, Brasil.

O clima da região, segundo a classificação Köppen-Geiger, é do tipo *cfa*, subtropical úmido (ou temperado), o qual apresenta verão ameno com temperatura média do mês mais quente superior a 22° C, constituído por quatro estações razoavelmente definidas (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007). O município compreende uma área de, aproximadamente, 246 km² com uma população de, aproximadamente, 12.668 habitantes (IBGE, 2007), sendo que nos meses de veraneio esse total é multiplicado em mais de 10 vezes, ultrapassando 150.000 habitantes. Apesar do elevado número de habitantes, especialmente nos meses de verão, a maioria das moradias é suprida de fossas sépticas

individuais, sendo a solução mais utilizada no estado do Rio Grande do Sul (CLEZAR JUNIOR, 2006), e segundo PROFIL (2005) menos de 50% do esgoto é recolhido pela rede pública (Figura 2). Entretanto, em algumas moradias os esgotos são ligados direta e clandestinamente na rede pluvial, que entra em comunicação com os sangradouros, acabando no mar.

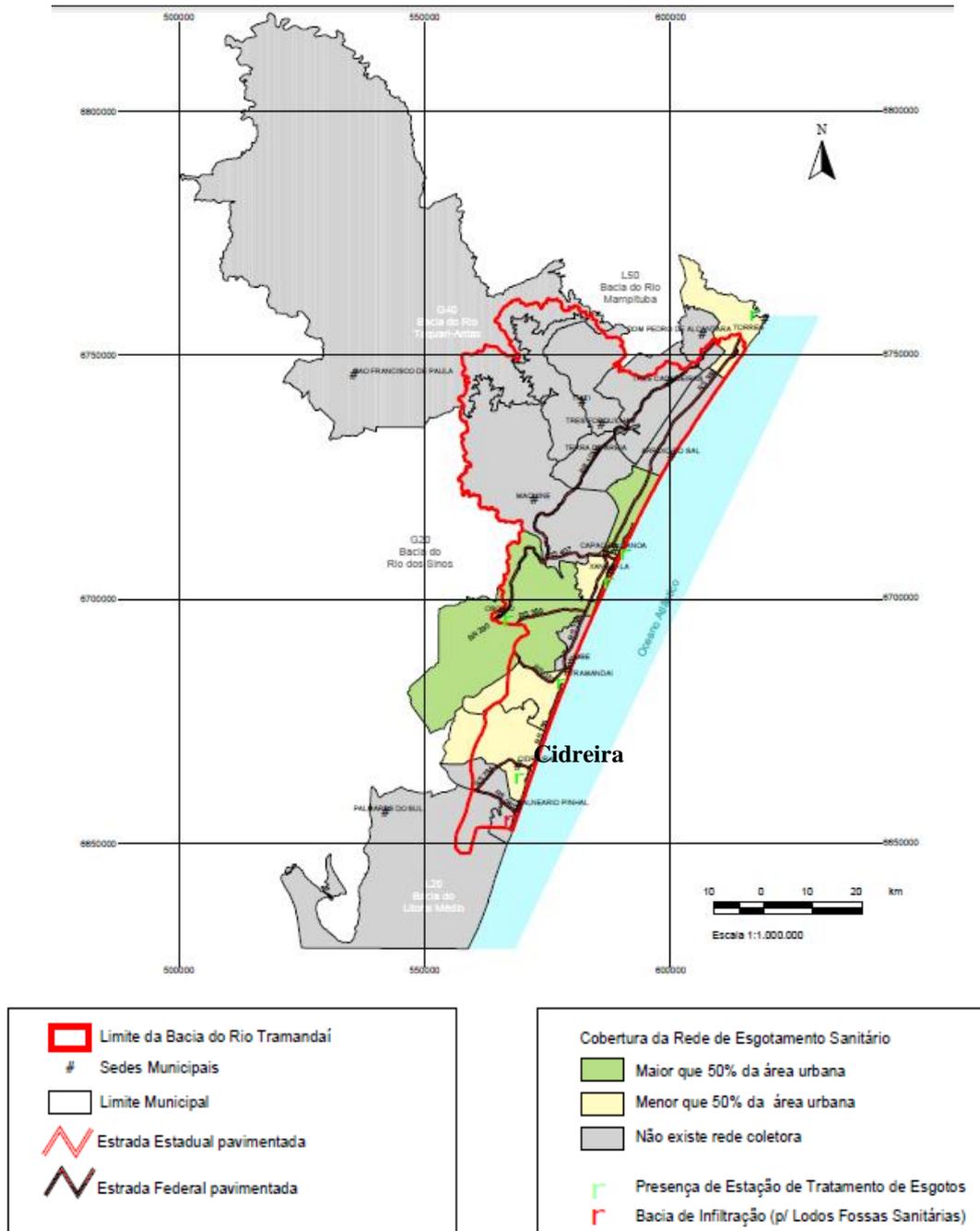


Figura 2. Mapa com a cobertura da rede de esgotamento sanitário dos municípios do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. Fonte: Cedido por Cacinele M. da Rocha (CECLIMAR)*.

*Mapa elaborado pelo PROFILL Engenharia e Ambiente para o Comitê de Gerenciamento da Bacia do Tramandaí.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia de trabalho foi realizada nas seguintes etapas: coleta em campo, análise de laboratório e análise estatística dos dados. Segue, abaixo, a descrição de cada uma das etapas.

4.2 METODOLOGIA DE COLETA

Em campo foram coletados amostras de água e sedimento, registrados dados pontuais e do clima, bem como determinada a vazão de cada sangradouro. Abaixo, segue descrição de cada um desses métodos.

4.2.1 Coleta de água

As amostras de água provenientes dos sangradouros escolhidos como área de estudos foram coletadas mensalmente, entre os dez últimos dias de cada mês, desde maio de 2011 até fevereiro de 2012. As amostras foram coletadas de forma direta, com os próprios frascos, pelo difícil acesso no ponto de desembocadura dos sangradouros na costa marinha, conforme mostra a Figura 3. Para a realização da coleta, seguiu-se como referência o Standard Methods¹.



Figura 3. Coleta de água sendo realizada na desembocadura do sangradouro Ponto 1. Nota-se a presença de entulhos e lixo no local.

¹ STANDARD methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington: American Public Health Association, 2005.

Após as coletas, os frascos contendo as amostras de água foram armazenados sob refrigeração (aproximadamente 4° C) em isopor e encaminhados até o Laboratório de Análise de Águas, Sedimentos e Biologia do Pescado do Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos – Instituto de Biociências (LASP - CECLIMAR/IB/UFRGS, Imbé/RS), onde foram realizadas as determinações das variáveis nitrogênio total, fósforo total, pH e DQO.

4.2.2 Coleta de sedimento de fundo

De forma a quantificar os níveis de metais pesados no local, foi coletado o sedimento superficial na foz de cada sangradouro, já que este tem maior poder de acumulação, muitas vezes não disponibilizando metais livres para coluna de água. Para isso utilizou-se, como forma de padronização, um molde de acrílico de 0,5 m² (meio metro quadrado) (Figura 4 A) que foi posto no fundo de cada sangradouro para coleta do sedimento. Coletou-se toda a superfície (aproximadamente 1 cm do sedimento superficial) com o auxílio de uma pá, conforme ilustrado na Figura 4 B. Após a coleta em campo, os recipientes foram armazenados sob refrigeração, aproximadamente 4° C, em isopor e encaminhados ao LASP - CECLIMAR/UFRGS.

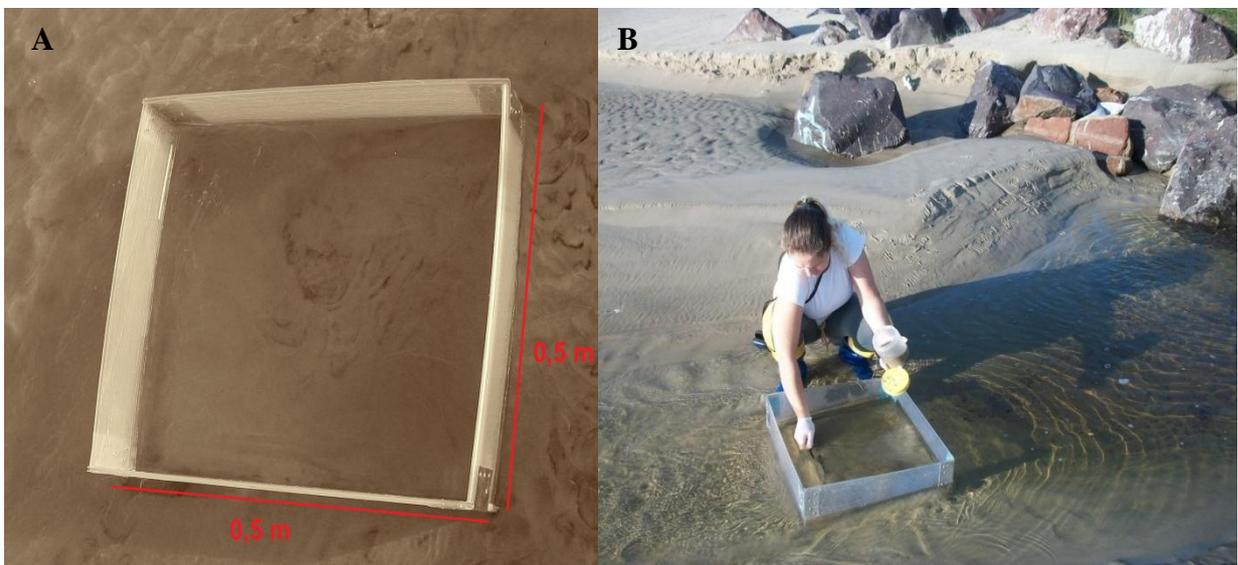


Figura 4. A: molde de acrílico utilizado para delimitar a área de coleta de sedimento. B: coleta de sedimento sendo realizada no Ponto 2, em 28/02/2012.

4.2.3 Coleta de dados pontuais e observacionais

No momento da coleta, foram registrados dados de temperatura da água e do ar como o auxílio de um termômetro de mercúrio, assim como foram feitas algumas anotações de dados

observados acerca do clima e aspectos do local, que auxiliaram na caracterização do ambiente em estudo, como, por exemplo, presença e tipos de lixo, coloração e odor da água, presença de animais, entre outros. Estes dados compõem a tabela em anexo (apêndice 3) e auxiliaram na discussão do trabalho.

4.2.4 Determinação da vazão dos sangradouros

Para obter valores aproximados de vazão dos sangradouros amostrados, foram coletados, no Ponto 1, alguns dados em campo (profundidade, largura e velocidade do fluxo de água) para construção de perfil batimétrico, (Figura 5). Entretanto no Ponto 2, devido à presença de uma canalização, que veio a facilitar a amostragem, os valores de vazão foram obtidos diretamente com o auxílio de um balde graduado, uma base de acrílico (que direcionava a água do encanamento ao balde) e cronômetro para marcação do tempo utilizado para encher o balde (Figura 6). Conforme método proposto por Carvalho (2008)².



Figura 5. Coleta de dados para realização do perfil batimétrico, realizada no mês de novembro/11, no Ponto 1.

²CARVALHO, T. M de. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 1, n. 1, p. 73-85, 2008. Disponível em: <http://www.sumarios.org/sites/default/files/pdfs/30410_3995.PDF>. Acesso em: 20/04/2011.



Figura 6. Determinação da vazão sendo realizada no Ponto 2. Observe a “base de acrílico”, que serve de auxílio no direcionamento da água. Coleta do mês de janeiro/12.

4.3 METODOLOGIA DE ANÁLISE EM LABORATÓRIO

Em laboratório foram analisadas as seguintes variáveis: nitrogênio total, fósforo total, DQO, pH e metais pesados. A seguir, encontra-se especificado cada método utilizado.

4.3.1 Análise de nitrogênio total, fósforo total, DQO e pH

Em laboratório, a primeira variável a ser analisada no momento seguinte após as coletas foi o pH, de forma a minimizar alterações. Os valores foram obtidos através do pHmetro, de acordo com Standard Methods¹. A análise de nitrogênio total foi realizada através do processo de digestão ácida, destilação e espectrofotometria, conforme Standard Methods¹ e NBR 10560³. A análise de fósforo total foi realizada através do processo de digestão ácida e espectrofotometria, também conforme Standard Methods¹ e NBR 12772⁴. Já a determinação da DQO se deu através de digestão ácida e titulação, de acordo com Standard Methods¹.

³ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10560**: águas - determinação de nitrogênio amoniacal - métodos de nesslerização, fenato e titulométrico. Rio de Janeiro, 1996.

⁴ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12772**: água - determinação de fósforo - método de ensaio. Rio de Janeiro, 1992.

4.3.2 Análise dos teores de metais pesados

Como preparação das amostras para análise dos teores dos metais pesados nos sedimentos, inicialmente, foi realizada a secagem das mesmas, em estufa a 50° C, no Lab. de Análises de Águas, Sedimento e Biologia do Pescado (CECLIMAR/IB/UFRGS). Após, esse sedimento juntamente com as amostras de água foram encaminhados ao Centro de Ecologia (CENECO/IB/UFRGS), onde foram feitas as respectivas determinações dos metais.

A determinação dos índices de Pb e Cd foi realizada via espectrofotometria de absorção atômica/eletrotérmica com método de digestão com ácido nítrico em sistema aberto, nas amostras de água, e digestão com ácido nítrico e fluorídrico em sistema fechado, no sedimento. A determinação dos índices de Hg foi realizada via espectrofotometria de absorção atômica/geração de hidretos com método de digestão EPA 245.1, na água, e digestão com ácido nítrico em sistema fechado, no sedimento. Ambos os métodos de análises se basearam no Standard Methods¹. Os dados resultantes estão expressos em $\mu\text{g.L}^{-1}$ e $\mu\text{g.g}^{-1}$ de metal pesado.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis quantitativas referentes aos parâmetros determinados foram avaliadas por análise de variância (ANOVA), respeitando os valores estatisticamente significativos, com uma confiança de 95% ($\alpha = 0,05$). Os programas utilizados para realizar esta análise foram: SPSS 18.05⁵ e o EXCEL[®] (2007)⁶.

Os dados também foram submetidos à análise multivariada, onde foram estabelecidos modelos de análise com o auxílio do software PAST⁷. Procurando por algum tipo de correspondência, submeteu-se o conjunto de dados a uma análise de agrupamento hierárquico (HCA), onde as amostras agruparam-se entre si, segundo semelhanças. Considerando estes grupamentos formados, as amostras e variáveis foram submetidas também ao método de análise por componente principal (PCA), buscando concentrar as informações em alguns componentes específicos.

⁵Statistical package for the social sciences – v 18.

⁶Microsoft Office Excel 2007.

⁷HAMMER; HARPER; RYAN. **Paleontological Statistics version 2.08b**. 2001.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizadas, no total, dez coletas em cada ponto amostral, sendo uma a cada mês do estudo. O monitoramento abrangeu tanto meses de inverno, como meses de verão, de modo a caracterizar o melhor possível a variação sazonal.

Os resultados obtidos ao longo do presente estudo, referentes aos parâmetros de qualidade da água, estão apresentados nas tabelas 1, 2, 3 e 4, e são discutidos a seguir.

Tabela 1. Resultados físicos e químicos verificados no Ponto 1 nos meses de monitoramento.

Resultados Ponto 1					
Coletas	pH	DQO (mg.L⁻¹)	Fósforo total (mg.L⁻¹)	Nitrogênio total (mg.L⁻¹)	Temperatura água (° C)
Maio/11	6,77	76,19	ND	1,985	19,0
Junho	6,85	PR	0,078	2,736	15,0
Julho	6,78	PR	ND	2,454	18,0
Agosto	6,68	108,91	0,036	2,213	19,5
Setembro	6,64	PR	0,093	3,640	20,5
Outubro	7,04	PR	0,112	2,461	21,0
Novembro	6,73	65,35	0,171	1,516	25,0
Dezembro	7,70	32,67	2,209	3,780	26,5
Janeiro/12	6,93	ND	0,074	2,686	27,0
Fevereiro	7,02	14,52	0,063	2,322	27,0
Média	6,91	33,07	0,350	2,580	21,8
EMP	0,154	20,55	0,375	0,346	2,12
Limite de detecção	0,01	5,00	0,020	0,020	-

EMP: erro médio padrão. ND: não detectado. PR: prejudicado.

Tabela 2. Resultados físicos e químicos verificados no Ponto 2 nos meses de monitoramento.

Resultados Ponto 2					
Coletas	pH	DQO (mg.L⁻¹)	Fósforo total (mg.L⁻¹)	Nitrogênio total (mg.L⁻¹)	Temperatura água (° C)
Maio/11	7,21	19,05	ND	1,810	20,0
Junho	7,72	PR	0,039	2,666	17,0
Julho	7,03	PR	ND	2,151	18,0
Agosto	6,88	90,76	0,022	2,258	19,5
Setembro	6,94	PR	0,062	5,276	20,5
Outubro	7,11	PR	0,074	5,256	22,0
Novembro	6,49	32,67	0,077	2,085	24,0
Dezembro	7,60	25,41	0,039	0,664	26,0
Janeiro/12	6,79	ND	0,054	2,582	25,0
Fevereiro	7,17	7,26	0,054	2,225	26,0

Média	7,09	19,46	0,040	2,700	22,0
EMP	0,18	16,21	0,010	0,731	01,65
Limite de detecção	0,01	5,00	0,020	0,020	-

EMP: erro médio padrão. ND: não detectado. PR: prejudicado.

Tabela 3. Avaliação da significância estatística e correlação de Pearson para as variáveis analisadas.

		Significância estatística					
		Sangradouro	pH	Temperatura	P total	N total	Temporada
Correlação de Pearson	Sangradouro		0,193	0,977	0,129	0,301	1,000
	pH	0,304		0,237	0,233	0,454	0,173
	Temperatura	-0,007	-0,277		0,020	0,453	5,58 ^{E-08}
	P total	-0,351	-0,279	0,516		0,854	0,023
	N total	0,244	0,178	-0,178	-0,044		0,095
	Temporada	0,000	-0,317	0,902	0,504	-0,384	

Os dados foram submetidos à análise de significância estatística e análise de correlação de Pearson (Tabela 3), na qual empregaram-se as variáveis pH, temperatura da água (° C), fósforo total e nitrogênio total. Ainda, considerou-se a variável sangradouro, a qual foi classificada como Ponto 1 ou 2, bem como a variável temporada, que foi classificada como alta ou baixa, sendo baixa o período entre maio e outubro/11, e como alta o período de novembro/11 a fevereiro/12.

Tendo em vista os resultados obtidos, três situações mereceram especial atenção. A primeira delas, entre as variáveis temperatura e temporada, onde verificou-se correlação positiva elevada com nível de significância maior que 99%, condição já esperada. Outras duas correlações moderadas foram entre temperatura e teor de fósforo total, e entre temporada e teor de fósforo, ambos com significância maior que 95%. Nestes dois últimos casos, essas correlações moderadas poderiam ser intensificadas com uma amostragem maior.

Conforme as tabelas 1 e 2, os valores de temperatura da água registrados ao longo do estudo oscilaram de acordo com o clima, de 15,0° C a 26,5° C, com valores mais altos nos meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro) e valores mais baixos nos meses de inverno (junho, julho e agosto). A temperatura média para água no Ponto 1 foi de 21,85° C, e de 22,0° C para o Ponto 2 (Figura 7).

As oscilações de temperatura registradas ao longo do estudo estão relacionadas tanto com a sazonalidade das amostragens quanto com a profundidade dos sangradouros analisados. Uma vez que estes possuem pequena profundidade, tornando-os mais suscetíveis a radiação

solar (MILLÃO, 2004) e a troca de calor com o ambiente, principalmente pela ação do vento que age na costa aberta.

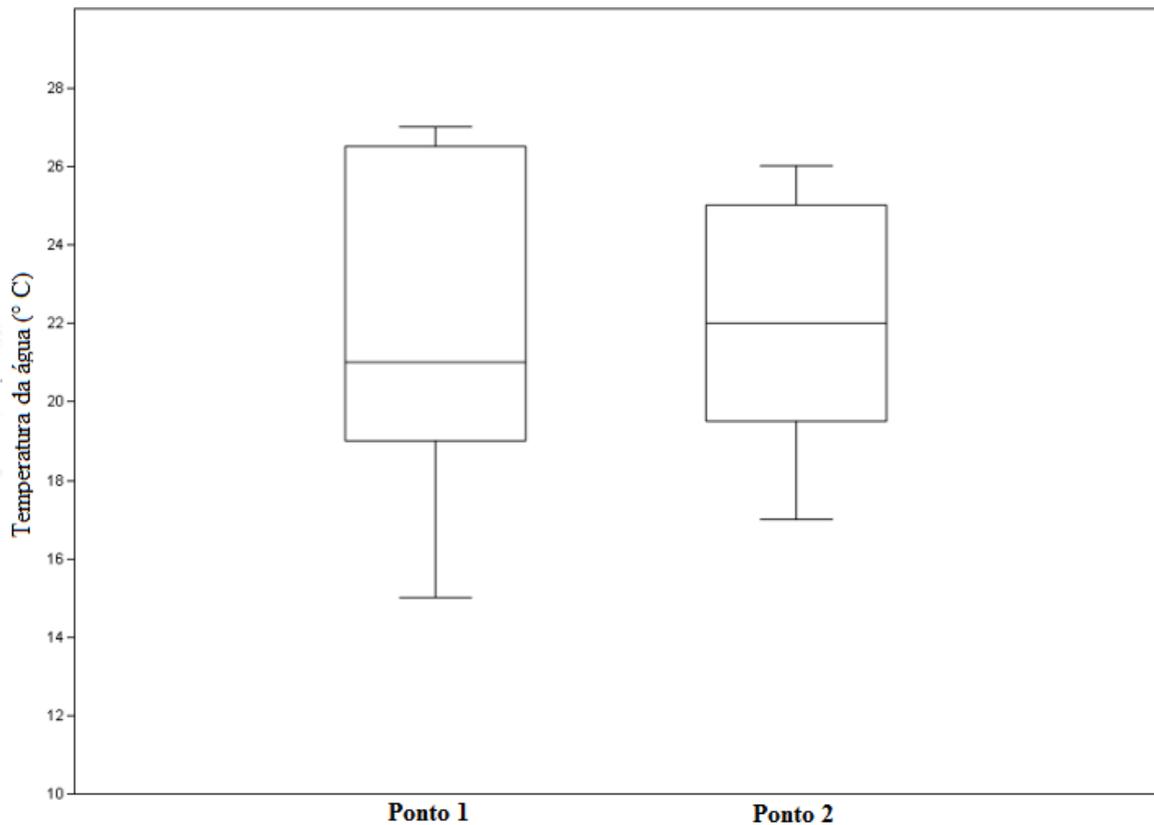


Figura 7. Valores de temperatura da água (° C) registrados nos dois pontos de coleta ao longo dos meses de estudo.

Considerando os resultados de pH registrados, pode-se observar que os valores apresentaram EMP pequeno e se mantiveram muito próximos entre os Pontos 1 e 2, conforme Figura 8. Os valores encontrados oscilaram em torno da neutralidade, estando em conformidade com a legislação ambiental ((BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005), que estabelece pH de 6,0 a 9,0 para águas doces. Entretanto, convém salientar que as águas das chuvas, presente em alguns momentos ou mesmo anteriormente a algumas coletas, possui um pH ligeiramente mais ácido que as águas dos sangradouros, podendo interferir nos valores, conforme já mencionado por Millão (2004). Sendo que, valores menores de pH, determinados ao longo do monitoramento, ocorreram nos meses em que houve registro de chuva, por exemplo, em novembro (Ponto 2) e agosto (Ponto 1).

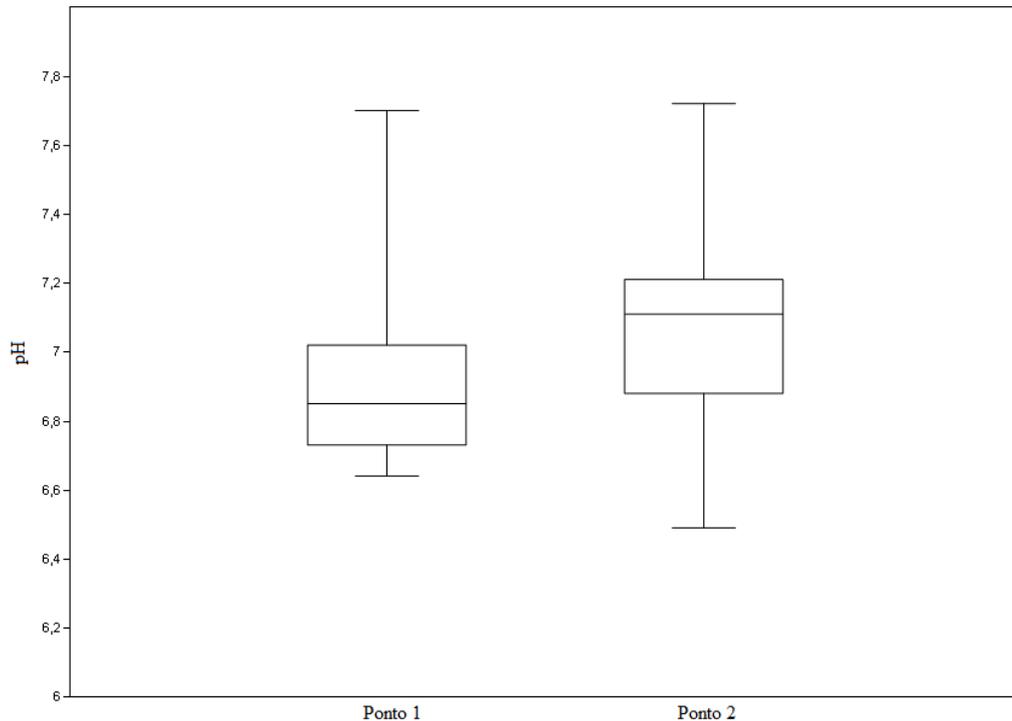


Figura 8. Valores de pH registrados para os dois pontos amostrais ao longo dos meses de monitoramento.

Em termos de matéria orgânica, estabelecida indiretamente através da demanda química de oxigênio (DQO), pudemos observar interferências em alguns teores encontrados, decorrente, possivelmente, da salinidade detectada em alguns meses de coleta onde não houve a presença de chuvas. Apesar das águas provenientes dos sangradouros serem classificadas como águas doces por serem águas continentais, possivelmente há transferência de sais através dos aerossóis marinho (maresia) transportados pelo vento para a beira da praia, assim como pelos sedimentos que os armazenam em períodos de subida da maré (BAUMGARTEN, 2007), deixando suas águas com pequeno percentual de sal. Nos meses em que houve a presença de chuvas, no dia ou mesmo dias anteriores (Apêndice 3), resultando em alta descarga d'água na costa, não se observou influência da salinidade, e desta forma, não houve interferência nos valores de DQO. Assim, os teores registrados nos meses em que houve essa interferência, foram desconsiderados de modo a evitar possíveis erros e superestimação de valores.

Ainda assim, os teores de DQO registrados nas outras seis coletas consideradas, já mostram-se significativos e evidenciam a presença de matéria orgânica em ambos os sangradouros amostrados, oriunda, possivelmente, de efluentes domésticos. Em geral, o Ponto 1 apresentou valores superiores ao dos encontrados para o Ponto 2, ambos com valor médio

de 33,07 mg.L⁻¹ e 19,46 mg.L⁻¹, respectivamente. Porém, os valores do Ponto 1 oscilaram mais se considerado aqueles registrados no Ponto 2, apresentando um EMP maior, que pode ser observado na Figura 9.

O valor de DQO mais elevado foi registrado no Ponto 1, na coleta realizada no mês de agosto/11, sendo que nesta ocasião houve a influência de elevados níveis de pluviosidade, apresentando uma maior vazão e, conseqüentemente, diluição dos teores de poluentes presentes na água. Assim, ao mesmo tempo em que a alta vazão, ocasionada por fortes chuvas, pode diluir os teores de matéria orgânica presente nos efluentes, ela também facilita um maior carreamento dos contaminantes presentes nos esgotos para os sangradouros (MILLÃO, 2004), elevando os valores, o que poderia explicar os teores encontrados.

Conforme citado por Freitas (2009), valores altos de DQO indicam poluição hídrica, grande concentração de matéria orgânica e baixos teores de oxigênio, o que vem a prejudicar a fauna presente nestes ambientes. Resultados de DQO encontrados por este mesmo autor em rios da Bacia Hidrográfica de Jacarepaguá/RJ oscilaram, a grande maioria, entre 10 e 80 mg.L⁻¹.

Em geral, os valores de DQO registrados nos meses de alta temporada (dezembro/11, janeiro e fevereiro/12), apresentaram-se menos elevados considerando aqueles registrados para os meses de baixa temporada, o que não era esperado. Em períodos de alta temporada há maior população residente, conseqüentemente, possível maior descarga de esgoto, o que resultaria em concentrações mais elevadas de matéria orgânica na água, entretanto isso não se confirmou.

Neste caso, há vários fatores que contribuem com os resultados finais. As chuvas excessivas podem lixiviar com maior poder, dificultando a detecção de contaminantes, mas não anulando seus efeitos. Enquanto, dias mais secos, restringem o escoamento, concentram nutrientes e igualmente podem maximizar efeitos, como odor e florações.

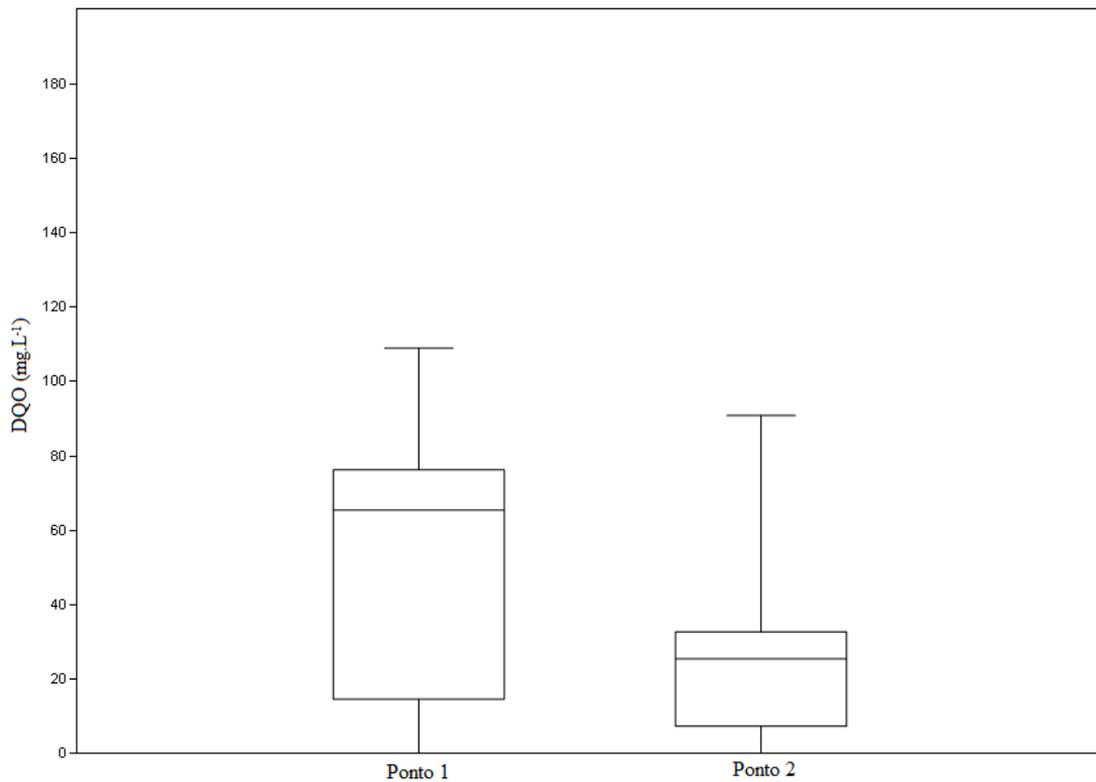


Figura 9. Valores de demanda química de oxigênio (DQO) verificados nos dois pontos amostrais durante o monitoramento.

Em relação aos quimioindicadores, nitrogênio e fósforo totais, também apresentaram teores variados, com oscilações decorrentes das chuvas ocorridas no período, consequente aumento da vazão com efeitos de diluição dos teores, bem como aumento da vazão também pela descarga de esgoto no momento de coleta, como exemplo, a coleta realizada no Ponto 1 no mês de dezembro/11. Nesta, uma grande descarga de esgoto registrada durante o momento da coleta, alterou a coloração e odor da água, influenciando claramente nos teores registrados.

O nitrogênio amoniacal (N-NH_4^+) e o fosfato (PO_4^-) são liberados pela decomposição microbológica da matéria orgânica. Além disso, podem vir diretamente dissolvidos no esgoto não tratado, originados em produtos de limpeza e em excretas humanos. O nitrito (NO_2^-) e o nitrato (NO_3^-) se formam a partir da oxidação do nitrogênio amoniacal, sendo menos tóxicos (ESTEVEZ, 1998).

Os teores de nitrogênio total, Figura 10, em sua maioria, oscilaram entre 2 e 3 mg.L⁻¹. Desta forma, os valores médios para o Ponto 1 e 2, ficaram em 2,58 mg.L⁻¹ e 2,70 mg.L⁻¹, respectivamente. Entretanto, o Ponto 2 apresentou EMP maior, em virtude de duas coletas com valores elevados (setembro e outubro/11), chegando a 5 mg.L⁻¹, inclusive coincidindo com períodos sem chuvas.

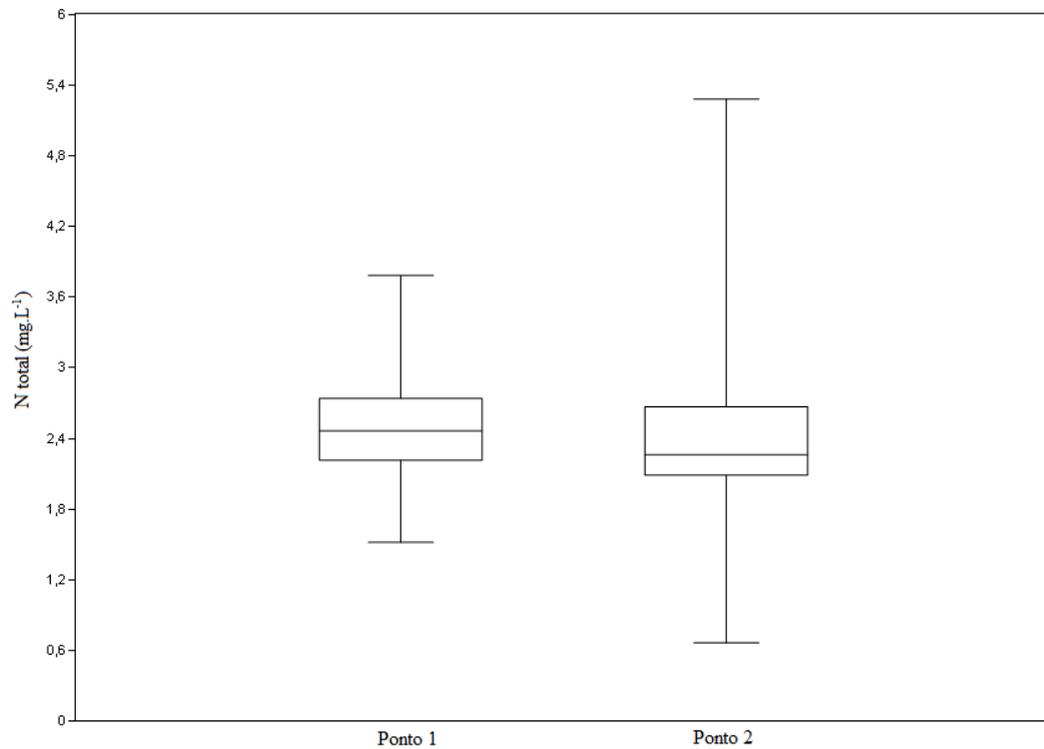


Figura 10. Valores de nitrogênio total determinados nos dois pontos amostrais nos meses monitorados.

O Ponto 1 também apresentou dois meses com valores elevados, ressaltando o EMP, sendo eles o mês de setembro/11, com $3,64 \text{ mg.L}^{-1}$ de nitrogênio total, e dezembro/11, com $3,78 \text{ mg.L}^{-1}$ de Nt. A coleta do mês de setembro, assim como no Ponto 2, não teve influência de chuvas e a baixa vazão, possivelmente resultou na maior concentração do nutriente na água.

O teor de fósforo total registrado no mês de dezembro/11 somado aos valores de nitrogênio total, reforça indícios da presença de esgoto doméstico, alcançando teor elevado, $2,209 \text{ mg.L}^{-1}$ de fósforo total (Tabela 1), teor este relacionado, possivelmente, a detergentes fosfatados presente no efluente doméstico. Coincidentemente, neste período temos uma maior população local e possíveis somas de fósforo sendo despejados nestas galerias por ligações irregulares de esgotos na rede pluvial. Vale ressaltar que no momento desta coleta a água se apresentava com coloração marrom, considerável quantidade de material em suspensão, grande vazão e mau odor (Figura 11).



Figura 11. Descarga de esgoto no momento da coleta realizada no mês de dezembro/11 no Ponto 1.

Os valores médios de fósforo total, conforme a Figura 12, ficaram em $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$ para o Ponto 2 e $0,35 \text{ mg.L}^{-1}$ para o Ponto 1. Entretanto, o Ponto 1 apresentou um alto EMP devido ao alto teor registrado na coleta do mês de dezembro/11, já mencionado anteriormente, influenciando na média final. A pluviosidade também influenciou nos teores de fósforo total registrados, uma vez que nos meses que apresentaram os valores menores, alguns até mesmo abaixo do limite de detecção (maio e julho/11), tiveram ocorrência de chuvas, o que pode explicar o ocorrido.

Em geral, os teores de fósforo registrados ao longo do estudo não ultrapassaram os valores determinados pela legislação, exceto o teor registrado na coleta do mês de dezembro/11, que esteve muito além do exigido pelo CONAMA (BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005), o qual estabelece $0,186 \text{ mg.L}^{-1}$ para água salobra de classe 2. É importante ressaltar que os valores registrados em outubro e novembro/11 para o Ponto 1, também se mostraram elevados, próximo de ultrapassar os limites estabelecidos, merecendo maior atenção.

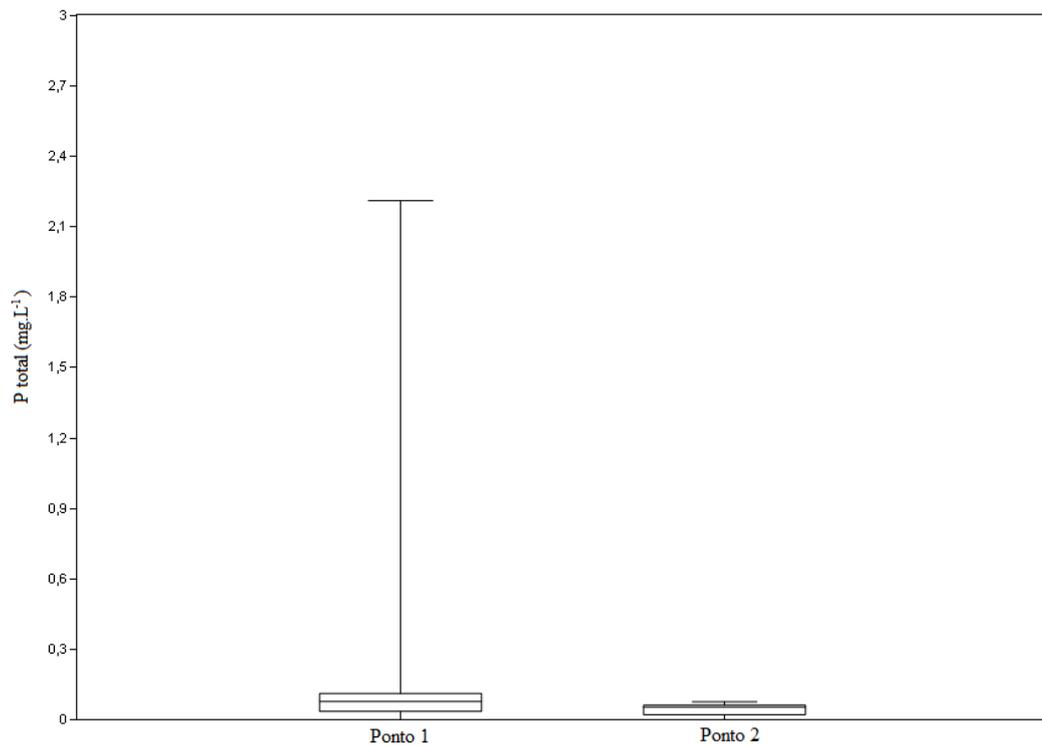


Figura 12. Teores de fósforo total determinados nos meses de monitoramento, nos dois pontos amostrais.

Em estudo realizado por Morais (2011) sobre a qualidade da água do Sistema Estuarino Tramandaí-Armazém (RS), foi registrado teor máximo de fósforo de $0,133 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo este em período de alta temporada; ainda segundo a autora, estes já comprovariam a contaminação por esgoto cloacal. Entretanto, vale ressaltar que a condição do ambiente estudada por Morais (2011) é diferente da característica amostral avaliada neste trabalho, considerando o teor de salinidade e o volume de água envolvido em cada um dos ambientes, sistema estuarino e sangradouros.

Ainda assim, não é errado inferir que nestes corpos d'água há mais do que apenas escoamento de águas pluviais, visto os teores de nitrogênio e fósforo totais para ambos os locais amostrados. De posse destas informações e alguns registros fotográficos, podemos compreender que está havendo acréscimo de nitrogênio, fósforo, material orgânico, entre outros, por meio destes sangradouros. Inclusive, em alguns casos, desencadeando processos de florações de algas, entre outras, na saída dos mesmos, observados na Figura 13.



Figura 13. A: Grande biomassa vegetacional registrada na desembocadura do Ponto 1 (coleta nov/11). B: Alta concentração de algas registrada na desembocadura do Ponto 2 (coleta nov/11).

Os valores de vazão influenciaram os teores de nutrientes registrados, conforme já discutidos acima. A vazão média ficou em torno de 10.000 L/h no Ponto 1 e 8.000 L/h no Ponto 2, diminuindo em períodos mais secos e se elevando nos períodos com presença de chuvas ou naqueles com descarga de esgoto, como mencionado para o mês de dezembro (Ponto1), o qual apresentou a maior vazão, com valor em torno dos 16.000 L/h. Observou-se também, que os valores de vazão aumentaram com a chegada do verão, reflexo do aumento populacional da região, e, conseqüente maior liberação de esgoto por residências irregulares. Desta forma, a vazão se torna variável importante a ser considerada, contribuindo para explicar os valores de contaminação verificados.

Vale ressaltar que apesar da vazão variar ao longo do ano em função da variação da precipitação, o fluxo é contínuo nos pontos amostrados, permanecendo sempre ativados, o que pode indicar que essa água provém realmente dos esgotos domésticos, e não somente da chuva, os quais fechariam em períodos secos como nos meses de verão.

De posse dos dados físicos e químicos, partiu-se para uma análise multivariada para verificar a possibilidade de previsão de temporada usando os mesmos. Tendo em vista a indisponibilidade de alguns resultados de DQO, optou-se por desconsiderá-la como variável, empregando apenas a temperatura da água, os teores de P e N totais, bem como o pH.

Inicialmente, submetemos os dados a uma análise de grupamento hierárquico (HCA), onde foi possível observar uma nítida separação entre as amostras de alta e baixa temporada, conforme Figura 14.

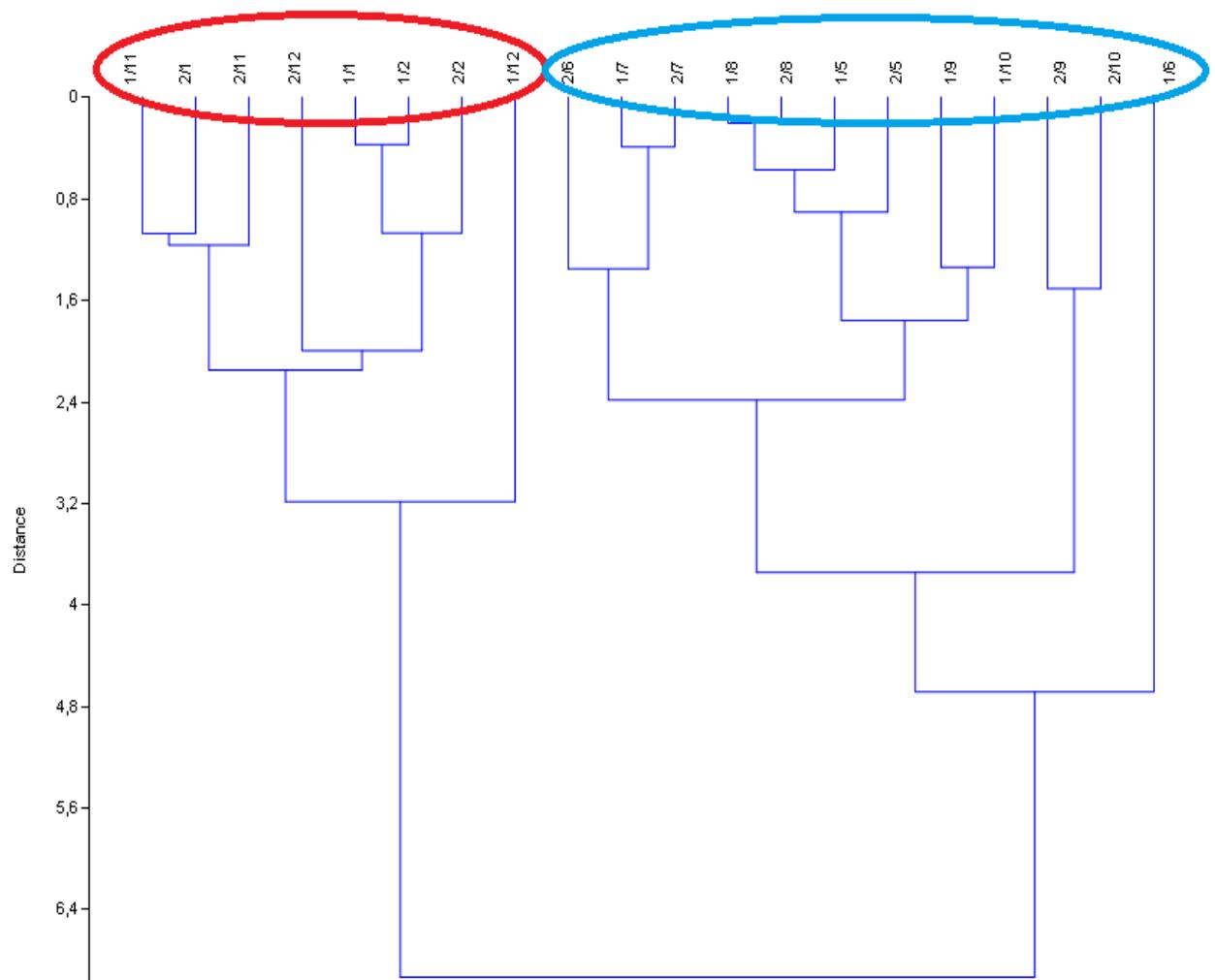


Figura 14. Gráfico de clusters da análise de agrupamento hierárquico (HCA), considerando as variáveis temperatura da água, N total, P total e pH, ao longo do monitoramento. Nota-se a separação das amostras em dois grupos: em vermelho os meses associados à alta temporada e em azul os meses associados à baixa temporada.

Tendo em vista essa separação, os dados foram submetidos à análise de principais componentes (PCA) para verificação do que estaria caracterizando isso, conforme Figura 15.

A melhor separação das amostras, consideradas nesta análise, foi através da interação “componente 2 versus componente 3”, onde foi possível observar uma separação mais clara das amostras.

Assim, há tendência à separação das variáveis, bem como das amostras, mostrando ser um modelo mediano, já que há ainda proximidade considerável entre os grupos. Ainda, observa-se que a temperatura é variável preponderante nesta separação, entretanto não age sozinha. Nitrogênio e fósforo totais contribuem com informações para esta caracterização sazonal.

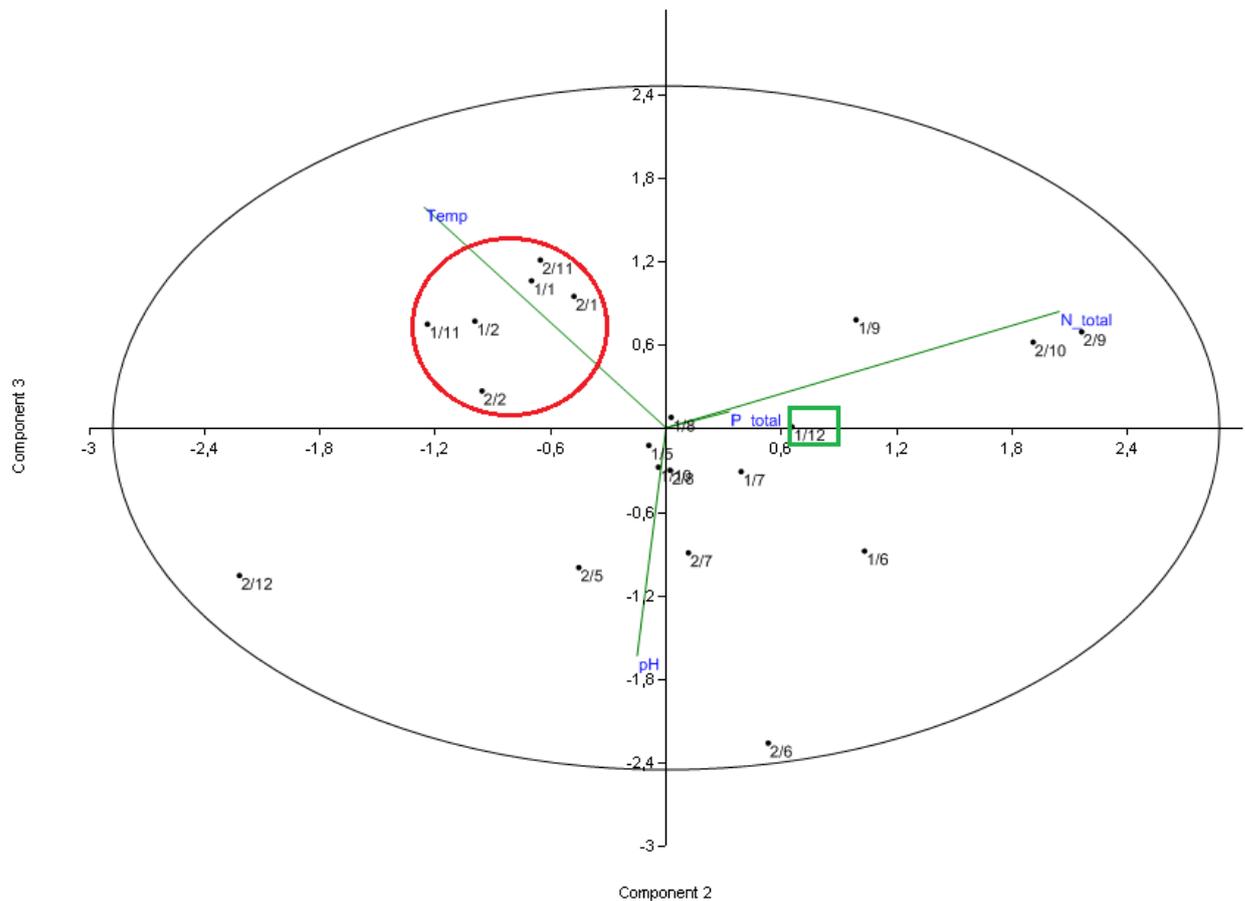


Figura 15. Gráfico de análise de componentes principais (PCA), com a interação entre as seguintes variáveis: temperatura da água, N total, P total e pH. Agrupam-se em vermelho os meses com temperatura mais elevada e, em verde, tem-se a coleta do mês de dezembro/12, mais fortemente relacionada ao fósforo.

De forma geral, entende-se que o conjunto de dados não perfaz uma alternativa confiável de previsão para períodos de alta e baixa temporada se consideradas apenas estas variáveis. Seria interessante a obtenção de um maior número amostral, bem como o monitoramento e avaliação de outros parâmetros, podendo-se sugerir, entre eles: condutividade elétrica, coliformes fecais, DBO, oxigênio dissolvido, entre outros, para incrementar/consolidar o sistema de dados e construir um modelo mais robusto.

As concentrações dos metais cádmio, chumbo e mercúrio, foram analisados inicialmente, como forma de investigação, na água dos sangradouros amostrados. Entretanto, nas três coletas em que foram analisados na água - maio, junho e julho/11, os mesmos estiveram ausentes ou abaixo do limite de detecção, sendo eles: 0,125, 0,425, 0,285 $\mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente. Em decorrência destes resultados, passou-se a analisar, a partir da 4ª coleta,

mês de agosto/11, as concentrações destes metais no sedimento superficial de cada sangradouro amostrado, uma vez que estes têm maior poder de fixar os metais e, segundo Niencheski e Fillmann (2006), o sedimento e a biota são os compartimentos mais utilizados para monitorar o ambiente.

Conforme citado por Niencheski, Milani e Milani (2008, pag. 180), “o chumbo e o cádmio tendem a se acumular no sedimento, onde, dependendo das condições físico-químicas, poderão formar complexos e mudar de forma ou ser transportados através dos diversos elos da cadeia biológica”. Ainda, segundo a CANADIAN sediment quality guidelines for the protection of aquatic life (1999), os sedimentos podem atuar como uma importante via de exposição ao chumbo para os organismos aquáticos.

Assim, após dois meses de análises no sedimento, foram detectados somente teores de chumbo, enquanto cádmio e mercúrio estiveram abaixo do limite de detecção, sendo eles: 0,085, 0,025 e 0,057 $\mu\text{g.g}^{-1}$, respectivamente. E, uma vez que os sedimentos possuem a capacidade de acumular os metais, podendo conter teores acumulados por períodos prolongados, atuando como contaminantes crônicos, e mesmo assim não constarem teores de cádmio e mercúrio, estes tiveram seu monitoramento descontinuado nas coletas posteriores.

Entretanto, teores detectáveis de chumbo foram registrados em todas as coletas de sedimento, em ambos os pontos amostrais, conforme apresentados na Tabela 4, abaixo.

Tabela 4. Apresentação dos teores de chumbo registrados nos dois pontos amostrais entre agosto/11 e fevereiro/12.

Teores de Chumbo no sedimento ($\mu\text{g.g}^{-1}$)		
Meses de coleta	Ponto 1	Ponto 2
agosto	2,90	4,28
setembro	3,33	3,45
outubro	1,86	3,24
novembro	1,72	2,50
dezembro	2,20	2,29
janeiro	2,89	2,03
fevereiro	2,86	2,42
Média	2,54	2,89
EMP	0,30	0,40

EMP: erro médio padrão.

Conforme apresentado na tabela acima, 4, os teores de chumbo registrados oscilaram no decorrer dos meses amostrais, com valor médio para o Ponto 2 de 2,89 $\mu\text{g.g}^{-1}$ e para o Ponto 1, 2,54 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Entretanto, foi analisado um Ponto Controle, localizado em uma área ainda não

urbanizada, à aproximadamente 6 km ao norte do Ponto 1, conhecido por Praia das Cabras. Neste, registrou-se valores semelhantes ao dos pontos amostrais 1 e 2, sendo este de $2,75 \mu\text{g.g}^{-1}$ (Figura 16).

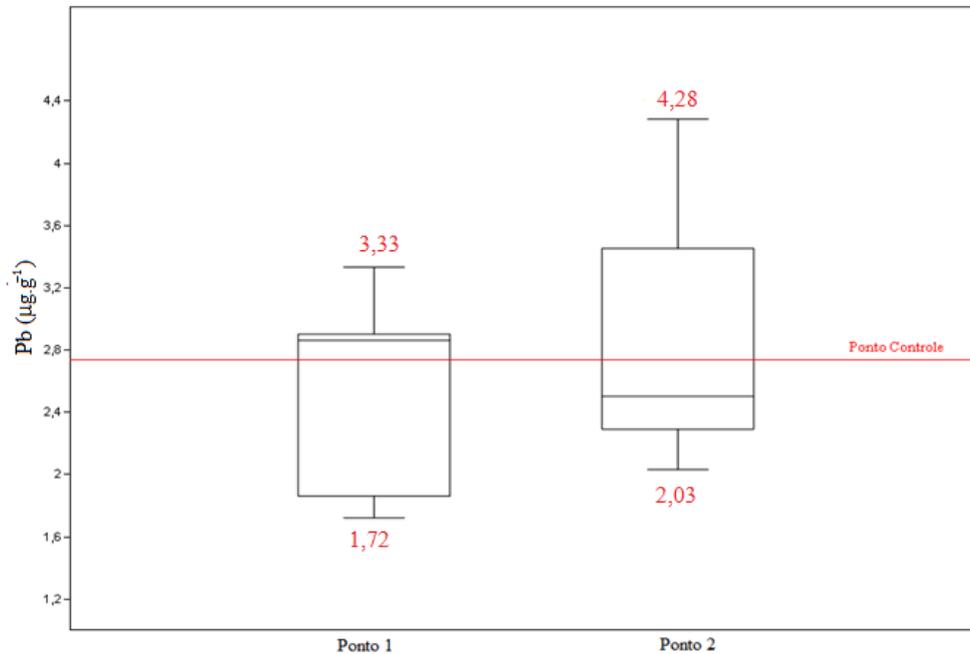


Figura 16. Teores de chumbo registrados nos dois pontos amostrais ao longo do estudo. A linha em vermelho destaca o teor registrado no Ponto Controle.

Considerando que neste local “Controle” é praticamente inexistente a ação antrópica, por ser local de campo de dunas e praia com pouquíssima circulação e interferência, estes resultados nos levam a cogitar que a contaminação não provém apenas do continente, podendo ser proveniente do próprio oceano, aportando na costa onde se acumulam nos sedimentos. Vale ressaltar que a costa local possui intensa atividade de transbordo de petróleo e derivado, bem como trânsito permanente de navios e, em vista disto, registros de derramamento desta substância já foram registrados.

Outro dado importante registrado foi a avaliação de correlação entre as variáveis chumbo e temporada, considerando os meses de agosto, setembro e outubro/11 como baixa temporada e o período entre novembro/11 e fevereiro/12 como alta temporada. Para a correlação de Pearson obteve-se o valor (- 0,59), negativo moderado com nível de significância maior que 95%, que indica que os teores de chumbo para ambos os pontos amostrais estão inversamente relacionados com característica de temporada, ou seja, valores elevados de chumbo na baixa temporada e valores mais baixos na alta temporada.

Ainda, especulando-se que a contribuição para os teores de chumbo no sedimento poderiam ser provenientes da plataforma continental, uma possível explicação para os valores acima citados seria um registro maior de elevação de maré e ressacas, que carrearão

contaminantes do oceano para a praia, nos meses de baixa temporada. Enquanto nos meses de alta temporada, um maior volume de vazão nos sangradouros amostrados poderia estar lavando esse sedimento, reduzindo os teores médios.

Outra argumentação seria que os teores encontrados estariam dentro das concentrações naturais do elemento no ambiente, por isso não divergiram muito entre os pontos urbanizados e o Ponto Controle, não urbanizado. Diretrizes canadenses de qualidade de sedimentos estabelecem concentração de chumbo para os sedimentos marinhos de $30,2 \mu\text{g.g}^{-1}$ e indicam o nível em que pode desempenhar possíveis efeitos, sendo de $112 \mu\text{g.g}^{-1}$ (CANADIAN sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables, 2002).

Segundo Paoliello e Capitani (2003), o elemento chumbo ocorre naturalmente nos solos, com concentrações médias entre 10 e $20 \mu\text{g.g}^{-1}$. Entretanto, o teor deste no solo pode ser fortemente influenciado por atividades antropogênicas e pelo transporte do metal através do ar, oriundo de diversas fontes, sendo a deposição seca ou úmida uma importante via de contaminação. No estado de São Paulo/Brasil foi sugerido teores orientadores para metais em solos, o qual estabeleceu teor de chumbo de $17 \mu\text{g.g}^{-1}$ e a concentração de alerta foi de $100 \mu\text{g.g}^{-1}$ (CETESB, 2005). Desta forma, levando em consideração essas concentrações em solo, e a carência de legislações orientadora para teores em sedimento, pode-se fazer um comparativo e, desta forma, teores de chumbo registrados ao longo do monitoramento estariam dentro do estabelecido como concentração natural.

Outro aspecto de relevante importância observado no ambiente de estudo ao longo do período de coletas, foi o elevado e recorrente número de resíduos sólidos na foz dos sangradouros, como mostra a Figura 17 e Apêndice 3. Estes podem interferir e contribuir com a degradação da qualidade da água destes córregos, em consequência, impactarem o ambiente marinho.

O plástico foi o resíduo mais registrado, especialmente as sacolas plásticas. Calças de obras também estiveram comumente presentes e foram observadas tanto na desembocadura dos sangradouros na costa, como também no curso mais para o interior do município. Lâmpadas fluorescentes quebradas também foram registradas nesses cursos de água, sendo estas extremamente impactantes para o meio. Esses materiais podem liberar contaminantes, como metais pesados presentes tanto em materiais de construção, como nas lâmpadas, contaminando o ambiente costeiro e marinho e afetando a fauna e flora local.



Figura 17. A: entulhos de obras e resíduos plásticos presentes no Ponto 1 (coleta set/11). B: Muitos resíduos, em destaque caliças de obras, imediatamente antes da desembocadura do sangradouro Ponto 2 (coleta ago/11).

Estes resíduos descartados a céu aberto favorecem o acúmulo de água próximo da foz do sangradouro algumas vezes chegando a formar bolsões de efluente, dando aspecto ruim ao local, refletindo na qualidade do ambiente e impactando o turismo; ainda, acaba por ser motivo de atração das aves e outros animais, podendo evoluir para ponto transmissor de doenças.

Vale ressaltar que ao longo do estudo foi registrado, conforme Apêndice 3, espécies de aves, peixes e invertebrados nesses ambientes, destacando assim a importância do sangradouro como habitat de fauna, desempenhado papel fundamental, principalmente na nutrição dessas espécies. Entretanto, a degradação da qualidade da água, a contaminação por compostos químicos, bem como a introdução de resíduos sólidos nesses ambientes, pode vir a causar grandes impactos na estrutura dessas comunidades, como os processos de acumulação de contaminantes (bioacumulação), ingestão de resíduos, transmissão de doenças, entre outros, sendo muitos não perceptíveis a curto prazo.

6 CONCLUSÕES

Ao final do estudo, somando todos os resultados registrados - nutrientes, matéria orgânica, metais pesados e lixo – é perceptível que esses ambientes sofrem impactos permanentes por ações antrópicas, assim como mau gerenciamento costeiro na região. Essas ações certamente estão contribuindo pouco a pouco com a degradação dos oceanos, e a falta de iniciativa na modificação destes repetidos cenários ao longo das costas mundiais, por tratar-se erroneamente de “pequenos” e “pontuais” problemas, acaba por criar um impacto cumulativo crônico que mais cedo ou mais tarde irá apresentar seus efeitos.

Esse estudo ressalta a importância de um gerenciamento ambiental e municipal para evitar problemas quanto à saúde pública e impactos ambientais. Um maior acompanhamento desses ambientes, ainda pouco estudados, também se faz necessário. Uma vez que, um maior conhecimento traz maior segurança na proposição de alternativas remediadoras e controladoras para tais impactos.

A qualidade da água e os níveis de contaminação desses sangradouros ainda não haviam sido investigados anteriormente. Assim, os resultados aqui apresentados ressaltam a necessidade da continuidade de monitoramentos, principalmente abrangendo um período amostral maior, de no mínimo quatro anos com e sem registro de fenômenos como de *El Niño* e *La Niña*, os quais trariam maior segurança e robustez aos dados, permitindo o entendimento desta dinâmica entre ambientes e ocupação.

Uma vez que o município é dependente do turismo em meses de alta temporada, como fonte de renda, torna-se importante o controle da poluição nos recursos hídricos, pois a constante degradação desses ambientes reflete na qualidade de vida. Descarga de esgoto muitas vezes torna as águas subjacente impróprias para banho, como observado em veraneios anteriores, especialmente no local de deságue do sangradouro Ponto 1.

Aqui, trata-se de dois sangradouros de pequeno porte, entretanto, com o prospectado crescimento regional, isso possivelmente se agravará, chegando a igualar-se a casos de grandes canais que escoam para mar, como por exemplo, a cidade de Santos (SP), entre tantas outras, onde grandes áreas de praia ficam comprometidas, refletindo inicialmente no turismo local e evoluindo para casos mais graves de saúde pública.

Tendo em vista os resultados de metais pesados e a possibilidade da contaminação ser proveniente de outras fontes que não os sangradouros, torna-se necessário uma investigação mais abrangente sobre possíveis contribuintes ou mesmo se estes estão em faixa considerada

natural. Ainda, esses dados poderiam ser correlacionados aos estudos realizados com a fauna local e seus possíveis efeitos frente a diferentes teores e contaminantes.

Torna-se necessário o fornecimento dessas informações a técnicos e autoridades locais, bem como realizar trabalhos de conscientização de modo a alertar os banhistas sobre a qualidade dessas águas, possíveis contaminantes, doenças transmissíveis que possam estar presentes nas mesmas, já que muitos acabam por ter contato direto com esses sangradouros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, S. de C. **Avaliação de área contaminada por mercúrio total em descoberto – Minas Gerais**. 53 p. Tese (Pós Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais. 2006. Disponível em: <http://www.ufv.br/dec/ppg/Teses/MS_Alexandre.pdf>. Acesso em: 23/01/2011.

ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 320 p.

BAPTISTA NETO, J. A.; WALLNER-KERSANACH, M.; PATCHINEELAM, S. M. (Org.). **Poluição Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 412 p.

BAUMGARTEN, M. da G. Z.; *et al.* Praia do Cassino (Rio Grande – RS): qualidade da água dos sangradouros da área central – antes (2003) e depois (2005) da instalação da estação de tratamento de esgotos (ETE). **Cadernos de ecologia aquática**, Rio Grande – RS, v. 2, n. 1, 2007.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução N° 357, de 17 de março de 2005**. [Brasília] : Ministério do Meio Ambiente, 2005. 23 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20/12/2010.

CANADIAN sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: lead. 1999. Disponível em: <<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/239/>>. Acesso em: 25/06/2012.

CANADIAN sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables. 2002. Disponível em: <[http://www.ecy.wa.gov/programs/eap/psamp/BoundaryBay/PSAMP-BBAMP%20documents/Canadian%20guidelines%20for%20water%20quality/SedimentProtAquaticLifeSummaryTables\(en\).pdf](http://www.ecy.wa.gov/programs/eap/psamp/BoundaryBay/PSAMP-BBAMP%20documents/Canadian%20guidelines%20for%20water%20quality/SedimentProtAquaticLifeSummaryTables(en).pdf)>. Acesso em: 25/06/2012.

CASTRO, S. V. de. **Efeitos de metais pesados presentes na água sobre a estrutura das comunidades bentônicas do Alto Rio das Velhas-MG**. 110 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Setor Meio Ambiente, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/220M.PDF>>. Acesso em 27/02/2011.

CETESB. **Decisão de diretoria nº 195-2005- E, de 23 de novembro de 2005**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf>. Acesso em: 18/06/2012.

CETESB (São Paulo). **Águas superficiais**. 1996-2011. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas>>. Acesso em: 23/04/2012.

CLEZAR JUNIOR, B. **O perfil da infra-estrutura urbana das cidades do Litoral Norte do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8162/000569330.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 01/04/2012.

COSTA, C.N. **Biodisponibilidade de metais pesados em solos do Rio Grande do Sul**. 110 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Setor Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000564970&loc=2007&l=500bc57c3717c131>>. Acesso em: 08/02/2011.

CUNHA, M. E. da S. **Interação entre mercúrio e sistemas biológicas**. 55 p. Dissertação (Doutorado em Ciências Biomédicas) – Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidade do Porto. 2008. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/9169/2/Tese%20MCunha.pdf>>. Acesso em: 20/01/2011.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1988. 575 p.

FERREIRA, A. P.; HORTA, M. A.; CUNHA, C. de L. N. da. Avaliação das concentrações de metais no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Revista da gestão costeira integrada**, [Santa Catarina], v. 10, n.2, 2010. p. 229-241. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-186_Ferreira.pdf>. Acesso em: 10/01/2011.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. São Paulo: E. P. U., 1980. 196 p.

FIGUEIREDO, S. A. de.; CALLIARI, L. J. Sangradouros: Distribuição espacial, variação sazonal, padrões morfológicos e implicações no gerenciamento costeiro. **Gravel**, Porto Alegre, n. 3, 2005. p. 47-57. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ceco/gravel/3/CD/docs/Gravel_3_06.pdf>. Acesso em: 02/03/2011.

FIGUEIRÊDO, A. de C. **Avaliação e diagnóstico da qualidade da água do açude de Apipucos, Recife-PE**. 89 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife - PE, 2008.

Disponível em: < <http://www.pgea.ufrpe.br/downloads/dissertacoes/Adriana.pdf>>. Acesso em: 20/12/2011.

FREITAS, A. M. **Qualidade das águas fluviais: estudo de caso da bacia hidrográfica de Jacarepaguá – RJ**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Área: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009. Acesso em: <http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2009/AliceMendesdeFreitas_PEAMB2009.pdf>. Disponível em: 10/04/2012.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (RS). **Diretrizes ambientais para o desenvolvimento dos municípios do Litoral Norte**. Porto Alegre: FEPAM, 2000. 95 p. (Cadernos de planejamento e gestão ambiental, n. 1)

IBGE CIDADES. 2007. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:EuRFirZK58QJ:www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16/01/2012.

LISSNER, J. B.; GRUBER, N. L. S. Contaminação dos recursos hídricos e gestão integrada no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. **Revista eletrônica ParaOnde!?**. Porto Alegre, vol. 3, n. 2, 2009. 18 p. Disponível em: < <http://seer.ufrgs.br/paraonde/article/view/22096>>. Acesso em: 22/04/2012.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P. A situação do monitoramento das águas no Brasil - Instituições e iniciativas. **Revista brasileira de recursos hídricos**. Porto Alegre, vol. 5, n. 3, 2000. p.113-135. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/novo/detalha.php?id=127&t=A+SITUA%C7%C3O+DO+MONITORAMENTO+DAS+%C1GUAS+NO+BRASIL+-+INSTITUI%C7%D5ES+E+INICIATIVAS>> . Acesso em: 20/06/2012.

MARQUES JÚNIOR, A. N.; MORAES, R. B. C. de; MAURAT, M. C. Poluição Marinha. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. p. 505-528.

MARRONE, E. V.; ASMUS, M. L. **Gerenciamento costeiro**. Pelotas: USEB, 2005. 149 p.

MILLÃO, D. G. **Níveis de contaminação orgânica nos sangradouros da praia do Cassino (Rio Grande, RS) – verão de 2003**. 72 p. Monografia (Graduação em Oceanologia) – Área: Gerenciamento Ambiental, Fundação Universidade do Rio Grande. Rio Grande, 2004.

MONTONE, R. C.; BÍCEGO, M. C. Indicadores químicos de esgoto. *In: Poluição marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. p. 395-412.

MORAIS, L. P. de. **Qualidade da água no Sistema Estuarino Tramandaí-Armazém, Rio Grande do Sul, Brasil, e percepção ambiental da comunidade local**. 114 p. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas, ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Imbé, 2011.

NIENCHESKI, L. F.; MILANI, M. R.; MILANI, I. Metais traço: água. *In: BAPTISTA NETO, J. A.; WALLNER-KERSANACH, M.; PATCHINEELAM, S. M. (Org.). Poluição marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. p. 179-196.

NIENCHESKI, L. F.; FILLMANN, G. Contaminantes: metais, hidrocarbonetos e organoclorados. *In: LANA, P. da C. (Ed.). Avaliação ambiental de estuários brasileiros: aspectos metodológicos*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006. p. 63-118

PAOLIELLO, M. M. B.; CAPITANI, E. M. DE. Chumbo. *In: AZEVEDO, F. A. de; CHASIN, A. A. da M. Metais: gerenciamento da toxicidade*. São Paulo: Atheneu, 2003. p. 353-397.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences*. Lindau, 11, p. 1633-1644. 11, Oct. 2007.

PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. 631 p.

RODRIGUES, M. L. K. **Origem, distribuição e mobilidade potencial de metais pesados em ambiente fluvial impactado por curtumes**. 255 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000620173&loc=2008&l=bbbb255dc33b1023>>. Acesso em: 26/01/2011.

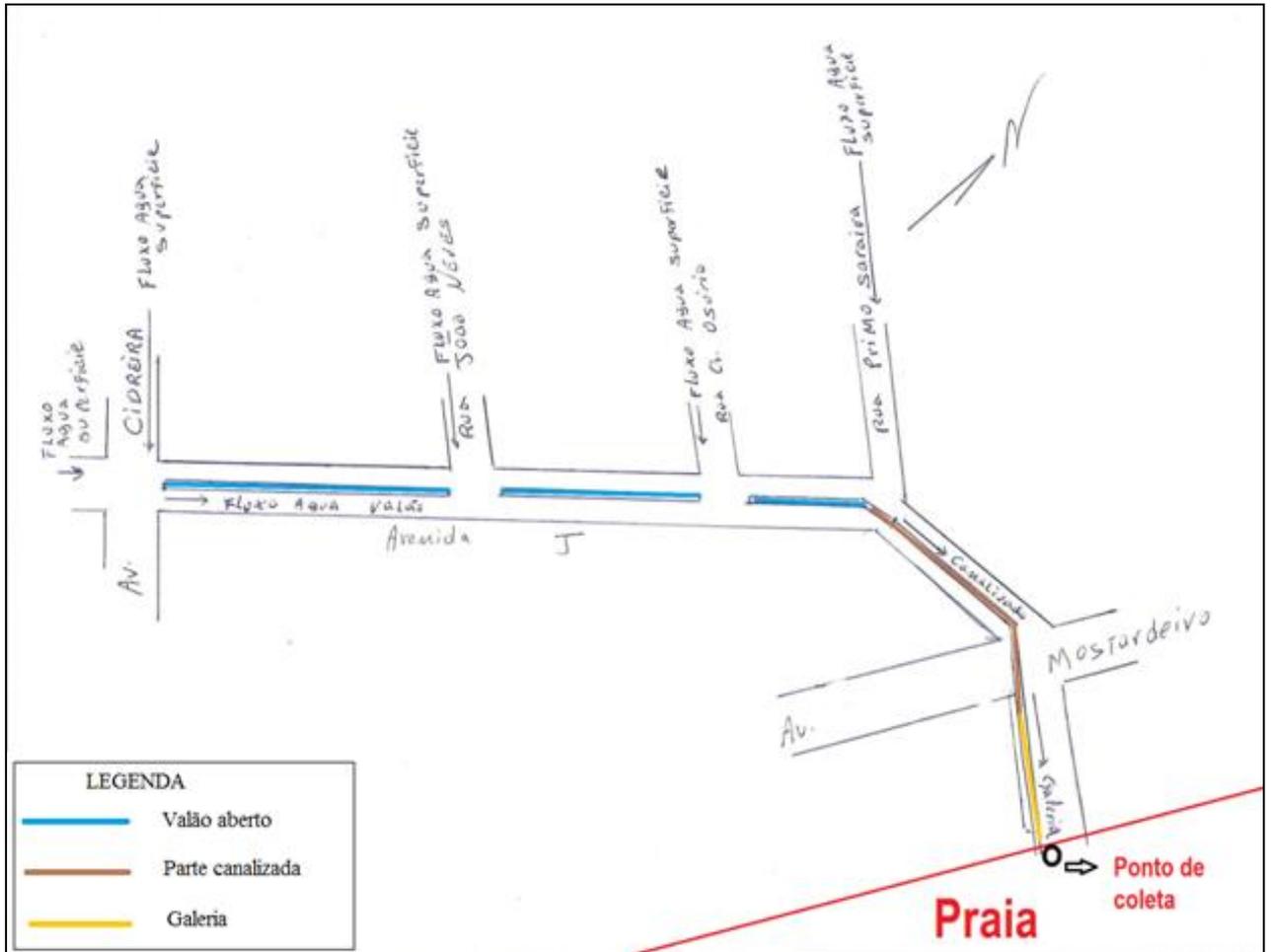
SEMMLER, M. G. C. **Biomonitoramento de Hg, Cd, Pb e outros elementos em áreas costeiras do estado de São Paulo por meio do mexilhão transplantado *Perna perna* (LINNAEUS, 1758)**. 140 P. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Aplicações) – Instituto de Pesquisas energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-27112007-140442/publico/Tese_Marilia_Semmler.pdf>. Acesso em: 20/01/2011.

STEPHAN, M. C. **Avaliação dos níveis de contaminação por metais pesados em amostras de sedimentos da região estuarina de Santos e Cubatão – SP.** 66 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Setor: Meio Ambiente e Saúde, Universidade Católica de Santos. Santos, 2007. Disponível em: < http://biblioteca.unisantos.br/tede/tde_arquivos/5/TDE-2007-11-20T071459Z-104/Publico/Maria%20Carolina%20Stephan.pdf>. Acesso em: 02/02/2011.

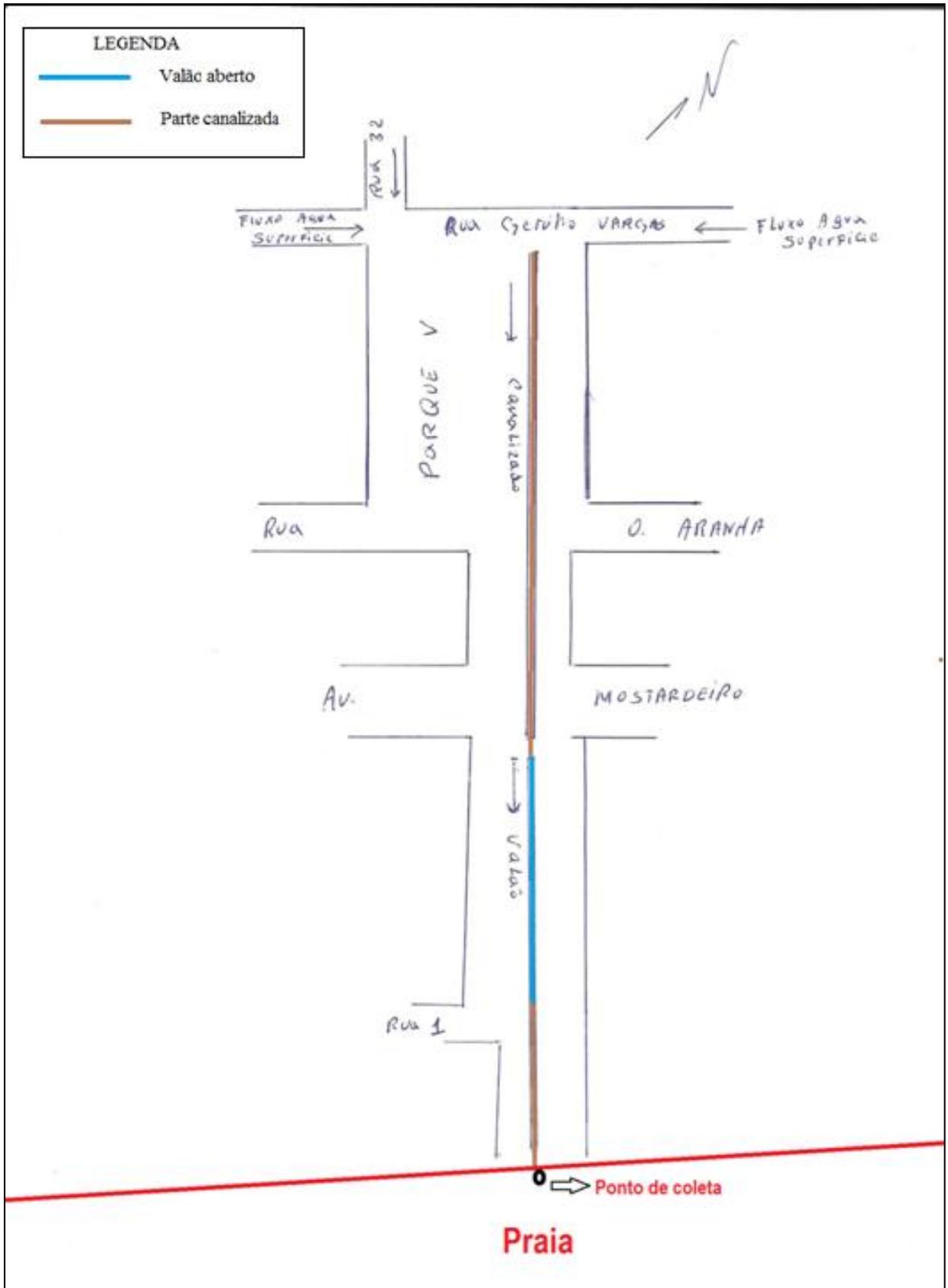
TAVARES, G. I. **Desenvolvimento e avaliação de sistema em fluxo para especiação de mercúrio.** 53 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Área de Química Analítica, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil, 2007. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/6/TDE20080312T132937Z1366/Publico/GREICETAVARES.pdf>. Acesso em: 20/01/2011.

TUNDISI, J. G. **Limnologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631 p.

APÊNDICE



Apêndice 1. Croqui do sangradouro Ponto 1 e seu trajeto pelo município, com indicação das ruas as quais são coletadas as águas superficiais e, possivelmente, de efluentes residenciais.



Apêndice 2. Croqui do sangradouro Ponto 2 e seu trajeto pelo município, com indicação das ruas as quais são coletadas as águas superficiais e, possivelmente, de efluentes residenciais.

Apêndice 3. Dados observacionais e pontuais registrados no momento das coletas, durante todo o monitoramento, nos dois pontos amostrais.

		Temperatura do ar (° C)	Coloração	Odor	Presença de algas	Animais mortos	Presença de animais	Presença de vegetação	Presença de lixo	Precipitação	Outras observações
Coleta 27/05/2011	Ponto 1	17,0	Transparente (amarelada)	Levemente fétido	Poucas	Não	Garças, Piru-piru	Gramíneas	Entulho de obra	7 mm, de 26/05/2011 até a hora da coleta	-
	Ponto 2	17,0	Transparente (amarelada)	Levemente fétido	Poucas	Não	Piru-piru	Diversidade antes da desmb.	Plásticos, entulhos		-
Coleta 29/06/2011	Ponto 1	12,0	Transparente (amarelada)	Levemente fétido	Sim	Não	Garça, piru-piru	Algumas gramíneas	Plástico, entulho...	Ausência	-
	Ponto 2	12,0	Transparente (amarelada)	Levemente fétido	Poucas fixas na encanação	Não	1 garça	Antes da desembocadura	Sacolas plásticas		-
Coleta 29/07/2011	Ponto 1	17,0	Transparente (amarelada)	Levemente fétido	Sim	Alguns peixes (descartados por alguém)	Aves batuíra	Gramíneas	Entulhos de obra, plásticos,...	11,6 mm, de 28/07 até o momento da coleta	Correnteza forte
	Ponto 2	17,0	Transparente (amarelada)	Inodora	Poucas	Não	Garças	Antes da desembocadura	Plásticos, isopor,...		Correnteza média
Coleta 28/08/2011	Ponto 1	22,0	Amarela	Levemente fétido	Poucas sobre pedras	Não	Garças, batuíra	Gramíneas e outras	Muitos entulhos, plásticos, isopor,...	20,2 mm, das 3hs até o momento da coleta ~13hs	Correnteza forte
	Ponto 2	22,0	Amarela	Levemente fétido	Poucas sobre pedras	Não	Não	Antes da desembocadura	Alguns plásticos		Correnteza forte
Coleta 29/09/2011	Ponto 1	23,5	Pouco amarelada	Inodora	Bastante sobre pedras	Não	Não	Gramíneas	Muito lixo	Ausência	Presença de espuma; Correnteza forte
	Ponto 2	23,5	Transparente	Inodora	Poucas sobre pedras	Não	Não	Antes da desembocadura	Poucos plásticos		Correnteza fraca
Coleta 31/10/2011	Ponto 1	22,0	Transparente pouco amarelada	Inodora	Sim (verdes)	Não	Piru-piru, peixes	Lentilhas-d'água	Plástico, papel, entulho de obra...	Ausência	-
	Ponto 2	22,0	Transparente (amarelada)	Inodora	Poucas sobre as pedras	Bivalve e peixes	Peixes	Antes desembocar	Plástico		Ausência

Coleta 30/11/2011	Ponto 1	24,0	Amarelada/partículas escuras	Inodora	Sim	Não	Barata-da-praia	Bastante lentilha-d'água, erva-capitão, agrião	Plásticos, isopor, pincel, resto obra, latas...	8 mm (30/11/11)	Corrente média a forte
	Ponto 2	24,0	Transparente (amarelada)	Inodora	Muitas algas verdes	Não	Gaiivota, peixe, girino	Antes da desembocadura	Plástico, resto obra, vidros...		Corrente forte
Coleta 21/12/2011	Ponto 1	27,8	Marrom	Fétido de esgoto	Não	Não	Não	Poucas	Plástico, e alguns entulhos	Ausência	Corrente forte
	Ponto 2	25,3	Transparente	Inodora	Não	Não	Quero-quero, girino	Não	Pouco	Ausência	Corrente fraca
Coleta 25/01/2012	Ponto 1	26,5	Transparente (pouco amarelada)	Inodora	Sim, verdes	Não	Peixes	Gramíneas	Plásticos, lâmpadas fluo., resto de obras	Ausência	Corrente média
	Ponto 2	24,0	Transparente (pouco amarelada)	Inodora	Sim, verdes	Não	Peixes	Poucas na desembocadura	Plásticos, latas...	Ausência	Corrente média a forte
Coleta 28/02/2012	Ponto 1	28,0	Amarelada	Levemente fétido	Sobre as pedras	Não	Peixes	Bastante	Vidros, plásticos, entulhos obra...	1,2 mm (de 27/02 a 28/02)	Corrente média a forte.
	Ponto 2	27,0	Transparente (amarelada)	Inodora	Não	Não	Peixes	Poucas	Antes da desembocadura		Corrente média.