

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

**Dissertação de Mestrado**

**Caracterização ecológica da represa Mãe D'água, Campus do Vale da UFRGS,  
morro Santana, Porto Alegre - RS (Brasil).**

**Camila Freitas**

**Porto Alegre, Setembro de 2005.**

**Caracterização ecológica da represa Mãe D'água, Campus do Vale da UFRGS,  
morro Santana, Porto Alegre - RS (Brasil).**

**Camila Freitas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia, área de concentração em Ecologia Aquática.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Norma Luiza Würdig

Comissão Examinadora

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Catarina da Silva Pedrozo

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Inga Ludmila Veitenheimer-Mendes

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Teresa Raya Rodriguez

**Porto Alegre, Setembro de 2005.**

*“Deveríamos nos integrar ao nosso ambiente,  
esquecer de nós no mundo  
e entrar na gota de chuva entre o céu e a terra.”*

***Ensino budista***

## AGRADECIMENTOS

À **Profª Drª Norma Luiza Würdig**, pela sua orientação, confiança, paciência e todos minutos dedicados a mim e a este trabalho.

Ao **Dr. Nelson Augusto Fagondes Machado**, pela sua força incentivadora, seus ensinamentos e amigo que foi.

Ao **Oswaldo e Armando**, pela disponibilidade e ajuda nas árduas saídas de campo.

À amiga de sempre **Alessandra Marins**, pelo auxílio no registro fotográfico.

Ao **Dr. Gilberto Rodrigues**, pelo incentivo, ensinamentos e ajuda com os Chironomidae.

À **Simone Caterina Kapusta**, pela grande amizade, constante incentivo e incansável auxílio na análise estatística.

Aos colegas do mestrado em Ecologia: **Gerda, Guilherme, Tatiana e Juliana**, pela amizade e convivência.

Aos colegas do Laboratório de Invertebrados Bentônicos da UFRGS, **Vera Lúcia Araújo de Souza, Cynthia Cenzano, Flávio Peixoto, Fernando Campello, Suzana Fagondes de Freitas e Luis Fernando Guterres**, pelo carinho e amizade.

À **Universidade Federal do Rio Grande do Sul** pelo ensino gratuito e de ótima qualidade e principalmente ao **Programa de Pós Graduação em Ecologia**.

Aos meus pais, **Osmar e Beth**, e minha irmã, **Simone Freitas**, um agradecimento especial por todas as aventuras que passamos juntos em acampamentos e viagens que me fizeram amar tanto a natureza.

Aos meus sogros, **Suni e Paulo Henrique**, pelo carinho e apoio.

Ao meu marido **Bernardo Rodrigues Neto**, por dar-me o equilíbrio emocional que necessitava e que foi imprescindível para finalização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>Resumo</b> .....	1
<b>Abstract</b> .....	2
<b>Introdução</b> .....	3
<b>Material e Métodos</b> .....	6
<i>Área de estudo</i> .....	6
<i>Procedimentos amostrais</i> .....	9
<i>Procedimentos laboratoriais</i> .....	11
<i>Análise dos dados</i> .....	13
<b>Resultados</b> .....	15
<i>Variáveis ambientais</i> .....	15
<i>Macrofauna bentônica</i> .....	18
<i>Evolução da malha urbana</i> .....	21
<b>Discussão</b> .....	22
<b>Conclusões</b> .....	33
<b>Considerações finais</b> .....	34
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	35
<b>Anexos</b> .....	40

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Representação esquemática da localização da área de estudo, represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, Brasil. Fonte: Rio Grande do Sul - Fujimoto (2001), Campus do Vale - UFRGS (2003). .....	40
<b>Figura 2.</b> Representação esquemática das unidades amostrais na represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS. Fonte: Imagens do satélite Quickbird.. ..	40
<b>Figura 3.</b> Valores mensais de precipitação total para a cidade de Porto Alegre/RS, meses de novembro de 2003 a junho de 2004, cedidos pelo 8º Distrito de Meteorologia de Porto Alegre. ....	41
<b>Figura 4.</b> Abundância relativa (%) da macrofauna bentônica nas quatro unidades amostrais da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, na estação de verão de 2004. ....	41
<b>Figura 5.</b> Abundância relativa (%) da macrofauna bentônica nas quatro unidades amostrais da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, na estação de inverno de 2004. ....	42
<b>Figura 6.</b> Dendrograma resultante da análise de agrupamento do tipo hierárquica, pelo método UPGMA, com o software PRIMER, realizado a partir da transformação dos dados de densidades por $\log(x + 1)$ seguido da distância de Bray-Curtis, comparando as unidades amostrais nas estações de verão e inverno na represa Mãe D'água (Porto Alegre/RS). ....	42
<b>Figura 7.</b> Representação esquemática da evolução da malha urbana nas áreas do entorno da represa Mãe D'água (Porto Alegre/RS) e sua conseqüente perda de área. ....	43

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Técnicas utilizadas na determinação das variáveis de estado da água. . . . .	44
<b>Tabela 2.</b> Variáveis físicas, químicas e biológicas da água da Represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, nas estações de verão (V) e inverno (I) de 2004.. . . .	44
<b>Tabela 3.</b> Classificação nominal dos parâmetros granulométricos das amostras sedimentares da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, nas estações de verão (V) e inverno (I) de 2004, conforme Folk & Ward (1957). . . . .	44
<b>Tabela 4.</b> Densidade média (ind/m <sup>2</sup> ) e desvios padrões da comunidade de macroinvertebrados bentônicos associados aos sedimentos da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, verão e inverno de 2004. . . . .	45
<b>Tabela 5.</b> Resultados dos índices de riqueza de Margalef (R), Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J') referente à comunidade da macrofauna bentônica da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, nas estações de verão (V) e inverno (I) do ano de 2004. . . . .	45
<b>Tabela 6.</b> Resultados da ANOVA bi-fatorial (p<0,05), entre as unidades amostrais e entre as estações do ano (verão e inverno), considerando a riqueza, equitabilidade, diversidade e densidade média total da comunidade da macrofauna bentônica da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS (NS = não significativo). . . . .	46

*Dissertação apresentada na forma de artigo:*

**Caracterização ecológica da represa Mãe D'água, Campus do Vale da UFRGS,  
morro Santana, Porto Alegre - RS (Brasil).**

CAMILA FREITAS<sup>1\*</sup>, NORMA LUIZA WÜRDIG<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Laboratório de Invertebrados Bentônicos I, Av. Bento Gonçalves, 9500, Bloco 4, Prédio 43.435, Sala 204, Porto Alegre, RS, CEP: 91501-970, Brasil, e-mail\*: milafreitas@yahoo.com.br

## Resumo

### **Caracterização ecológica da represa Mãe D'água, Campus do Vale da UFRGS, morro Santana, Porto Alegre - RS (Brasil).**

O presente estudo teve como objetivo a caracterização da qualidade ambiental da represa Mãe D'água, com ênfase na macrofauna bentônica. A área de estudo, situada na vertente sul/sudeste do morro Santana, município de Porto Alegre/RS (Brasil), faz parte de uma sub-bacia hidrográfica que tem como nível de base o lago Guaíba, um importante manancial de água doce. Para análise dos indicadores ambientais da água (variáveis físicas, químicas e microbiológicas), sedimento (textura e teor de matéria orgânica) e dos macroinvertebrados bentônicos, foram realizadas duas coletas de campo (verão e inverno de 2004), em quatro unidades amostrais na represa. As variáveis ambientais da água apresentaram características típicas de ambientes aquáticos eutrofizados. As concentrações de cargas orgânicas foram evidenciadas pelos valores médios de DBO<sub>5</sub> (16,5 mg/L), e dos nutrientes fósforo (1,37 mg/L) e nitrogênio (12,73 mg/L). O sedimento apresentou altos teores das frações silte e argila, com teor de matéria orgânica superior a 10% do seu peso seco. A macrofauna bentônica caracterizou-se pelos baixos valores de densidade e riqueza, com dominância de Chironomidae (58,5%) representado principalmente pelo gênero *Chironomus*, organismos geralmente adaptados a sobreviver em ambientes escassamente oxigenados. Estes resultados mostram que a interferência antrópica está influenciando na dinâmica natural da área de estudo, contribuindo para a eutrofização das águas, baixa saturação de oxigênio, dominância de partículas finas no sedimento, e na redução da macrofauna bentônica.

Palavras-chaves: macroinvertebrados, eutrofização, represa.

**Abstract: Ecological characterization of the Mãe D'água dam, UFRGS' Campus Valley, Santana mount, Porto Alegre - RS (Brazil).** The goal of the present research is the characterization of the environment quality of "Mãe D'água" dam, emphasizing the benthic macrofauna. The area of study, situated in the south-east/south source of the mount Santana, city of Porto Alegre/RS (Brazil), is part of a hydrographic subbasin that has as base level the Guaíba lake, an important freshwater resource. In order to analyse the environmental indicators of the water (physical, chemical, and microbiological characteristics), sediment (texture and text of organic substance) and the benthic macroinvertebrates, had been carried out in the summer and winter of 2004, in four units shows in the dam. The environmental had presented typical characteristics of eutrophized aquatic environment. The organic load concentrations had been evidenced by the average values of DBO<sub>5</sub> (16,5 mg/L), and of the nutrients match (1,37 mg/L) and nitrogen (12,73 mg/L). The sediment presented high levels of the fractions silt and clay, with levels of superior organic substance 10% of its dry weight. The benthic macrofauna in characterized for the low values of density and richness, with dominance of the Chironomidae (58,5%) represented mainly by genus *Chironomus*, organisms generally adapted to low-oxygen environments. These results show that the human interference influences in the natural dynamics of the study area, contributing for the eutrophication of waters, low oxygen saturation, dominance of fine particles in the sediment, and the reduction of the benthic macrofauna.

Key words: macroinvertebrates, eutrophication, dam.

## **Introdução**

A formação de grandes aglomerados urbanos, com crescente necessidade de água para o abastecimento doméstico e industrial, além de irrigação e lazer, faz com que, hoje, a quase totalidade das atividades humanas seja cada vez mais dependente da disponibilidade das águas continentais (Esteves, 1998).

O rápido crescimento das cidades, não acompanhado no mesmo ritmo pelo atendimento de infra-estrutura - redes de água tratada, coleta e tratamento de esgotos (Fujimoto, 2001), ocasiona problemas ambientais relacionados à miserabilidade da população, que sobrevive em péssimas condições sanitárias (Ross, 2001).

A degradação dos recursos hídricos e a conseqüente escassez de água influenciaram no surgimento de inúmeros projetos de avaliação e monitoramento da qualidade das águas dentro do paradigma da sustentabilidade (Queiroz et al., 2000; Gaiofatto & Vieira, 2004).

Diante da necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas no território nacional, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceu a Resolução CONAMA nº 357/05, visando a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

Na busca de uma análise integrada na avaliação das águas, os aspectos biológicos do sistema também devem ser considerados. Segundo Rosenberg & Resh (1993) a caracterização da diversidade aquática serve como um importante agente indicador da saúde do ecossistema.

Em muitos países tem sido estabelecido o uso da avaliação dos organismos bentônicos de rios e lagos como uma parte integrante do monitoramento da qualidade da água (Moulton, 1998). No Brasil, recentemente, nas instituições governamentais houve um progresso de pesquisas aplicadas à qualidade da água, envolvendo os invertebrados bentônicos: CETESB -

São Paulo, CETEC - Belo Horizonte, IAP - Curitiba, DMAE - Porto Alegre (Tomm et al., 2004).

As principais vantagens da utilização dos macroinvertebrados como bioindicadores em avaliações e monitoramentos deve-se ao fato de estarem presentes nos mais variados ambientes, sua diversidade, natureza sedentária e ciclos de vida relativamente longos, ocasionando exposição por um espaço de tempo maior a substâncias tóxicas e pelo íntimo contato com os sedimentos e detritos, favorecendo seu contato com muitos poluentes. A grande importância da macrofauna bentônica, na estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos decorre do fato de que estes organismos participam direta e indiretamente no processo de decomposição da matéria orgânica, reduzindo o tamanho das partículas (Rosenberg & Resh, 1993).

Na cadeia trófica é parte integrante da alimentação de níveis tróficos superiores, entre eles, peixes e outras espécies de importância ecológica e econômica, constituindo-se em uma importante fonte de proteínas (Massabni et al., 2002). Sendo assim, os organismos bentônicos são de fundamental importância para a energia (Cummins, 1992) e liberação de nutrientes do sedimento para a coluna d'água, através da atividade mecânica denominada biorrevolvimento (Esteves, 1998).

Para que sejam tomadas medidas com o objetivo de melhorar a qualidade dos mananciais hídricos disponíveis, é necessário numa primeira instância fazer o levantamento dos dados, analisando e diagnosticando os problemas (Rangel, 2002). Ross (2001) mantém esta visão e afirma que esta “radiografia ecológica” tem como objetivo fornecer diretrizes que permitam imprimir modificações e que minimizem os efeitos negativos, através de medidas técnicas preventivas ou corretivas.

A represa Mãe D'água é um bom exemplo de ecossistema aquático inserido numa malha urbana, pois se localiza no morro Santana, entre o Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, município de Porto Alegre, e os bairros de Vila Santa Isabel e Jardim Universitário densamente habitados, no município de Viamão. É um corpo hídrico que faz parte de uma sub-bacia hidrográfica que tem como nível de base o lago Guaíba, um importante manancial de água doce para o Estado do Rio Grande do Sul.

A importância ecológica da represa Mãe D'água para os municípios de Porto Alegre e Viamão, aliado aos poucos estudos realizados nesse ecossistema aquático, mesmo estando nos domínios do Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, são razões relevantes para a execução de pesquisas nesta área. O presente estudo tem como objetivo avaliar a macrofauna bentônica e determinar a qualidade física, química e microbiológica da represa, fornecendo subsídios para um futuro gerenciamento da área em estudo.

## Material e Métodos

### Área de estudo

A represa Mãe D' água localiza-se no município de Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul, na divisa com o município de Viamão, entre as coordenadas UTM 667700 a 6671000S e 490650 a 4904700W (Fig. 1) e área aproximada de 2,2 ha.

Está situada na vertente sul/sudeste do morro Santana, onde se encontra a porção oeste do sítio urbano da Vila Santa Isabel (Viamão) e o Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre).

O clima de Porto Alegre é classificado, segundo W. Köppen, como sendo sub-tropical úmido (Cfa), por registrar valores de temperaturas médias do mês mais quente superiores a 22°C e apresentar chuvas bem distribuídas ao longo do ano. A temperatura média anual para o município situa-se ente 18 e 20°C e a precipitação média anual é um pouco inferior a 1500mm (Nimer, 1990).

Em termos de vegetação, encontram-se formações arbustivo-arbóreas e capoeiras, resultantes de áreas em que a vegetação arbórea original foi removida e destaca-se a presença de *Eucalyptus* e *Pinus*, próximo às áreas onde a paisagem natural foi sensivelmente modificada pelo homem (Mohr, 1995).

Em relação as macrófitas aquáticas presentes na represa Mãe D' água são identificados oito táxons (*Panicum* sp., *Commelina diffusa*, *Cladium jamaicense*, *Cyperus* sp., *Eichhornia azurea*, *Polygonum* sp., *Polygonaceae*, *Senecio* sp.), onde a gramínea *Panicum* sp. caracteriza-se como uma espécie fisionômica, enquanto *Eichhornia azurea*, *Poligonum* sp. e *Cyperus* sp. como principais espécies acompanhantes desta comunidade (Skrabe et al., 2002). Em alguns períodos do ano, é possível observar a intensa colonização desses vegetais na represa Mãe D' água, que chega a cobrir praticamente toda a superfície d' água.

No que se refere à hidrografia, dois arroios principais e vários córregos são contribuintes da represa Mãe D'água (Alves, 2000). Esta por sua vez deságua no arroio Dilúvio, a mais importante bacia hidrográfica de Porto Alegre, que corta a cidade no sentido leste-oeste e por onde escoam as águas de uma área de 83,74 km<sup>2</sup> densamente habitada (Menegat et al., 1999). Salienta-se que o arroio Dilúvio desemboca no lago Guaíba, um dos mananciais de água doce mais importantes do Rio Grande do Sul, especialmente para Porto Alegre.

Construída em 1963 pelo extinto DNOS (Departamento Nacional de Obras e Saneamento), tinha o objetivo de abastecer os modelos de estudo e pesquisa do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), e irrigar as culturas experimentais da Faculdade de Agronomia (Rangel, 2002). Conseqüentemente a represa atenderia a objetivos secundários, tais como a criação de um espelho d'água para o embelezamento paisagístico do novo Campus da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, regularizar a vazão do arroio Mãe d'água para contenção das enchentes do arroio Dilúvio, além de permitir o acesso entre o IPH e o Campus da UFRGS. Com a expansão da região metropolitana de Porto Alegre, a área em estudo sofreu um acelerado processo de ocupação (Meucci, 1987), fazendo com que os objetivos da represa Mãe D' água fossem abandonados.

No final de década de 70, iniciou-se a transferência para o Campus do Vale da UFRGS, no bairro Agronomia, dos cursos de Letras e Filosofia, para onde outras unidades vêm sendo transferidas até a atualidade, conforme a conclusão dos prédios. Com o crescimento do Campus do Vale e a inexistência de uma rede pública de esgotos sanitários para coleta e conveniente afastamento de resíduos, surgiu à possibilidade do lago formado pela represa Mãe D'água servir como uma lagoa de estabilização. No entanto, desconsiderou-se este projeto em função das águas afluentes à represa Mãe D'água apresentarem elevada cor e

turbidez, o que reduz drasticamente a capacidade de penetração da luz solar (Monteggia, 1980). Fato altamente desfavorável a uma lagoa de estabilização pela redução da lâmina de água onde ocorre o processo de fotossíntese, fundamental para a manutenção do meio aeróbio (Cetesb, 1996).

Atualmente, o esgoto proveniente das atividades do Campus do Vale da UFRGS é encaminhado para um tanque de aeração e em seguida lançado na represa Mãe D'água. Informações mais detalhadas a respeito da destinação final dos esgotos do Campus não foram disponibilizadas pela Prefeitura da UFRGS.

A composição das águas residuárias das atividades de ensino e administração geral do Campus possui suas características físicas, químicas e biológicas semelhantes às dos esgotos domésticos; no entanto, as atividades de pesquisas que envolvem serviços de laboratórios, acrescidas às aulas práticas realizadas nos mesmos, influenciam nas características dos esgotos (Monteggia, 1980). Bassani et al. (2004) apontam o fato de que as instituições de ensino superior como os centros universitários, no uso das mais variadas atividades internas realizadas com recursos hídricos, contribuem de forma significativa para a poluição hídrica devido à falta de um tratamento final.

No que se refere ao conteúdo químico dos sedimentos de fundo da represa Mãe D'água, Machado & Sacknies (2004) observaram que Pb, Cu e Zn apresentaram valores acima do limite de efeito baixo, sugerindo um possível efeito potencial para afetar os muitos usos da água.

No município de Viamão, a partir dos anos 80, a Vila Santa Isabel recebeu grandes contingentes populacionais, salientando-se que o Jardim Universitário foi uma das áreas que recebeu mais recentemente a sobrecarga de população (Alves, 2000). Os lotes foram

divididos conforme as necessidades de cada família, não havendo qualquer investimento inicial de infra-estrutura por parte dos loteadores ou do Poder Público (Fujimoto, 2001).

Nas vilas Santa Isabel e Jardim Universitário, o esgoto é constituído basicamente de detritos urbanos juntamente com material terroso (Fujimoto, op. cit.) e sua coleta apresenta-se deficitária, em razão do sistema de água instalado atender a um número maior do que os reais contribuintes, sendo que em média duzentas novas economias abastecidas crescem a cada ano (Alves, 2000).

Como conseqüência do aumento da urbanização, ocorreu a redução sistemática da vegetação original. Enquanto em 1966 a área da Vila Santa Isabel era coberta por 43,5% de mata nativa, em 1982 a cobertura com essa vegetação atingia somente 22% da área e, em 1990, sua presença totalizava 18,9% da área (Alves, op. cit.).

Dentro deste cenário, o Campus do Vale, a Vila Santa Isabel e o Jardim Universitário exercem uma influência direta no estado de conservação da represa Mãe D'água.

Diante disso, a ocupação urbana vem alterando a dinâmica natural da sub-bacia Mãe D'água (Fujimoto, 2001), comprometendo a qualidade ambiental (Skabe et al., 2002), sendo os trechos inferiores os de maior degradação (Rangel, 2002).

#### *Procedimentos amostrais*

Para avaliar a qualidade ambiental da represa Mãe D'água foram realizadas duas coletas, em janeiro e junho de 2004, representando respectivamente as estações de verão e inverno de 2004.

Foram estabelecidas quatro (4) unidades amostrais (Fig. 2), onde a seleção se deu de forma direcionada, ou seja, em função de determinadas situações observadas no ambiente, como entrada e saída de efluentes.

**Unidade amostral 1** – próxima ao vertedouro da represa, com a gramínea *Panicum* sp. da família Poaceae como macrófita predominante (30°04'44''S - 51°07'07''W).

**Unidade amostral 2** – próxima às saídas difusas de esgotos dos loteamentos e da UFRGS, com formação de espuma e forte odor (30°04'40''S - 51°07'01'' W).

**Unidade amostral 3** – próxima à área assoreada e com grande quantidade de materiais flutuantes - lixo (30°04' 41''S - 51°06' 99'' W).

**Unidade amostral 4** – próxima à via de entrada do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), com densa malha de macrófitas e dominância de *Eichhornia azurea*, da família Pontederiaceae (30°04' 47''S - 51°07' 01'' W).

Em cada unidade amostral foram obtidas as seguintes variáveis físicas, químicas e biológicas da água: temperatura, profundidade, transparência, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, DBO<sub>5</sub>, sólidos totais, turbidez, fósforo total, nitrogênio total, coliformes fecais e coliformes totais.

As medições das variáveis como temperatura, profundidade, transparência, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e saturação de oxigênio foram realizadas nos dias de coleta, nas respectivas unidades amostrais. As amostras de água para as demais variáveis foram amostradas utilizando garrafa coletora a uma profundidade d'água de 50 centímetros e, logo após, depositadas em frascos de polietileno ou vidro, conforme a variável a ser analisada e mantidas sob refrigeração e conservação até a realização dos procedimentos analíticos.

A temperatura e a condutividade elétrica da água foram medidas através de um condutímetro portátil, marca WTW, modelo LF320, sendo a temperatura da água expressa em °C e a condutividade da água expressa em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

A profundidade e transparência foram medidas por imersão na água do Disco de Secchi e expressas em metros.

O pH foi determinado através do método de Potenciometria, com o auxílio de um pHmetro portátil da marca Analion, modelo PM602.

Os valores de oxigênio dissolvido e saturado foram obtidos com a utilização de um oxímetro da marca WTW, modelo OXI 320, sendo expressos respectivamente em mg/L e percentual (%).

Com auxílio do busca-fundo do tipo Ekman, com área de  $0,0225\text{m}^2$ , indicado para fundos lodosos ou compostos por sedimentos finos (Welch, 1948), foram retiradas em cada unidade amostral duas réplicas para análise sedimentar (1 para distribuição granulométrica e 1 para teor de matéria orgânica) e para análise da macrofauna bentônica foram coletadas cinco réplicas, com intuito de atingir uma boa representatividade dos organismos, bem como exeqüibilidade do estudo (Rosenberg & Resh, 1993).

As réplicas sedimentares para o estudo do material biológico foram fixadas em campo com formaldeído 10% (Schwinghamer, 1983 *apud* Higgins & Thiel, 1988) e coradas com Rosa de Bengala para facilitar a posterior triagem do material (Holme & McIntyre, 1984).

#### *Procedimentos laboratoriais*

Com intuito de investigar a influência climática na dinâmica hídrica da represa Mãe D'água, foram verificados os valores diários e mensais de precipitação total, temperatura e umidade relativa para a cidade de Porto Alegre, entre os meses de novembro de 2003 até junho de 2004, cedidos pelo 8º Distrito de Meteorologia de Porto Alegre.

Os procedimentos analíticos das amostras de água foram realizados no Laboratório Geral e Laboratório de Microbiologia e Limnologia do Centro de Ecologia da UFRGS (CENECO), com exceção da variável  $\text{DBO}_5$ , analisada no Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Na Tabela 1 estão citados os métodos de cada uma das análises executadas para obter as variáveis de estado da água.

Os dados das variáveis de água foram discutidos tomando como base as classes de água doce da Resolução do CONAMA nº 357/05, onde as classes 1 e 2 consideram a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático e as classes 3 e 4 são destinadas aos usos menos exigentes.

A análise de granulometria foi efetuada segundo Suguio (1973) e os resultados analisados conforme Folk & Ward (1957). O teor de matéria orgânica do sedimento foi analisado no Laboratório Geral do Centro de Ecologia da UFRGS e determinado através do método de gravimetria por perda de peso após calcinação à 550<sup>0</sup>C (Allen, 1989).

No que se refere à análise faunística, nos dias seguintes às coletas, as cinco réplicas sedimentares foram lavadas em água corrente sobre peneira com abertura de malha de 0,250 mm e armazenadas em frascos de vidros com adição de álcool 70% para conservação dos invertebrados bentônicos. A escolha dessa malha é aconselhável para garantir uma melhor retenção dos juvenis da macrofauna bentônica (Day et al., 1989; Hauer & Resh, 1996).

Sob estereomicroscópio da marca Zeiss realizou-se a triagem das réplicas sedimentares em placa quadriculada, onde os organismos foram identificados, quantificados e armazenados em álcool 70%.

A identificação foi realizada até o menor taxa possível. Para representantes dos grupos taxonômicos Chironomidae e Oligochaeta efetuou-se a confecção de lâminas para observação em microscópio (Zeiss), e a identificação com o apoio da seguinte literatura: Epler (1995), Strixino & Trivinho-Strixino (1995) e Brinckhurst & Marchese (1989).

Para ilustrar o crescimento da urbanização nas áreas adjacentes à represa Mãe D'água, a partir de uma fotografia do ano de 1963 e imagens do satélite Quickbird dos anos de 2002-2003, elaborou-se um croqui desta área, representando a situação atual da malha urbana em relação à perda de área da represa no decorrer das últimas quatro décadas.

### *Análise dos dados*

As densidades foram expressas em  $m^2$ , a partir do cálculo do número total de organismos por unidade de área ( $n/A$ ), onde  $n$  é o número de organismos encontrados na amostra, e  $A$  significa a área do amostrador, que no caso é o busca-fundo Ekman de área de  $0,0225 m^2$ .

Para análise da estrutura da comunidade bentônica foram utilizados dados de densidade média, abundância relativa, Índice de riqueza de Margalef, Diversidade de Shannon-Wiener e Índice de Equitabilidade de Pielou, utilizando-se o software estatístico DIVERS (Smith, 1993), onde as fórmulas estão descritas no trabalho de Magurran (1988). As análises foram feitas em nível de família com intuito de seguir uma padronização do nível taxonômico utilizado para o cálculo dos índices acima citados. Segundo Chapin et al. (1992) *apud* Freitas (2003), a diversidade calculada na maioria das vezes com espécies pode ser aplicada a vários níveis taxonômicos de resolução, tais como gênero ou família. Estes índices não foram calculados para as unidades amostrais 4 do verão e 1 do inverno, em função da diversidade nesses locais possuir valor mínimo, ou seja, com o registro de somente uma família.

Análises de variância (ANOVA) bi-fatorial foram efetuadas para comparar os índices univariados e a densidade média (transformada por  $\log(x+1)$ ) dos táxons, entre as unidades amostrais e entre as estações de coleta. Estas análises foram efetuadas com o programa STATISTICA<sup>®</sup> 5.0.

Para caracterizar e comparar as unidades amostrais, foi empregada a distância de Bray-Curtis, a partir dos dados de densidade transformados por  $\log(x+1)$ , e realizada uma análise de agrupamento do tipo hierárquica, pelo método UPGMA, com o software PRIMER<sup>®</sup> versão 5.2.4.

Para detectar as variáveis abióticas melhor correlacionadas com a matriz biológica, foi realizada uma análise de BIO-ENV, com o programa PRIMER<sup>®</sup> versão 5.2.4, a partir da matriz de dados abióticos gerada através da distância euclidiana e da matriz de similaridade biológica, previamente descrita para a análise de agrupamento.

## **Resultados**

### *Variáveis ambientais*

Os totais de chuvas no mês de janeiro foram 58,10 mm, enquanto para o mês de junho esse valor chegou a 102,70 mm (Fig.3). A precipitação acumulada dos quinze dias anteriores ao dia da amostragem foi de 47,7 mm para a coleta de verão (27/01/2004) e 73,8 mm para a coleta de inverno (22/06/2004).

No mês de janeiro (coleta de verão), a temperatura do ar atingiu um intervalo de 18,2°C a 27,7°C, enquanto a umidade relativa do ar permaneceu entre 58% a 86%. Em junho (coleta de inverno), a temperatura permaneceu com valores entre 13,8°C a 19,3°C e a umidade relativa do ar dentro dos intervalos de 73% a 100%. Os valores de temperatura e umidade relativa do ar registrados nos dias de coleta foram respectivamente de 25,2°C e 83% para a amostragem de verão (27/01/04) e 14,8°C e 89% para a amostragem de inverno (22/06/2004).

Na Tabela 2, observam-se as variáveis físicas, químicas e biológicas relativas ao estado das águas nas coletas de verão e inverno do ano de 2004 na represa Mãe D'água.

A temperatura média da água na coleta de verão foi de 25,2 °C e no inverno de 17,1 °C.

A profundidade da represa Mãe D'água no verão apresentou valor mínimo de 1,0 m na u.a. (unidade amostral) 3 - próxima a área assoreada e o máximo de 1,8 m nas unidades amostrais 1 (próxima ao vertedouro) e 4 (próximo a entrada do IPH). No inverno, a profundidade foi registrada no intervalo de 0,6 m (u.a. 3) a 1,9 m (u.a. 1). Observa-se que os valores de profundidade da represa não ultrapassam os 2 m e que as unidades amostrais 2 e 3, localizadas nos quadrantes norte e nordeste, próximos ao despejo de esgotos e deposição de lixo, em função do assoreamento apresentaram menores profundidades que as unidades amostrais 1 e 4, situadas próximas ao vertedouro e a via de entrada do IPH, respectivamente.

Os valores de transparência da água, no verão oscilaram entre 0,1 m (u.a. 4) e 0,3 (demais unidades amostrais). No inverno, a faixa de variação esteve entre 0,3 (u.a.s 1, 2 e 4) a 0,35 m (u.a. 3).

Os valores do pH apresentaram, no verão, uma faixa de variação entre 6,86 (u.a. 4) e 6,98 (u.a. 3). No inverno, ocorreram variações no intervalo de 7,07 (u.a.4) a 7,16 (u.a. 2).

A condutividade elétrica da água no verão oscilou entre 87,9  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (u.a. 1) a 100  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (u.a. 2). No inverno, os valores mínimos e máximos foram 444  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (u.a. 4) e 452  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (u.a. 3).

Com relação aos valores mínimo e máximo de oxigênio dissolvido, no verão os dados mostraram oscilações entre 0,9 mg/L (u.a. 2) e 2,70 mg/L (u.a. 3). No inverno, estes valores diminuíram para o intervalo de 0,18 mg/L (u.a. 3) a 0,36 (u.a. 2) mg/L.

A saturação de oxigênio no verão manteve valores no intervalo de 18% (u.a. 2) a 28,5% (u.a. 3). No inverno, a saturação mínima registrada foi de 1,8% (u.a.1) elevando-se para 2,3% (u.a. 4).

Os teores de  $\text{DBO}_5$  registrados no verão oscilaram entre 14 mg/L (u.a. 3) e 26 mg/L (u.a. 2). No inverno, o valor mínimo chegou a 12 mg/L (u.a. 1) e o valor máximo 18 mg/L (u.a. 2).

Em relação aos sólidos totais, no verão, os valores situaram-se no intervalo de 283 mg/L na (u.a. 4) a 320 mg/L (u.a. 1). No inverno, o valor mínimo também ocorreu na unidade amostral 4 (247 mg/L) e o máximo na unidade amostral 1 (277 mg/L).

Os valores de turbidez, no verão, oscilaram entre 39,6 NTU (u.a.s 2 e 3) e 66,6 NTU (u.a. 1). No inverno, os valores registrados ficaram entre 30,5 NTU (u.a.4) e 33,8 NTU (u.a.3).

A variável fósforo, no verão, apresentou valores mínimo e máximo de 0,72 mg/L (u.a. 3) e 1,01 mg/L (u.a. 1). No inverno, as concentrações oscilaram entre 1,8 mg/L (u.a. 1) e 2,0 mg/L (u.a. 3).

Quanto às concentrações de nitrogênio total, no verão, oscilaram entre 4,1 mg/L (u.a. 1) e 13,0 mg/L (u.a. 4). No inverno, houve variações de 11,2 mg/L (u.a. 1) a 22,5 mg/L (u.a. 3).

Em relação as variáveis microbiológicas, no verão, os valores de coliformes fecais oscilaram entre 1.000 UFC/100 mL (u.a. 1) e 2.200 UFC/100 mL (u.a. 2). No inverno, apresentaram valores mínimo de 2.600 UFC/100 mL (u.a. 4) e máximo de 10.000 UFC/100 mL também na u.a.2 (quadrante norte - local com maior proximidade dos despejos de esgotos).

Quanto aos coliformes totais, no verão, a amplitude da variação foi de 6.000 UFC/100 mL (u.a.3) a 140.000 UFC/100 mL (u.a.1). Enquanto no inverno, em todas as unidades amostrais, registrou-se 80.000 UFC/100 mL.

As características texturais dos sedimentos da represa Mãe D'água (Tab. 3), no verão registraram 84,58% de silte e 12,05% de argila e no inverno, 87,63% do tamanho silte e 10,73% do tamanho argila. Com assimetria fortemente positiva, silte foi a tendência central do tamanho médio dos grãos do sedimento estudado, representando uma pobre seleção do sedimento na maioria das unidades amostrais. No verão, o teor de matéria orgânica no sedimento oscilou entre 13,4% (u.a. 2 e 4) e 16,6% (u.a.1). No inverno, o valor mínimo foi de 8,96% (u.a.1) e o máximo de 17,4% (u.a.2).

### Macrofauna bentônica

A macrofauna bentônica da represa Mãe D'água esteve representada pelos insetos dípteros das famílias Chironomidae e Culicidae, e os anelídeos Oligochaeta e Hirudinea. Além disso, foram encontradas conchas vazias dos moluscos da família Planorbidae, representados pelo gênero *Biomphalaria*, ficando o registro de sua ocorrência em períodos anteriores no local. Registrou-se também a presença de invertebrados bentônicos da comunidade de meiofauna, por convenção organismos retidos em uma malha de 40  $\mu\text{m}$  de diâmetro de abertura (Higgins & Thiel, 1988), representados por ácaros, nematodeos, tardigrados e carapaças vazias de ostracodes.

Na família Chironomidae, encontraram-se os gêneros *Chironomus* (com identificação de duas espécies: *C.decorus* e *C. kiefferulus*), *Polypedilum* da subfamília Chironominae e um representante da subfamília Tanypodinae (Tribo Macropelopiini).

Entre os oligoquetas, a família Naididae foi representada pelo gênero *Nais* e a família Tubificidae pelo gênero *Limnodrilus*, enquanto entre os hirudíneos, identificou-se a família Glossiphonidae.

No verão, as densidades médias oscilaram entre 9  $\text{ind}/\text{m}^2$  (u.a. 4) e 186  $\text{ind}/\text{m}^2$  (u.a. 2). Na unidade amostral 1, Tubificidae apresentou a densidade média de 36  $\text{ind}/\text{m}^2$  e desvio padrão de  $\pm 37$ ; Chironomidae registrou 18  $\text{ind}/\text{m}^2$ , com desvio padrão de  $\pm 24$  e Naididae, com a densidade de 9  $\text{ind}/\text{m}^2$ , obteve desvio padrão de  $\pm 20$ . Na unidade amostral 2 ocorreram Naididae e Chironomidae com 124  $\text{ind}/\text{m}^2$  e 62  $\text{ind}/\text{m}^2$  e desvios padrões de  $\pm 278$  e  $\pm 67$ , respectivamente. Na unidade amostral 3, ocorreram Chironomidae com 71  $\text{ind}/\text{m}^2$  e desvio padrão de  $\pm 67$ , Tubificidae com 27  $\text{ind}/\text{m}^2$  e desvio padrão de  $\pm 40$ , Naididae e Glossiphonidae com as mesmas densidades (9  $\text{ind}/\text{m}^2$ ) e mesmos desvios padrões ( $\pm 20$ ). A

unidade amostral 4 apresentou somente Chironomidae com 9 ind/m<sup>2</sup> e desvio padrão de  $\pm 20$  (Tab. 4).

No inverno, as densidades médias oscilaram entre 36 ind/m<sup>2</sup> (u.a. 2) e 71 ind/m<sup>2</sup> (u.a. 3). A unidade amostral 1 apresentou apenas a densidade de 44 ind/m<sup>2</sup> da família Chironomidae, com desvio padrão de  $\pm 77$ . A unidade amostral 2 apresentou Chironomidae com 18 ind/m<sup>2</sup> e desvio padrão de  $\pm 24$ , Culicidae e Glossiphonidae com as mesmas densidades (9 ind/m<sup>2</sup>) e os mesmos desvios padrões ( $\pm 20$ ). A unidade amostral 3 apresentou Chironomidae com 53 ind/m<sup>2</sup> e desvio padrão de  $\pm 73$ , Naididae e Glossiphonidae com as densidades (9 ind/m<sup>2</sup>) e desvios padrões ( $\pm 20$ ) iguais. A unidade amostral 4 apresentou um comportamento igual a unidade 3, no entanto, Chironomidae diminuiu sua densidade para 9 ind/m<sup>2</sup>, com desvio padrão para  $\pm 20$ , enquanto Naididae e Glossiphonidae aumentaram as densidades para 18 ind/m<sup>2</sup>, com desvios padrões de  $\pm 40$  e  $\pm 24$ , respectivamente. A diferença observada nos desvios padrões deve-se ao fato de Naididae ter ocorrido em somente uma réplica (com 89 ind/m<sup>2</sup>) e Glossiphonidae em duas réplicas, com 44 ind/m<sup>2</sup>.

A densidade total da macrofauna bentônica na estação de verão registrou 374 ind/m<sup>2</sup>, diminuindo na estação de inverno, para 196 ind/m<sup>2</sup>. A unidade amostral 2, que no verão apresentou a maior densidade da estação, no inverno apresentou a menor densidade de organismos.

Quanto a abundância relativa, no verão (Fig.4), Chironomidae foi o táxon dominante, representando 55,78%. Seguido pelas famílias Naididae e Tubificidae com respectivamente, 22,18% e 20,10%. Glossiphonidae apresentou a abundância de 1,94%.

No inverno (Fig. 5), Chironomidae foi observada em todas unidades amostrais, representando 61,16%. Culicidae registrada apenas nesta estação (u.a. 2), representou 6,25%.

Naididae registrou o percentual de 13,17% dos macroinvertebrados e Glossiphonidae, 19,42%.

Na Tabela 5 observam-se os resultados dos índices de riqueza de Margalef (R), Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J') referente à comunidade da macrofauna bentônica da represa Mãe D'água, nas estações de verão e inverno do ano de 2004.

Considerando a baixa variabilidade de famílias identificadas na represa Mãe D'água, pode-se dizer que no verão, a unidade amostral 3 com a ocorrência de quatro famílias, registrou os maiores valores de riqueza de Margalef (1,17) e diversidade de Shannon (0,89). No inverno, foram registradas três famílias para cada unidade amostral, exceto na unidade amostral 1, sendo que o maior valor de riqueza (1,44) foi calculado para a unidade amostral 2, enquanto a unidade amostral 4 apresentou os maiores valores de diversidade (0,81) e equitabilidade (0,73).

Não foram encontradas diferenças significativas dos índices e densidade média entre as unidades amostrais, nem entre as estações de coleta (Tab. 6).

A partir da análise de agrupamento (Fig. 6), com nível de corte de 60% de similaridade, observa-se a separação das unidades amostrais em quatro grupos: grupo I, caracterizado pelas u.as. (unidades amostrais) 4V e 1I pelo fato da ocorrência apenas da família Chironomidae; grupo II, formado pelas u.as. 3I e 4I em função da presença dos mesmos táxons, Chironomidae, Naididae e Glossiphonidae; grupo III, composto pelas u.as. 1V e 3V, devido a maior densidade das famílias Chironomidae e Naididae; grupo IV, formado pelas u.as. 2V e 2I, quando ocorreram as maiores e menores densidades de organismos.

Através da análise BIO-ENV verificou-se que as variáveis transparência, DBO<sub>5</sub> e

nitrogênio total, apresentaram uma correlação de 0,517 com a matriz de dados biológica.

#### *Evolução da malha urbana*

A partir da representação esquemática da evolução da malha urbana nas áreas do entorno da represa Mãe D'água (Fig.7), nota-se uma relação direta do aumento da área urbanizada com o decréscimo da cobertura vegetal nativa (campo e vegetação arbórea). Indicando que com a expansão da área urbana, a vegetação natural que recobria estes solos foi sistematicamente retirada para a construção de moradias. Observa-se também a diminuição da superfície da represa pelo surgimento de uma área assoreada na sua porção nordeste e o desenvolvimento de uma densa cobertura de macrófitas em todo o perímetro.

## **Discussão**

A sub-bacia hidrográfica da represa Mãe D'água ocupa a encosta sul-sudeste do morro Santana, constituída por rochas graníticas que se caracterizam pela facilidade que oferecem à percolação das águas e, conseqüentemente, propícias à intensificação dos processos de intemperismo e de entalhamento fluvial (Fujimoto, 2001). A ação das chuvas sobre o solo já parcialmente desnudo do morro Santana provoca a erosão e o transporte de sedimentos e outros rejeitos, principalmente através dos riachos, que irão depositar este material nas áreas mais baixas e, inclusive na represa Mãe D'água.

A ocupação dos solos de parte das encostas do morro Santana pela urbanização maximiza os efeitos da erosão, agregando às águas da sub-bacia lixo e esgotos domésticos.

As análises e medidas de variáveis físicas, químicas e biológicas efetuadas na represa Mãe D'água, nas estações de verão e inverno de 2004, apontam para sérios efeitos dos processos de transporte de material alóctone para a qualidade das águas da represa.

Os valores de temperatura da água apresentaram-se de acordo com os valores médios da região, refletindo as variações temporais entre as estações de verão e inverno, característicos da região meridional. Esta variável pode influenciar no retardamento ou aceleração da atividade biológica, na absorção de oxigênio e precipitação de compostos e quando se encontra ligeiramente elevada, resulta na perda de gases pela água, gerando odores (Sperling, 1996), que puderam ser empiricamente observados com mais intensidade na estação de verão na represa Mãe D'água.

Com valor máximo de 2 m, a profundidade da coluna d'água da represa, provavelmente, apresentou influência dos processos de deposição, cuja intensidade supera em muita a dos processos naturais. A baixa profundidade da represa propicia o desenvolvimento de uma comunidade de macrófitas aquáticas fixas ao substrato, que segundo Irgang & Gastal (1996)

pertencente à categoria fisionômica “caneval”, constituída por plantas enraizadas no substrato, com caules e folhas emergentes. Durante o período de estudo, apesar de no verão as macrófitas aquáticas formarem uma densa faixa de vegetação no entorno da represa, foi no inverno que a colonização por esses vegetais atingiu uma densidade alta, a ponto de quase cobrir toda a superfície da água.

Para a variável transparência da água foram observados baixos valores em ambas as estações, praticamente 0,3 m em todas as unidades amostrais. Considerando que a profundidade de desaparecimento do disco de Secchi é inversamente proporcional à quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos no caminho ótico (Esteves, 1998), a baixa transparência apresentada pela represa pode ser indicativa da concentração de sólidos em suspensão, representadas pelas medidas de sólidos totais e turbidez.

Os valores de sólidos totais e turbidez, situando-se, respectivamente, dentro dos limites das Classes 1 (500 mg/L) e 2 (100 NTU) da Resolução CONAMA nº 357/05, obtiveram melhor classificação em relação aos outros padrões de qualidade da água medidos na represa. Nota-se que na estação de verão, os valores médios dessas variáveis (301,75 mg/L - sólidos totais e 47,65 NTU - turbidez) apresentaram-se superiores aos encontrados por Rangel (2002) nesta mesma represa no mês de março (263 mg/L - sólidos totais e 19 NTU - turbidez).

Em relação ao pH, pode-se salientar que não houve grande variação de valores, permanecendo durante o período de estudo próximo da neutralidade (6,86 a 7,16). Os valores de pH estão em conformidade com a Classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/05 a qual estabelece que o pH nesta classe deve estar entre 6 e 9. Na área da sub-bacia Mãe D'água, o pH também apresenta condições próximas à neutralidade, tendo em alguns locais valores levemente ácidos (Porto et al., 2001; Rangel, 2002; Skrabe et al., 2002).

Os valores de condutividade elétrica apresentaram um significativo aumento da estação verão para a de inverno (do valor médio de  $94 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  para  $446,75 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ). Nesta última estação, os resultados apresentaram-se superiores aos valores médios observados no rio dos Sinos, um dos mais poluídos do Estado do Rio Grande do Sul (Fepam, 1999), e das outras áreas da sub-bacia Mãe D'água (Porto et al. 2001; Skrabe et al., 2002).

Provavelmente, o regime de chuvas, assim como a geologia da área de drenagem e a influência antrópica, podem influenciar a condutividade elétrica dos corpos d'água (Esteves, 1998). Em geral, níveis superiores a  $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  indicam ambientes impactados (Cetesb, 1996) e são atribuídos à elevada quantidade de matéria orgânica e sais dissolvidos provenientes de detergentes e urina (Cleto Filho, 2003).

O oxigênio dissolvido, elemento este essencial para os processos de degradação da matéria orgânica e a sobrevivência de organismos aquáticos apresentou valores muito baixos nas duas estações do ano, com um decréscimo no inverno. Uma das causas, provavelmente, pode estar relacionada a maior colonização por macrófitas aquáticas, que ao produzirem uma grande quantidade de biomassa geram um acréscimo de matéria orgânica ao ecossistema aquático que para a decomposição microbiana consome grande parte ou a totalidade do oxigênio dissolvido (Esteves, 1998). Do ponto de vista ambiental, os resultados de oxigênio dissolvido verificados na represa Mãe D'água não se enquadram em nenhuma das classes de água doce da Resolução CONAMA nº 357/05, pois se situam abaixo dos valores estabelecidos para a classe 4, onde a concentração de oxigênio dissolvido deve ser superior a  $2,00 \text{ mg/L}$ , em qualquer amostra. Esta tendência de baixa oxigenação também foi observada no trecho inferior do arroio tributário da represa, com o valor de  $1,4 \text{ mg/L}$  (Porto et al., 2001).

A saturação de oxigênio seguiu a mesma tendência, ou seja, dentro do intervalo de 18 a 28,5% no verão, apresentou um decréscimo na estação de inverno (1,8 a 2,3%). O que confirma as condições insatisfatórias de oxigenação na coluna d'água.

Cabe salientar que o excesso de nutrientes lançados pelos esgotos aumenta a atividade de bactérias e fungos, propicia a proliferação de macrófitas aquáticas, o que empobrece a concentração de oxigênio nas águas, afetando diretamente a fauna existente. Quando o consumo de oxigênio dissolvido for excessivo, ou seja, quando aumentar o valor da DBO, a degradação dos materiais orgânicos passará a ser anaeróbica, com formação de substâncias potencialmente poluentes, como metano ( $\text{CH}_4$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ) e ácido sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), produzindo o mau cheiro característico encontrado em rios e lagos muito poluídos (Lima, 2001).

Os altos valores de  $\text{DBO}_5$ , em todas as unidades amostrais, tanto no verão (14 a 26 mg/L) como no inverno (12 a 18 mg/L), indicam o alto nível de contaminação por matéria orgânica a que está sujeita a represa Mãe D'água, com desenvolvimento de bactérias que provocam um alto consumo de oxigênio dissolvido na água. Neste contexto, percebe-se que os valores medidos estão fora dos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução do CONAMA, enquadrando-se na classe 4, a qual não estabelece limites superiores nos valores de  $\text{DBO}_5$ . Esses resultados de  $\text{DBO}_5$  (12 a 26 mg/L) medidos em 2004 se apresentaram inferiores aos encontrados por Rangel (2002) na própria represa (47 mg/L) e nos arroios da sub-bacia Mãe D'água (28 mg/L).

Os valores de fósforo total no verão apresentaram-se próximos de 1,0 mg/L e na estação de inverno, foram registrados valores próximos de 2,0 mg/L. Em ambas estações, estes valores superam os limites estabelecidos (CONAMA nº 357/05) para as águas doces de Classes 1 (0,020 mg/L), 2 (0,030 mg/L) e 3 (0,05 mg/L), permitindo apenas o enquadramento

na Classe 4, a qual não estabelece limites superiores nos valores de fósforo total. A concentração de fósforo devido à ação dos microrganismos pode ser baixa ( $< 0,5$  mg/L) em águas naturais e valores acima de  $1,0$  mg/L são geralmente indicativos de águas eutrofizadas (Feitosa & Filho, 2000). De acordo com este valor de referência, na estação de inverno, a represa Mãe D'água apresentou-se eutrofizada. Porto et al. (2001) e Rangel (2002) corroboram com estes resultados com altos valores para fósforo total, respectivamente, no arroio que deságua na represa ( $2,4$  e  $4,9$  mg/L) e na área do vertedouro ( $2,66$  mg/L).

Em relação aos valores de nitrogênio, conforme a Resolução CONAMA nº 357/05, todas as unidades amostrais do verão (intervalo de  $4,1$  a  $13$  mg/L) e a unidade amostral 1 ( $11,2$  mg/L) do inverno estão enquadradas na Classe 3, a qual estabelece o valor máximo de  $13,3$  mg/L. Nas demais unidades amostrais da estação de inverno verifica-se uma contribuição acentuada de nitrogênio (intervalo de  $20,1$  a  $22,5$  mg/L), sendo enquadradas na Classe 4, a qual não estabelece valores de referência para nitrogênio total. Porto et al. (2001) ao verificarem alta concentração de nitrogênio no trecho inferior do arroio que deságua na represa ( $24,5$  mg/L), relacionam este valor ao despejo de esgotos domésticos.

As concentrações de coliformes fecais e totais, referência para avaliação da qualidade sanitária de um corpo d'água, alcançaram altos valores no período de estudo. No verão, as análises de coliformes fecais atenderam ao limite de  $4.000$  UFC/  $100$ mL da classe 3, enquanto no inverno os valores superaram os limites desta classe da Resolução CONAMA nº 357/05, enquadrando-se apenas na classe 4, a qual não possui limites padrões para coliformes fecais. Em razão da Resolução CONAMA nº 357/05 não estabelecer limites de tolerância para coliformes totais, os resultados desse parâmetro foram enquadrados conforme a Resolução CONAMA nº 20/86. Em ambas estações, os resultados superaram os limites estabelecidos para as águas doces de Classes 1 ( $1.000$  UFC/ $100$ mL), 2 ( $5.000$  UFC/ $100$ mL) e

3 (20.000 UFC/100mL), permitindo apenas o enquadramento na Classe 4, a qual não possui limites para os índices bacteriológicos. Este fato indica a existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (Cetesb, 1996). Quanto às outras áreas da sub-bacia Mãe D'água, Porto et al. (2001) afirmam que as concentrações de coliformes totais não foram detectadas em nenhum ponto do arroio, localizado dentro da área proposta como unidade de conservação, nem na nascente do arroio que percorre a Vila Santa Isabel, desaguando na represa. Somente foram detectadas nos trechos médio e inferior deste último arroio, sendo estas bem inferiores ao esperado (110 UFC).

Quanto ao sedimento da represa Mãe D'água, foram observados altos teores das frações silte e argila, com assimetria fortemente positiva indicando que o sedimento é formado por granulação fina. Este resultado pode estar sendo influenciado pela ocupação urbana, uma vez que este processo promove a desestruturação e o revolvimento gradativos do solo, potencializando os processos erosivos, que levam partículas finas como silte e argila a serem transportadas por processos fluviais ao longo das unidades de vertentes, até atingir os fundos dos ambientes aquáticos, principalmente, nos eventos chuvosos (Fujimoto, 2001; Cleto Filho, 2003).

O teor de matéria orgânica das amostras sedimentares apresentou-se superior a 10% do peso seco na maioria das unidades amostrais das estações estudadas, o que conforme Naumann (1932) classifica o sedimento como orgânico. Conforme Machado (2000), altos teores de matéria orgânica indicam áreas de pouca oxigenação e baixa movimentação de fundo.

A macrofauna na represa Mãe D'água, durante o período de estudo esteve representada por somente cinco famílias de invertebrados bentônicos, representados provavelmente por 8 táxons com baixos valores de densidade, baixa riqueza e diversidade.

Os táxons Chironomidae e Oligochaeta foram os principais componentes da cadeia trófica da comunidade bentônica da represa. Por apresentarem adaptações fisiológicas como presença de pigmentos semelhantes à hemoglobina em seu sangue, as larvas de quironomídeos e oligoquetas são capazes de sobreviver durante um certo tempo em condições anaeróbicas ou em condições mínimas de oxigênio por um longo tempo (Margalef, 1983).

Nos ambientes dulciaquícolas, as larvas de Chironomidae colonizam, basicamente, o sedimento e a vegetação aquática, mostrando ampla faixa de condições nas quais podem viver, o que reflete a elevada capacidade adaptativa do grupo. Diante disso, alguns gêneros são considerados indicadores de condições ambientais particulares, podendo ser usados em estudos de avaliação do meio e em biomonitoramento. Um exemplo é o gênero *Chironomus*, que sobrevive em ambientes aquáticos degradados, com poluição orgânica e, portanto, baixo índice de oxigênio (Strixino & Trivinho Strixino, 1995).

Na represa Mãe D'água, a família Chironomidae foi caracterizada predominantemente pelo gênero *Chironomus*. Muitas espécies de *Chironomus* são conhecidas por sua tolerância ao estresse ambiental, particularmente na fase larval, período em que habitam os sedimentos. As larvas podem ser encontradas em elevada abundância nos sistemas ricos em poluentes orgânicos, especialmente aqueles decorrentes de despejos urbanos (Bochini et al., 2005). Os baixos teores de oxigênio dissolvido e altos valores de DBO<sub>5</sub> observados na represa confirmam o nível de contaminação por matéria orgânica ao qual o ambiente encontra-se comprometido.

Reis et al. (2005) ao observarem *Chironomus* em todos os pontos amostrais do ribeirão Bocaína, no município de Passos/MG, relacionam a presença deste gênero com a condição de eutrofização que se encontra o ecossistema. Couceiro et al. (2005), ao estudarem os igarapés de Manaus que se encontram desmatados e poluídos por despejo de esgoto, verificaram *Chironomus* como táxon mais abundante. Além disso, os autores relacionaram a abundância deste gênero aos altos valores de fósforo total, citado na literatura como nutriente mais correlacionado à poluição orgânica. Na represa Mãe D'água, principalmente no inverno, as concentrações deste nutriente mostraram-se elevadas.

A classe Oligochaeta ocorre em ambientes lênticos e lóticos, desde as margens até maiores profundidades e sobre partes submersas de plantas aquáticas. Algumas espécies proliferam, especialmente, em águas com alto grau de poluição orgânica e muito pobre em oxigênio, ficando com a parte anterior enterrada no lodo do fundo e a posterior ondulando na água (Righi, 1984). Em ambientes muito poluídos, a abundância de Oligochaeta pode estar relacionada ao índice orgânico (Poddubnaya, 1980) e granulometria fina dos sedimentos (McCall & Tevesz, 1982). Além do sedimento da represa Mãe D'água ser considerado orgânico, com teores de matéria orgânica superior a 10%, apresentou apenas características texturais de silte e argila.

No presente estudo, entre os Oligochaeta, foi identificado o gênero *Limnodrilus*, da família Tubificidae. Segundo Taylor et al. (2000), a presença de *Limnodrilus* pode refletir o enriquecimento orgânico associado com a contaminação fecal no ambiente aquático. Na represa Mãe D'água, são observadas de forma acentuada essas duas características.

Desta forma, nota-se que vários autores identificaram *Chironomus* e *Limnodrilus* como característicos de ambientes alterados, com baixas concentrações de oxigênio dissolvido somado ao aporte de matéria orgânica.

A ocorrência da família Naididae (Oligochaeta) corrobora com os resultados semelhantes obtidos por diferentes autores (Có, 1994; Strixino & Strixino, 1980) que destacaram a preferência de indivíduos desta família por áreas menos profundas, associados a macrófitas aquáticas.

Observando-se os resultados da análise de agrupamento de similaridade verifica-se que as unidades amostrais foram reunidas em 4 grupos em função da composição taxonômica e densidades. Entretanto, com exceção do grupo IV, composto pela unidade amostral 2 (verão e inverno), não ocorre agrupamentos distintos em função de proximidade de efluentes ou de outro fator, como as estações de verão e inverno. As amostras verão e inverno da unidade amostral 2 apresentam os valores extremos de densidade de macroinvertebrados bentônicos e corresponde à área mais próxima dos efluentes lançados na represa, tanto os provenientes da zona urbana do município de Viamão, como da Universidade.

A pequena área da represa Mãe D'água, aproximadamente 2,2 ha, fundo de sedimento uniforme, com pequenas variações nas características químicas, físicas e microbiológicas da água, provavelmente, são causas para não definição de agrupamentos associados a uma distribuição espacial no corpo d'água. Reforçam os resultados o fato de considerar-se na análise a presença de várias réplicas amostrais azóicas.

Na análise BIO-ENV, as variáveis transparência,  $DBO_5$  e nitrogênio total apresentaram a maior correlação com a matriz de similaridade construída com os dados biológicos. Provavelmente, estas três variáveis são as que melhor refletem o efeito das condições ambientais observadas na represa Mãe D'água.

Os grupos taxonômicos da macrofauna bentônica encontrados no presente estudo também foram mencionados em outros trabalhos realizados em locais com entrada de esgoto. Freitas (2003), ao caracterizar a estrutura das comunidades de macroinvertebrados da lagoa

Marcelino (litoral norte do RS), registrou maiores abundâncias relativas para as famílias Sphaeriidae, Tubificidae, Chironomidae e Glossiphonidae. Na represa Mãe D'água, com exceção de Sphaeriidae, encontraram-se os mesmos táxons dominantes. A densidade destes organismos foi consideravelmente baixa na represa Mãe D'água aos compararmos com os resultados de Freitas (op. cit.). Na lagoa Marcelino foi observada uma densidade total de 29.096 ind/m<sup>2</sup> na estação de verão, enquanto na represa Mãe D'água, em período semelhante, registrou-se apenas 374 ind/m<sup>2</sup>. Do ponto de vista ambiental, apesar da lagoa Marcelino apresentar características semelhantes à represa Mãe D'água, tais como, entrada de esgoto, área total pequena, densa colonização por macrófitas aquáticas e impermeabilização das áreas do entorno, a baixa densidade observada na represa pode ser justificada em função de alguns fatores abióticos da água. Os teores de oxigênio dissolvido na lagoa Marcelino foram muito superiores (5,29 a 9,24 mg/L) aos valores registrados na represa (0,18 a 2,48 mg/L). Esta diferença nas concentrações de oxigênio, provavelmente, pode ser atribuída ao fato da lagoa Marcelino, por localizar-se numa região costeira, estar exposta à ação de fortes ventos, que atuam como importante fator na transferência de oxigênio interface ar-água, através da formação de ondas na lagoa, enquanto que a represa Mãe D'água está protegida pelo morro Santana.

Porto et al. (2001) estudando dois arroios do morro Santana, mencionam Chironomidae e Oligochaeta como os grupos de maior abundância em todos os pontos de amostragem. Nos trechos inferiores do arroio que percorre a Vila Santa Isabel, desaguando na represa, estes dois grupos totalizaram mais de 97% da macrofauna bentônica. Embora a represa Mãe D'água seja ambiente lântico, é importante considerar a observação de que ambientes de seu entorno apresentam a dominância dos mesmos táxons.

Cleto Filho (2003) ao estudar o trecho urbano do igarapé Mindu, na cidade de Manaus/AM, também verificou o predomínio de invertebrados bentônicos, tais como, insetos quironomídeos (gênero *Chironomus*) e sanguessugas (Hirudinea), tolerantes a baixos teores de oxigênio (0,4 mg/L) e elevada condutividade (363,5  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ). Em relação a esta última variável, a represa Mãe D'água apresentou os valores médios de 94  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  e 446,75  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , nas estações de verão e inverno, respectivamente.

A dominância de poucos táxons tolerantes à poluição orgânica reflete o empobrecimento da qualidade da água na represa Mãe D'água. Num sentido amplo, é possível afirmar que a baixa qualidade das águas, como consequência direta do crescimento urbano e populacional no morro Santana, associado à falta de saneamento básico, identifica a represa Mãe D'água como um exemplo de corpo d'água, inserido no perímetro urbano, com sérios comprometimentos ambientais. O que afeta drasticamente a diversidade aquática, tanto da sua fauna como da flora.

## **Conclusões**

As concentrações de cargas orgânicas medidas através da  $DBO_5$  e dos nutrientes fósforo e nitrogênio, revelam o desenvolvimento de um processo de eutrofização da represa Mãe D'água, entendida como o grande fator de deterioração desse ecossistema aquático.

A macrofauna bentônica esteve caracterizada pela baixa riqueza, densidade e dominância de poucos táxons (Chironomidae e Oligochaeta) reconhecidos na literatura como tolerantes a águas com reduzido teor de oxigênio.

Os resultados das análises das variáveis ambientais examinados em conjunto com os da comunidade de macroinvertebrados bentônicos indicam o comprometimento da represa Mãe D'água, sendo que a unidade amostral 2 se destaca por apresentar as condições mais extremas em relação à contaminação das águas (valores extremos de condutividade elétrica, coliformes fecais, densidades de invertebrados bentônicos).

### **Considerações Finais**

O crescimento populacional observado na sub-bacia Mãe D'água, formadora da represa que recebe o mesmo nome, vem modificando a fisionomia do morro Santana e as características originais de seu entorno. Em razão da inexistência de um planejamento de ocupação do solo, a falta de um sistema de esgotamento sanitário e de programas de educação sanitária e ambiental, a qualidade das águas da represa vem apresentando um crescente comprometimento.

Medidas mitigadoras centram-se na implantação de um sistema de captação e tratamento de esgotos aliado a uma eficiente coleta de lixo, viabilizados social e politicamente pelos municípios envolvidos.

Faz-se necessário o incentivo às pesquisas relacionadas ao ambiente urbano com objetivos de propor metodologias e discutir parâmetros de qualidade ambiental.

### **Agradecimento**

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa concedida ao primeiro autor, à Simone Caterina Kapusta pela revisão do manuscrito.

## Referências Bibliográficas

- Allen, S.E. **Chemical analysis of ecological materials**. 2. Ed. London, Blackwell, 1989, 368p.
- Alves, I.C. Perspectiva socioambiental na Vila Santa Isabel, Viamão – Rs: estudo de caso. **Ambiente e lugar no urbano – A grande Porto Alegre**, Porto Alegre, Ed. da Universidade/UFRGS: p.135-159, 2000.
- Bassani, F.; Fernandes, V.M.C.; Pizzo, H.S. Elaboração de um projeto de tratamento de esgoto compacto para centros universitários. In: **IV Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**. Porto Alegre/RS, 2004. CD-ROM.
- Bochini, G.L.; Moreira, D.C.; Silva, F.L.; Ruiz, S.S. O uso da família Chironomidae (Diptera, Insecta) no biomonitoramento das águas do córrego Vargem Limpa, Bauru, SP. **V Encontro Brasileiro sobre Chironomidae**, São Carlos/SP, Março de 2005. Disponível em: < <http://www.lapa.ufscar.br/~chirono/chironomidae/1.html> > acesso em 25 ago. 2005.
- Brinckhurst, R.O.; Marchese, M.R. Guide of the freshwater aquatic oligochaeta of South and Central América. **Colécion Climax**, nº6: p.179-186, 1989.
- Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1996.
- Cleto Filho, S.E.N. Urbanização, poluição e biodiversidade na Amazônia. **Ciência Hoje**, vol. 33. nº 193: p.72-75, 2003.
- Có, W. L. O. **Macroinvertebrados bentônicos de uma lagoa de restinga (Lagoa do Milho) no litoral Sul do Espírito Santo**. UFSCar, 1994. 80p. (Dissertação).
- Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986**. Ministério do Meio Ambiente, 1986.
- Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- Couceiro, S.R.M.; Hamada, N.; Luz, S.L.B.; Forsberg, B.R.. Deformidades em larvas de *Chironomus* de igarapés urbanos de Manaus, AM. **V Encontro Brasileiro sobre Chironomidae**, São Carlos/SP, Março de 2005. Disponível em: < <http://www.lapa.ufscar.br/~chirono/chironomidae/1.html> > acesso em 25 ago. 2005.
- Cummins, K.W. Na Evaluation of Some Tecniques for the Collection and Analisys of Benthic Samples with Special Emphasis on Lotic Waters. **The American Midland Naturalist**. 67 (2): p.477-504, 1992.
- Day, Jr.; Hall, C.A.S.; Kemp, V.M.; Yáñez-Arancibia, A. **Estuarine Ecology**. New York. John Wiley & Sons, 1989, 558p.

Epler, J.H. **Identificacion manual of the larvae Chironomidae (Diptera) of Florida.** Florida, Depto of Environmental Regulative, 1995. 450p.

Esteves, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência, 1998, 575p.

Feitosa, F.A.C., Filho, J. M. **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações,** . 2.ed. Fortaleza: CPRM/LABID-UFPE, 2000. 391p.

Fepam (Fundação Estadual de Proteção Ambiental). **Qualidade das águas do rio dos Sinos,** Porto Alegre/RS, 1999.

Folk, R.L.; Ward, W. Brazos river bar a study in the significance of grain size. **Journal of Sedimentary Petrology,** Tulsa, vol.27 (1): p.3-28, 1957.

Freitas, S.M.F. **Distribuição espaço-temporal da comunidade de macroinvertebrados bentônicos associados ao sedimento, e uso na interpretação da qualidade das águas das lagoas Marcelino, Peixoto e Pinguela, lagoas costeiras da bacia do rio Tramandaí, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós Graduação em Ecologia, 2003. 179p (Dissertação).

Fujimoto, N.S.V.M. **Análise Ambiental Urbana na Área Metropolitana de Porto Alegre - RS - Sub-bacia do Arroio Dilúvio.** São Paulo, Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 2001. 236p (Tese).

Gaiofatto, R.L.; Vieira, G.M.R. O efeito de algumas obras públicas na deterioração do meio ambiente. In: **IV Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental.** Porto Alegre/RS, 2004. CD-ROM.

Hauer, F.R.; Resh, V.H. Benthic Macroinvertebrate. In: HAUER, F.R.; LAMBERTI, G. A. **Methods in Stream Ecology.** Cap. 16. London: Academic Press, p.339-343. 1996.

Higgins, R.P.; Thiel, H. **Introduction to the study of meiofauna.** Washington, Smithsonian Institution Press, 1988. 488 pp.

Holme, N.A.; McIntyre, A.D. **Methods for the Study of Marine Benthos.** 2ed. Blackwell, 1984.

Irgang, B. E. & Gastal, C.V.S. **Macrófitas aquáticas da planície costeira do RS.** Porto Alegre, Edit. autor, 1996. 290p.

Lima, E.B.N.R. **Modelação integrada para gestão da qualidade da água na bacia do rio Cuiabá.** Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001. 184p (Tese)

Machado, N.A.F. **Análise Multi-Escalonada e Diagnóstico Ambiental aplicado ao Litoral Norte da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil - Utilização da Morfometria, Sedimentometria, Geoquímica dos Sedimentos, Física e Química da Água das Lagoas Costeiras.** São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, 2000. 2 v. (Tese)

Machado, N.A.F.; Sacknies, P. **Relatório técnico da geoquímica dos sedimentos da represa Mãe D'água**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. 22p.

Magurran, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. London, Chapman and Hall, 1988. 179 pp

Margalef, R. **Limnologia**. Barcelona, Ed. Omega, 1983. 1010p.

Massabni, A.C.; Melnikov, P.; Cuin, A.; Corbi, P. P.; Corbi, J. J. O cádmio e seus efeitos no Homem e no meio ambiente. **Jornal de Bioquímica Médica**, p.5-6, 2002.

McCall, P. L.; Tevesz, M. J. S. **Animal-Sediment Relations** – The biogenic alteration of sediments. Plenum Publishing Corporation. 1982. 336p.

Menegat, R. ; Porto, M.L.J.; Carraro, C.; Fernandes, L.A. **Atlas ambiental de Porto Alegre**. 2. ed. Porto Alegre, Ed. da Universidade/UFRGS, 1999. 228p.

Meuci, C.R. **Evolução dos loteamentos na periferia urbana da região metropolitana de Porto Alegre-Viamão**. Porto Alegre. Relatório técnico. 1987. 42p.

Mohr, F.V. **Zoneamento da vegetação da Reserva Ecológica do Morro Santana, Porto Alegre, RS - Aplicabilidade de geoprocessamento e bases fitossociológicas**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós Graduação em Botânica, 1995. 67p. (Dissertação).

Monteggia, L.O. **Estudo técnico-econômico para tratamento das águas residuárias do novo Campus da UFRGS**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Hidrologia Aplicada, 1980. 172p. (Dissertação).

Moulton, T.P. Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos. In: Nessimian, J.L.; A.L. **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Séries Oecologia Brasiliensis, vol. V., Rio de Janeiro: p.281-298, 1998.

Naumann, E. **Grundzuge der regionalen limnologie die Binnengewasser**, 1932. 176p.

Norma Brasileira: Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT Título: **NBR11265/1990**.

Norma Brasileira: Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT Título: **NBR12772/1992**.

Nimer, E. Clima. In: **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, v.2. 1990.

Poddubnaya, T.L.. Life cycles of mass species of Tubificidae (Oligochaeta). In proceedings of the First International Symposium on Aquatic Oligochaete Biology. Sydney, British Columbia, Canada, May 1-4, 1980. **Aquatic Oligochaete Biology** (Ed. R.O. Brinkhurst & D.G. Cook), Pp. 175-184. New York: Plenum Press.

Porto, M.L.; Forneck, E. D.; Kapusta, S.M. et. al. **Análise ambiental de duas microbacias inseridas no Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Relatório da disciplina prática integrada. UFRGS, Programa de Pós Graduação em Ecologia, 2001.

Queiroz, J.F.; Trivinho-Strixino, S.; Nascimento, V.M.C. **Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da Bacia do Médio São Francisco**. São Paulo, 2000. Disponível em: < [http://www.cnpma.embrapa.br/download/organ\\_bentonicos.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/download/organ_bentonicos.pdf) > acesso em: 23 set. 2003.

Quickbird. PMPA (Prefeitura Municipal de Porto Alegre). **Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre**. 2003.

Rangel, M.L. **A influência da Urbanização na Qualidade da Água da Barragem Mãe D'água, Porto Alegre, RS**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Geografia do Instituto de Geociências. 2002. 70p. (Monografia).

Reis, M.S.; Santos, L.L 1; Teles-Oliveira, T. C.; Lima-Stripari, N. ; Rigolin-Sá, O. Influência da qualidade da água na diversidade da comunidade de Chironomidade no ribeirão Bocaína no município de Passos - MG. **V Encontro Brasileiro sobre Chironomidae**, São Carlos, São Paulo, Março de 2005. Disponível em: < <http://www.lapa.ufscar.br/~chirono/chironomidae/1.html> > acesso em 25 ago. 2005.

Righ, G. Oligochaeta. In: Schaden, R. **Manual de Identificação de Invertebrados Límnicos do Brasil**. Brasília, CNPq/Coordenação Editorial, p.5-45, 1984.

Rosenberg, D.M.; Resh, V.H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrate**. New York: Chapman & Hall, 1993. 488p.

Ross, J.L.C. **Geografia do Brasil**. Editora da USP, São Paulo/SP, 2001. 549 p

Skrabe, E.S.; Costa, A.A.; Freitas, C.; Palma, C.B.; Silva, C.M.; Cunha, J.; Kaminski, L.A.; Leal, M.G.; Garbin, M.L.; Hasper, O.B.; Forneck, E.D.; Both, R.; Porto, M.L.; Guerra; T. Diagnóstico ambiental e proposta de recuperação da bacia da represa Mãe D'água, morro Santana, porto alegre, Viamão, RS. **XIV Salão de Iniciação Científica**, Livro de resumos, Porto Alegre/RS, 2002.

Smith, D. H. **Program divers: for species diversity analyses**. 1993.

Sperling, M. V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2 Ed., Belo Horizonte/MG, Editora SEGRAC. 1996.

**Standard Methods for The Examination of Water And Wastewater**. 19th Edition. Washington: APHA – AWWA, 1995, 964p.

**Standard Methods for The Examination of Water And Wastewater**. 20th Edition, New York: APHA – AWWA, 1998, 1205p.

Strixino, G. Strixino, S.T. Macroinvertebrados do fundo da Represa do Lobo (Estado de São Paulo - Brasil). I. Distribuição e abundância de Chironomidae e Chaoboridae (Diptera). **Tropical Ecology**, Vol. 21, N° 1, 1980.

Strixino G; Trivinho-Strixino S. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo - Guia de Identificação e Diagnóstico dos Gêneros**. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, Ed. PPG-RN/UFSCAR, 1995. 229p.

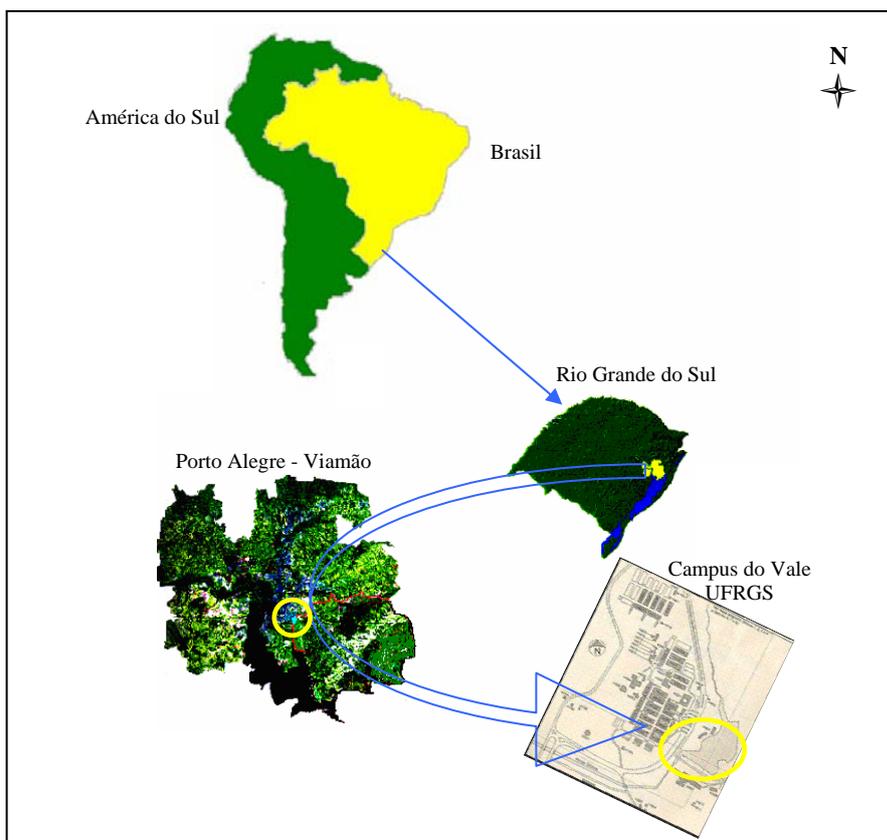
Suguio, K. **Introdução à Sedimentologia**. EDUSP, São Paulo, 1973. 317p.

Taylor, S.J., Webb, D.W.; Panno, S.V. Spatial and temporal analyses of the bacterial fauna and water, sediment, and amphipod tissue chemistry within the range of *Gammarus acherondytes*: **Illinois Natural History Survey Center for Biodiversity Technical Report**, v. 2000, no. 18, 2000. p. 1-115.

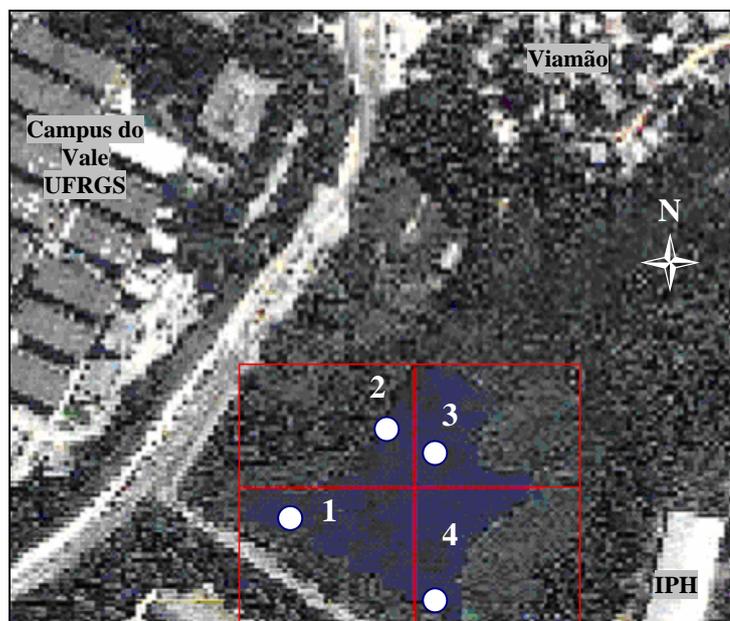
Tomm, I.; Mattiello, I.; Pozzobon, M. G .G.; Fagundes, M. R. S.; Palácio, S. M., Dalmaso, A.; Endler, D.K.; Ceolatto, A.; Ferri, P. **Uso de macroinvertebrados bentônicos como metodologia de avaliação da qualidade de água do manancial de abastecimento público na cidade de Toledo-PR**. In: IV Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Porto Alegre, 2004. CD-ROM.

**UFRGS**. Disponível em: < [www.ufrgs.br](http://www.ufrgs.br) > acesso em: 01 jul. 2003.

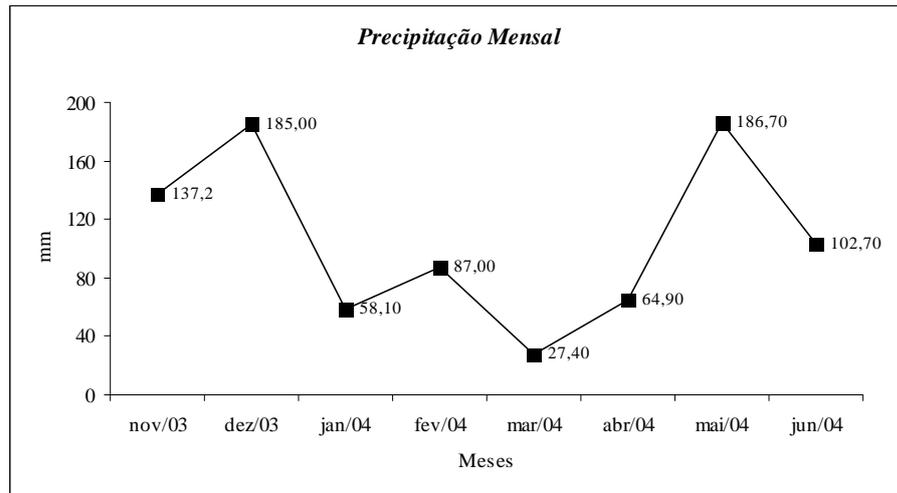
Welch, P.S. **Limnological methods**. Philadelphia, Blakiston, 1948. 381p.



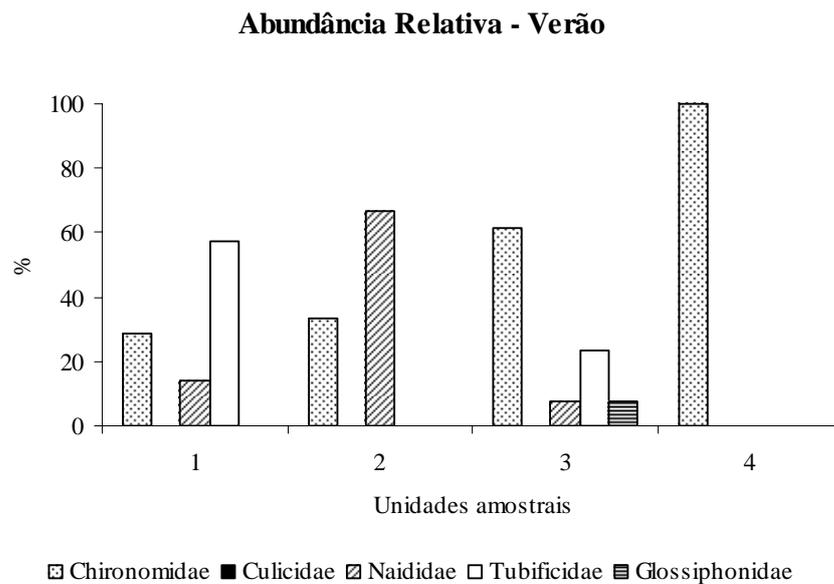
**Figura 1.** Representação esquemática da localização da área de estudo, represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, Brasil. Fonte: Rio Grande do Sul - Fujimoto (2001), Campus do Vale - UFRGS (2003).



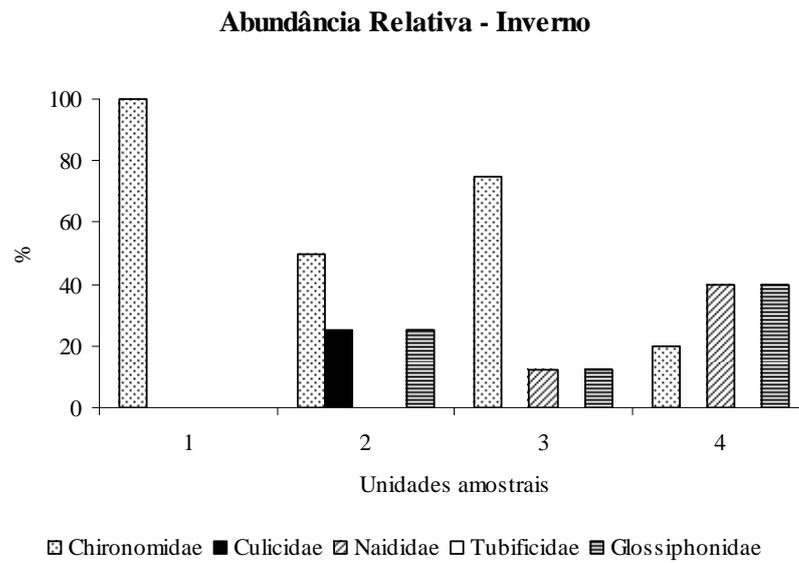
**Figura 2.** Representação esquemática das unidades amostrais na represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, Fonte: Imagens do satélite Quickbird.



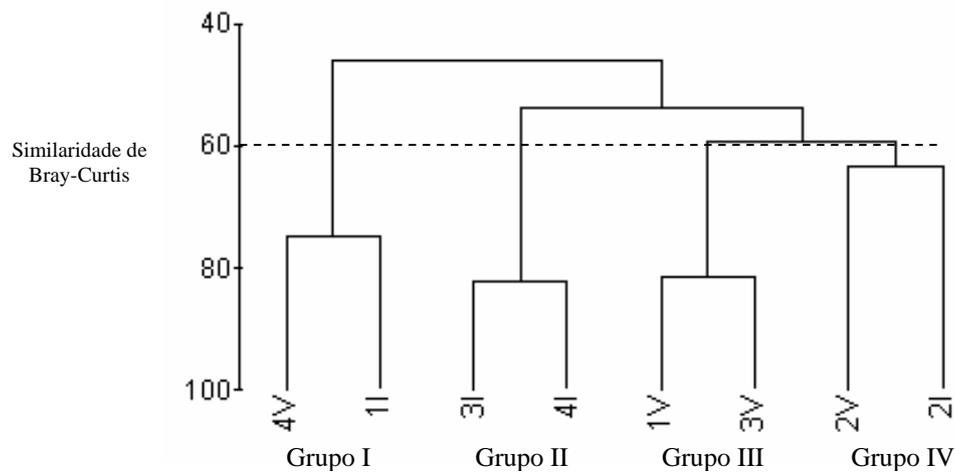
**Figura 3.** Valores mensais de precipitação total para a cidade de Porto Alegre/RS, meses de novembro de 2003 a junho de 2004, cedidos pelo 8º Distrito de Meteorologia de Porto Alegre.



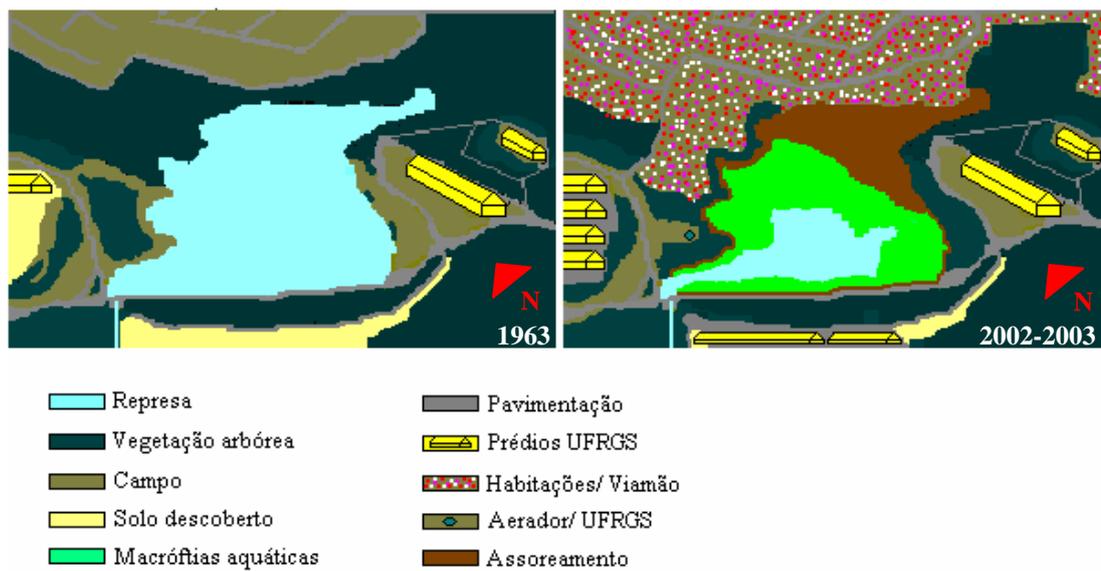
**Figura 4.** Abundância relativa (%) da macrofauna bentônica nas quatro unidades amostrais da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, na estação de verão de 2004.



**Figura 5.** Abundância relativa (%) da macrofauna bentônica nas quatro unidades amostrais da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, na estação de inverno de 2004.



**Figura 6.** Dendrograma resultante da análise de agrupamento do tipo hierárquica, pelo método UPGMA, com o software PRIMER, realizado a partir da transformação dos dados de densidades por  $\log(x + 1)$  seguido da distância de Bray-Curtis, comparando as unidades amostrais nas estações de verão e inverno na represa Mãe D'água (Porto Alegre/RS).



**Figura 7.** Representação esquemática da evolução da malha urbana nas áreas do entorno da represa Mãe D'água (Porto Alegre/RS) e sua conseqüente perda de área.

**Tabela 1.** Técnicas utilizadas na determinação das variáveis de estado da água.

Descritor ambiental	Método de análise	Bibliografia
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Respirométrico - OXITOP	Standard Methods, 1995
Sólidos totais (mg/L)	Gravimetria - secagem a 105 °C	Standard Methods, 1998
Turbidez (NTU)	Nefelométrico	NBR 11265/1990
Fósforo total (mg/L)	Absorcimetria com redução do ácido ascórbico	NBR 12772/1992
Nitrogênio total (mg/L)	Kjeldahl com volumetria	Standard Methods, 1998
Colif. totais e fecais (UFC/100mL)	Filtração em Membrana	Standard Methods, 1998

**Tabela 2.** Variáveis físicas, químicas e biológicas da água da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, nas estações de verão (V) e inverno (I) de 2004.

Variáveis	1V	2V	3V	4V	1I	2I	3I	4I
Temperatura (°C)	24,8	24,8	25,7	24,7	17,1	16,8	17,0	17,4
Profundidade (m)	1,8	1,3	1,0	1,8	1,9	1,2	0,6	1,8
Transparência (m)	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,35	0,3
pH	6,96	6,92	6,98	6,86	7,14	7,16	7,13	7,07
Condutividade (µS.cm <sup>-1</sup> )	87,9	100	97,1	91	445	446	452	444
OD (mg/L)	2,48	0,90	2,70	1,60	0,20	0,36	0,18	0,30
OS (%)	25,4	18,0	28,5	25,1	1,8	2,2	2,1	2,3
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	18	26	14	16	12	18	15	13
Sólidos Totais (mg/L)	320	311	293	283	277	263	269	247
Turbidez (NTU)	66,6	39,6	39,6	44,8	31,0	32,5	33,8	30,5
Fósforo Total (mg/L)	1,01	0,84	0,72	0,79	1,8	1,9	2,0	1,9
Nitrogênio Total (mg/L)	4,1	4,2	4,3	13,0	11,2	20,1	22,5	22,4
Colif.Fecais (UFC/100mL)	1000	2200	1300	1500	6500	10000	6000	2600
Colif.Totais (UFC/100mL)	140000	100000	6000	57000	80000	80000	80000	80000

**Tabela 3.** Classificação nominal dos parâmetros granulométricos das amostras sedimentares da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, nas estações de verão (V) e inverno (I) de 2004, conforme Folk & Ward (1957).

Unidade amostral	Tamanho Médio	Classificação	Assimetria da distribuição	% Silte	% Argila	% MO
1V	Silte	Pobrememente selecionado	Fortemente positiva	77,21	18,01	16,60
2V	Silte	Pobrememente selecionado	Fortemente positiva	83,79	12,96	13,40
3V	Silte	Pobrememente selecionado	Fortemente positiva	89,34	8,06	13,80
4V	Silte	Pobrememente selecionado	Fortemente positiva	87,97	9,15	13,40
1I	Silte	Pobrememente selecionado	Fortemente positiva	76,39	19,86	8,96
2I	Silte	Pobrememente selecionado	Fortemente positiva	92,87	6,58	17,40
3I	Silte	Pobrememente selecionado	Fortemente positiva	92,00	7,78	13,60
4I	Silte	Moderadamente selecionado	Fortemente positiva	89,25	8,70	12,50

**Tabela 4.** Densidade média (ind/m<sup>2</sup>) e desvios padrões da comunidade de macroinvertebrados bentônicos associados aos sedimentos da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, verão e inverno de 2004.

<b>VERÃO</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Famílias		ind/m <sup>2</sup>	DesvPad						
<i>Chironomidae</i>		18	± 24	62	± 67	71	± 67	9	± 20
<i>Culicidae</i>		0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Naididae</i>		9	± 20	124	± 278	9	± 20	0	-
<i>Tubificidae</i>		36	± 37	0	-	27	± 40	0	-
<i>Glossiphonidae</i>		0	-	0	-	9	± 20	0	-
<b>Total</b>		63	± 40	186	± 250	116	± 87	9	± 20

<b>INVERNO</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Famílias		ind/m <sup>2</sup>	DesvPad						
<i>Chironomidae</i>		44	± 77	18	± 24	53	± 73	9	± 20
<i>Culicidae</i>		0	-	9	± 20	0	-	0	-
<i>Naididae</i>		0	-	0	-	9	± 20	18	± 40
<i>Tubificidae</i>		0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Glossiphonidae</i>		0	-	9	± 20	9	± 20	18	± 24
<b>Total</b>		44	± 77	36	± 58	71	± 74	45	± 63

**Tabela 5.** Resultados dos índices de riqueza de Margalef (R), Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J') referente à comunidade da macrofauna bentônica da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS, nas estações de verão (V) e inverno (I) do ano de 2004.

Unidades amostrais	Nº Famílias	Riqueza Margalef (R)	Diversidade Shannon (H')	Equitabilidade Pielou (J')
1V	2	1,03	0,78	0,71
2V	2	0,33	0,61	0,88
3V	4	1,17	0,89	0,64
4V	1	-	-	-
1I	1	-	-	-
2I	3	1,44	0,71	0,65
3I	3	0,96	0,57	0,52
4I	3	1,24	0,81	0,73

**Tabela 6.** Resultados da ANOVA bi-fatorial ( $p < 0,05$ ), entre as unidades amostrais e entre as estações do ano (verão e inverno), considerando a riqueza, equitabilidade, diversidade e densidade média total da comunidade da macrofauna bentônica da represa Mãe D'água, Porto Alegre/RS (NS = não significativo).

	<b>Entre unidades</b>	<b>Entre estações</b>
<b>Riqueza</b>	NS ( $p = 0,2154$ )	NS ( $p = 0,4552$ )
<b>Equitabilidade</b>	NS ( $p = 0,1867$ )	NS ( $p = 1,000$ )
<b>Diversidade</b>	NS ( $p = 0,3408$ )	NS ( $p = 0,8405$ )
<b>Densidade</b>	NS ( $p = 0,1298$ )	NS ( $p = 0,1110$ )