

Análise Hidroquímica, Metais Pesados em Sedimentos e de Macroinvertebrados Aquáticos no Arroio da Manteiga, São Leopoldo, RS

Carolina Davila Domingues, Leonardo Francisco Stahnke, Gelson Luiz Fiorentin,
Marco Antonio Fontoura Hansen

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, RS

caddom@pop.com.br; leobio@pop.com.br, gfiorentin@unisinos.br, hansen@unisinos.br

Recebido: 14/06/06 – revisado: 17/08/06 – aceito: 13/12/06

RESUMO

O arroio da Manteiga, com extensão média de 7,12 km, localizado na Zona Norte de São Leopoldo, RS, é tributário indireto do rio dos Sinos e o principal afluente da sub-bacia do arroio Cerquinha. Este estudo visa elaborar um perfil da qualidade do ambiente, através das análises físico-químicas da água e sedimento de fundo; granulometria e teor de matéria orgânica do substrato; identificação de fatores microbiológicos e antrópicos que influenciam o sistema aquático; dos aspectos ecológicos dos macroinvertebrados, seus riscos e benefícios; e da verificação dos usos da água pela população. A escolha dos pontos amostrados deu-se através dos impactos que o arroio sofre ao longo de seu curso. Realizou-se uma coleta no período de cheia e duas no de estiagem. Devido à presença de moradores às margens do arroio a partir de seu trecho médio, as características gerais até sua foz são da classe 4, segundo Resolução do CONAMA nº 357/05. Coletaram-se 951 indivíduos de macroinvertebrados, sendo apenas Planorbidae (Gastropoda) considerado de importância para saúde pública. Houve segregação ecológica entre os pontos devido às famílias sensíveis à poluição, destacando-se Tipulidae, Griopterygidae, Calamoceratidae e Gerridae ocorrentes apenas na nascente. Verificou-se que o uso deste recurso hídrico está diretamente relacionado ao lazer, dessecação animal e deposição de resíduos.

Palavras-chave: Arroio da Manteiga; Qualidade da água e sedimento; Macroinvertebrados bioindicadores.

INTRODUÇÃO

O uso e a ocupação indiscriminados das microrbacias urbanas, em várias partes do mundo chamam a atenção dos administradores públicos para o problema dos impactos ambientais e potencial de toxicidade, que afetam os recursos hídricos superficiais e seu substrato (modificado de UNEP, 1992).

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (BHRS) ocupa 1,5% do território gaúcho e é constituída por 32 municípios da região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (modificado do COMITESINOS, 2005). É um importante sistema hídrico, uma vez que abastece 1,6 milhões de pessoas e arrecada 40% do capital industrial do Estado. O município de São Leopoldo encontra-se totalmente inserido na BHRS. Com 212.785 habitantes, numa taxa de urbanização de 99,7% (FEE, 2006), suas águas superficiais são utilizadas para abastecimento doméstico, industrial, agropecuário e lazer, sendo a principal fonte de renda o setor coureiro-calçadista e industrial.

Contudo, pouco se sabe sobre esses mananciais, tanto nos aspectos bióticos quanto físico-químicos.

Situado na região Norte do município, a microrbacia do arroio da Manteiga flui para o arroio Cerquinha e este deságua na margem direita do rio dos Sinos. Esta região possui 65.339 pessoas (Magna Engenharia, 1996) de baixa renda *per capita* e precárias condições de saneamento, caracterizada, em sua maioria, por ocupações irregulares e invasões. Além disso, é onde se encontram o aterro controlado da cidade, diversos depósitos de resíduos a céu aberto, indústrias e olarias.

Inserindo-se num contexto de monitoramento ecológico e ecossistêmico, este trabalho visou elaborar um perfil da qualidade do recurso hídrico superficial. Para isto, analisaram-se variáveis físico-químicas da água, granulometria e química dos sedimentos de fundo, fatores antrópicos e microbiológicos, aspectos ecológicos dos macroinvertebrados e seus riscos, assim como, os usos da água pela população.

GEOLOGIA REGIONAL DA ÁREA

Identificam-se três unidades litoestratigráficas: formações Rio do Rasto, Pirambóia e Depósitos Quaternários. A Formação Rio do Rasto integra o Grupo Passa Dois, posicionado entre o período Permiano Superior a Triássico Inferior e situa-se em zonas mais baixas do relevo. É composta por siltitos avermelhados a vermelho-acinzentados, laminados e com camadas tabulares de arenitos esbranquiçados a avermelhados. Representam ambientes da Planície Costeira a Marinho Raso.

A Formação Pirambóia faz parte do Grupo São Bento, do período Triássico. Caracteriza-se por apresentar arenitos muito finos, finos a siltosos, vermelho-amarelados, com laminações planoparalelas, estratificações cruzadas acanaladas de baixo ângulo e sigmoidais. Situa-se no topo das colinas. Formam ambientes desérticos com lençóis de dunas e interdunas intercaladas com ambiente fluvial, em clima úmido (modificado de Castro *et al.*, 1994). Os Depósitos Quaternários correspondem aos sedimentos modernos (sub-atuais e atuais) depositados principalmente ao longo das calhas e zonas de várzea, constituídos essencialmente de seixos, grânulos, areias quartzosas de calhas fluviais e lamas das zonas de várzea (Zeltzer *et al.*, 1992).

CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

Dentro da área de estudo foram escolhidos três pontos de amostragens, a fim de caracterizar os impactos ocorrentes nesta micro-bacia predominantemente urbana (Figura 1).

A escolha do número e local dos pontos deu-se através dos trechos alto, médio e baixo da micro-bacia. O primeiro (P1) e o último (P3) pontos representam, respectivamente, a nascente e a foz do arroio, enquanto que o segundo ponto (P2) foi determinado, pela maior densidade populacional e pelo encontro com seu principal afluente.

Localmente, o primeiro e segundo pontos amostrados apresentam características geológicas das formações Rio do Rasto e Pirambóia, enquanto que o terceiro ponto representa os Depósitos Quaternários.

P1 – Nascente do arroio da Manteiga

A nascente do arroio da Manteiga, caracterizada como aquífero livre localiza-se em zona rural,

coordenadas 482376 m E, 6714514 m N, segundo a projeção Universa Transversa de Mercator (UTM). Esta se encontra próxima à divisa com o município de Portão, em áreas de reflorestamento de *Eucalyptus* e *Pinus* com sub-bosque em avançado estágio de sucessão secundária. O ponto de coleta deu-se a 11,70 m depois da vertente.

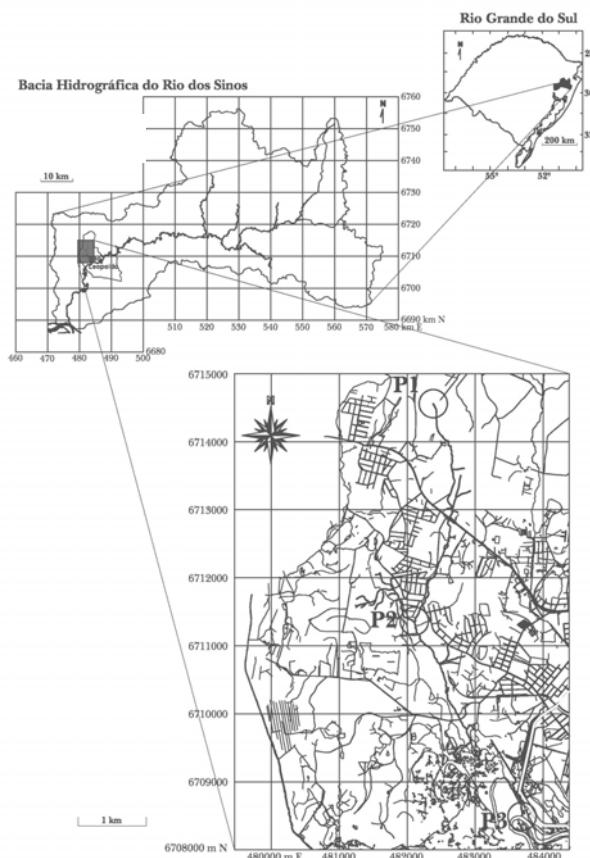


Figura 1 – Situação e localização da área de estudo do arroio da Manteiga, com identificação dos pontos de amostragens (P1, P2, P3)

A variação sazonal influencia no comportamento hídrico da nascente. Em período de cheia (junho a outubro), há formação de um pequeno curso d'água e no período de estiagem (novembro a maio) o local apresenta-se apenas como solo extremamente saturado, tipo Planossolo hidromórfico.

P2 – Vila Santa Marta

Este ponto localiza-se na vila Santa Marta, coordenadas 482113 m E, 6711368 m N UTM, três

metros após a foz de seu principal afluente da margem direita, sem denominação. Este provém das proximidades do aterro controlado do município, direção NW-SE.

O arroio da Manteiga, neste trecho, possui densa mata ciliar e recebe alto impacto devido as invasões e moradias irregulares, com precárias condições de saneamento e higiene. Ocorre, ainda, a deposição de efluentes e resíduos domésticos a céu aberto e diretamente em seu leito.

No período de cheia, o arroio em P2 é caracterizado por forte vazão e zonas de remanso, podendo subir cerca de dois metros. No período de estiagem há redução considerável desse volume, chegando a poucos centímetros de profundidade.

P3 – Foz do arroio da Manteiga

O último ponto, com coordenadas UTM 483685 m E, 6708499 m N, localizado ao lado do sistema de contenção contra cheias (diques), é caracterizado por extensas áreas alagáveis, um meandro abandonado do rio e as fozes dos arroios Cerquinha e da Manteiga. Além disso, população ribeirinha, ocupações irregulares, olarias e bombas de vazão do Serviço Municipal de Águas e Esgotos, encontram-se neste local.

A vegetação desta área está em estado de sucessão avançado, com árvores de grande porte e outras características de áreas alagáveis, porém apresentam fortes impactos antrópicos, com erosão presente em ambas as margens.

MÉTODOS E TÉCNICAS

Foram realizadas amostragens de água, sedimentos e macroinvertebrados aquáticos nos meses de setembro e novembro de 2004 e janeiro de 2005, a fim de observar o comportamento do arroio em períodos de cheia e estiagem.

As amostragens foram realizadas em oito datas diferentes a fim de respeitar o tempo hábil para entrega das análises para os respectivos laboratórios, sendo separadas por atividades: 15/09, 16/09, 10/11, 13/01 para macroinvertebrados; 15/09, 10/11 e 12/01 para microbiologia; e 22/09, 24/11 e 12/01 para análises físico-químicas de água e substrato. Observa-se na Tabela 1 as condições climáticas dos dias de coleta. Os dados foram fornecidos pela MetSul Meteorologia.

Para a avaliação da água realizaram-se análises microbiológicas e físico-químicas nos Laborató-

rios de Microbiologia e Geoquímica da UNISINOS, respectivamente. Estas foram coletadas e interpretadas seguindo normas convencionais, estabelecidas em APHA (1998). Também se utilizou a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

As análises microbiológicas deram-se através da contagem de Coliformes Totais e Termotolerantes, ambas interpretadas segundo o método de substrato cromogênico.

Tabela 1 - Condições climáticas dos dias de coleta

Datas de Coleta	*15/09	*16/09	*22/09	#10/11	#24/11	#12/01	#13/01
Temp. mín. do ar (°C)	14,5	12,4	18,5	17,8	18,2	20,1	19,5
Temp. máx. do ar (°C)	22,5	20,7	19,0	29,9	34,9	35,3	35,3
Precipitação (mm)	0,0	0,0	24,8	12,3	0,0	0,0	0,0
Pressão (hPa)	1.013	1.019	1.017	1.006	1.010	1.009	1.009
Umidade (%)	54	50	94	68	42	39	32

*Cheia; #Estiagem.

Já as variáveis físico-químicas analisadas foram: Potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Fósforo Total (P Total), Nitratos, Condutividade (Condut.) e Salinidade.

Para o substrato constituído de sedimento de fundo, as variáveis Cromo Total, Chumbo e Níquel foram analisadas em três amostras, enquanto que o teor de Matéria Orgânica (% de MO) e granulometria foram coletados apenas uma vez. O método aplicado para coleta e interpretação dos dados químicos foi da APHA (1998). A determinação do % de MO foi por meio de calcinação das amostras e diferenças de peso. A análise granulométrica foi realizada pelo Laboratório de Sedimentologia da

UNISINOS, utilizando o método descrito por Suguio (1973).

A categorização dos dados químicos dessas variáveis deu-se através dos critérios não poluído, moderadamente poluído e altamente poluído de aceitabilidade dos níveis de poluição nos sedimentos preconizados pela USEPA *apud* Thomas (1987).

Para análise dos macroinvertebrados foram adotados dois métodos: semiqualitativo, a fim de avaliar a riqueza; e quantitativo, para avaliação da abundância relativa. As amostragens foram realizadas em ambas as margens e centro do arroio.

O primeiro método consistiu na introdução de uma rede entomológica aquática na superfície da água até o substrato, sob vegetação marginal e emergente, arrastando-o contra a corrente durante um minuto na extensão de dois metros do arroio. Esse equipamento foi manipulado sempre pela mesma pessoa, evitando alteração do esforço de amostragem.

Para o segundo método, dado em indivíduos por volume (ind./cm³), fez-se uso de um core (cano de PVC adaptado) com 3,5 cm de raio e 1 m de altura. Este possui, no seu interior, uma lâmina de metal fixada a 5 cm da abertura inferior, o que delimita o volume de material coletado ($V = 192,325 \text{ cm}^3$).

O volume coletado foi transposto para um frasco contendo Formalina 10% e, posteriormente, acondicionado com álcool etílico a 70%, estando ambos identificados por ponto de amostragem.

A triagem das amostras quali-quantitativas foi efetuada no Laboratório de Entomologia da UNISINOS. Para a identificação taxonômica realizaram-se consultas bibliográficas e uso de chaves dicotómicas de Borror e Delong (1969), Merritt e Cummins (1984), Lopretto e Tell (1995), Buckup e Bond-Buckup (1999), Fernández e Domínguez (2001) e Melo (2003). Análises ecológicas de riqueza de Margalef, Dominância, Diversidade e Equitabilidade de Shannon e Similaridade de Jaccard foram aplicadas aos dados conforme Magurran (1991).

RESULTADOS

Os resultados são apresentados a partir de observações de campo e análises laboratoriais.

Hidrodinâmica da foz do arroio da Manteiga

No período de cheia, o arroio da Manteiga, juntamente com as águas das áreas alagáveis, ali-

menta a calha do meandro abandonado e invadem um trecho do arroio Cerquinha. Observa-se, também, que o rio dos Sinos retoma seu antigo curso.

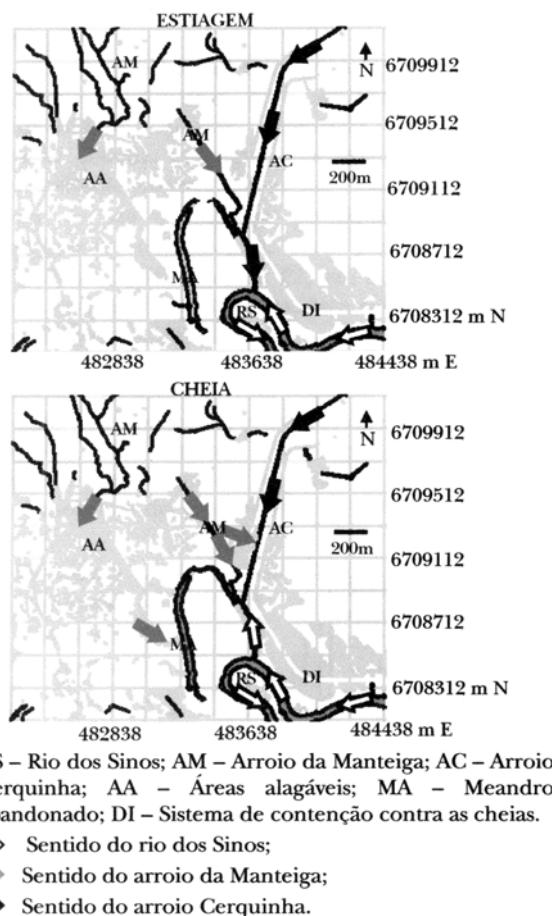


Figura 2 – Hidrodinâmica da foz do arroio da Manteiga

No período de estiagem, as áreas alagáveis e o meandro abandonado desconectam-se, e o arroio da Manteiga passa a percorrer apenas o seu curso principal. Neste período, o refluxo do rio dos Sinos não ocorre, e o arroio Cerquinha deságua direto no rio. A coluna d'água diminui cerca de 4 m em relação à cheia (Figura 2).

As variáveis foram avaliadas a partir dos limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 357/05 e são apresentadas na Tabela 2.

De acordo com a variável salinidade, o arroio da Manteiga é caracterizado como de água doce. Através das análises de pH, pode-se perceber que setembro e janeiro, em P1, apresentaram valo-

res ácidos, estando abaixo do padronizado pela Resolução do CONAMA nº 357/05.

Tabela 2 – Valores obtidos através das análises físico-químicas e microbiológicas da água e classificadas a partir dos limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 357/05

Variáveis	P1	P2	P3
Meses de Coleta	Set/05 Nov/05 Jan/06	Set/05 Nov/05 Jan/06	Set/05 Nov/05 Jan/06
pH	5,5	< 2,0 12,5	6,6 5,6
OD (mg/L)	9,7	8,2	6,0
DBO ₅ (mg/L O ₂)	2,0	7,5	7,2
P Total (mg/L P)	< 0,05	0,18	6,6
Nitratos (mg/L N)	0,49	12,8	6,0
Coliformes totais (nmp/100mL)	0,29x10 ⁶	1,33	7,3
Coliformes termotolerantes (nmp/100mL)	0,7x10 ⁶	32,8x10 ⁶	36,0
STD (mg/L)	8,5	1,14x10 ⁶	1,60
Condut. (μS/cm)	17,4	3,0x10 ⁵	1,60
Salinidade (%)	0,2	0,3x10 ⁵	1,60

Classe 1; Classe 3; Classe 4.

A DBO₅ ultrapassou os limites estabelecidos pelo CONAMA para a classe 3 nos três meses de amostragem, em P2 e no mês de janeiro, em P3. Já no mês de setembro, no mesmo ponto, esta variável permaneceu entre os limites para classe 3.

Análises físico-químicas e microbiológicas da água

A concentração da qualidade química para as variáveis Nitrato e OD, durante as amostragens, se enquadra na condição da classe 1 e demonstra tendência à queda quando o período de estiagem se pronuncia.

Ao analisar os valores de P Total, estes se mostraram acima dos limites para classe 4 em P2 e P3, apresentando seus maiores valores no período de estiagem. Segundo Porto *et al.* (1991), valores acima de 0,1 mg/L são classificados como ambientes aquáticos de produtividade "muito alta", observados em P2 e P3.

Ao contrário destes, os maiores valores de Nitrato ocorreram no período de cheia, o que conforme Porto *et al.* (1991) este ambiente é caracterizado como de alta produtividade.

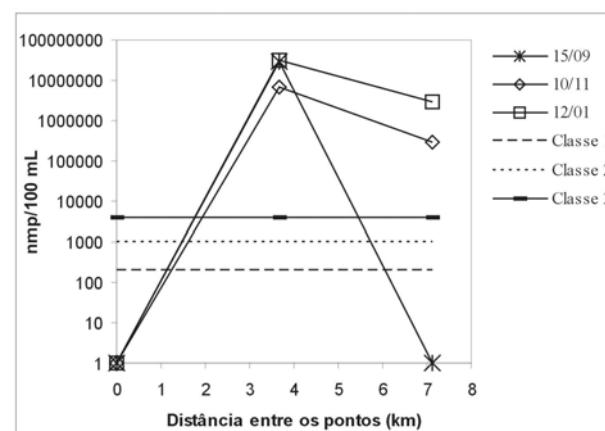


Figura 3 – Comparação dos valores de coliformes termotolerantes observados nas amostragens entre os estipulados pela Resolução do CONAMA nº 357/05

A Resolução do CONAMA nº 357/05 não estabelece parâmetros para análise de STD e Condutividade, porém, segundo Espíndola e Brigante (2003), em águas naturais os valores de condutividade apresentam-se na faixa de 10 a 100 μS/cm e em ambientes poluídos por esgoto doméstico e/ou industrial, estes podem chegar a 1.000 μS/cm. Sendo assim, P1, para novembro e P2 e P3, para setembro e janeiro, são considerados como ambientes impactados.

As análises microbiológicas (Figura 3) apontaram índices correspondentes à classe 1 nas três amostragens em P1, e, em P3, apenas no mês de setembro. Nas demais amostragens, os valores atingiram índices muito superiores ao estipulado pela Resolução do CONAMA nº 357/05 para classe 4.

Através dos relatos da população e de observação direta, evidenciaram-se o uso da água para lazer, dessedentação de animais, pesca e deposição de resíduos. Para algumas famílias, a água utilizada para o consumo vem de poços, localizados próximos ao arroio.

Análises do sedimento de fundo

A composição granulométrica do primeiro ponto é da fração areia fina (28%), com areia muito grossa (25%) e silte com argila (6%). Neste ponto ocorrem 12,70% de Matéria Orgânica (MO).

O segundo ponto possui dominância de areia média (45%), tendo uma variação granulométrica de seixo fino (0,51%) a silte com argila (2%) e 2,41% de MO.

O terceiro ponto representa os Depósitos Quaternários, cujo sedimento apresenta dominância de areia muito fina (60%), fina (22%) e silte com argila (19%). Menos de 1% são areias média e grossa. A porcentagem de MO neste ponto é de 9,09%.

Tabela 3 – Valores obtidos através das análises químicas dos sedimentos de fundo

Substrato	P1	P2	P3
Datas de Coleta	Set/05 Nov/05 Jan/06	Set/05 Nov/05 Jan/06	Set/05 Nov/05 Jan/06
Cromo total ($\mu\text{g/g}$)	3,3 1,0 < 1,0	9,8 3,1 < 1,0	43,8* 1,3 < 1,0
Chumbo ($\mu\text{g/g}$)	< 5,0 1,3 < 5,0	< 5,0 1,5 < 5,0	< 6,0 11,0 < 5,0
Níquel ($\mu\text{g/g}$)	< 2,6 < 2,4 < 2,4	2,6 < 2,4 10,9	4,6 < 2,4

* Moderadamente poluído segundo USEPA *apud* Thomas (1987).

Limites de detecção do aparelho:

Cr = 0,01 mg/L;

Ni = 0,02 mg/L;

Pb = 0,05 mg/L.

Análises químicas de substrato

Comparando com os critérios de aceitabilidade dos níveis de poluição nos sedimentos preconizados pela USEPA *apud* Thomas (1987), verificou-se que apenas a variável Cromo Total categorizou-se

como Moderadamente Poluído no mês de setembro, em P3 (Tabela 3).

Macroinvertebrados

Foram coletados 951 indivíduos, distribuídos em 19 famílias de Insecta, três de Gastropoda, uma de Bivalvia e uma de Hirudinea (Anexo 1).

Os oligoquetos foram identificados somente até nível de classe. Dos 27 táxons amostrados dez ocorreram em pelo menos dois pontos. Houve segregação ecológica entre os pontos devido à sensibilidade dos macroinvertebrados à poluição, destacando-se Gerridae, Tipulidae, Calamoceratidae e Gripopterygidae ocorrentes apenas em P1. A similaridade na composição das comunidades de macroinvertebrados é maior entre P2 e P3, do que destes em relação ao P1 (Figura 4).

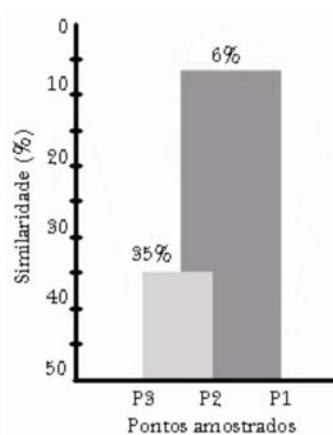


Figura 4 - Análise de agrupamento dos táxons por ponto de coleta, utilizando o índice de similaridade de Jaccard e o algoritmo de agrupamento pelo vizinho mais próximo

Através de análises ecológicas (Tabela 4), verificou-se maior riqueza de Margalef em P3, assim como a maior diversidade de Shannon. A equitabilidade de Shannon foi mais representativa em P1.

A família dominante foi Chironomidae (Insecta) representando 51% do total de indivíduos amostrados. Este resultado influenciou os valores encontrados entre os pontos, sendo maior em P2.

Através da análise quantitativa foi possível observar um grande número de Chironomidae em P2, com 1,02 ind./cm³ durante o período sem precipitação e 0,48 ind./cm³ no de maior precipitação (12,3 mm).

Anexo 1 – Número total de Indivíduos, Classes e Famílias amostrados por ponto de coleta

Táxons	Coleta I			Coleta II			Coleta III			Total
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
Oligochaeta	0	83	1	2	81	0	0	94	10	271
Glossiphoniidae	0	9	1	0	0	0	0	3	0	13
Ampullaridae	0	2	1	0	2	2	0	0	4	11
Physidae	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Planorbidae	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
Corbiculidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Belostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4
Calamoceratidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Canacidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Chironomidae	0	252	2	0	167	1	3	53	9	487
Coenagrionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Culicidae	0	0	0	0	0	0	0	105	1	106
Dytiscidae	0	3	0	0	0	0	0	0	4	7
Empididae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Ephydriidae	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
Gerridae	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Gripopterygidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hydrophilidae	0	0	0	0	0	1	0	0	10	11
Megapodagrionidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Não identificados	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
Noteridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Psychodidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Scirtidae	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3
Stratiomyidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Tipulidae	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10
Veliidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Total de Indivíduos/Coleta	360		258		333		951			
Total de Táxons/Coleta	9		6		23		24			

- Oligochaeta
- Hirudinea
- Gastropoda
- Bivalvia
- Insecta

Tabela 4 – Análises ecológicas dos macroinvertebrados por ponto de coleta

Análises ecológicas	P1	P2	P3
Tamanho da Amostra	26	866	59
Riqueza	9	14	16
Riqueza de Margalef	2,455	1,922	3,679
Nº táxons exclusivos	6	5	6
Dominância	0,385	0,545	0,203
Diversidade de Shannon	0,828	0,494	0,987
Equitabilidade de Shannon	0,868	0,431	0,820

Quanto aos aspectos relacionados à saúde pública, a presença do molusco da família Planorbidae, em P2 e P3 merece atenção, uma vez que esta apresenta o gênero *Biomphalaria*, hospedeiro intermediário de *Schistosoma mansoni*, agente da esquistossomose.

DISCUSSÃO

Além dos fatores abióticos, os potencializadores do decréscimo de OD e aumento da DBO₅ no ambiente são as descargas de efluentes industriais e

domésticos, resíduos sólidos urbanos, deposição de matéria orgânica em decomposição e lodo, os quais são acumulados principalmente no período de estiagem, em P2 e P3. A interação entre estas se torna crítica quando a DBO₅ adquire valores acima de OD, dificultando a sobrevivência da biota.

Outros parâmetros, que contribuem para o aumento do estado crítico do ambiente, quando em elevados níveis, são Fósforo e Nitrogênio. A concentração de Fósforo em águas superficiais é rara, devido à absorção ativa das plantas (IJC, 1980 *apud* FEPAM, 1998). Mas o observado neste arroio denota um ambiente apto à alta produtividade primária, em associação com o Nitrogênio, iniciando um processo de eutrofização ambiental.

Este fato pode ser evidenciado a partir da grande mortandade da ictiofauna e proliferação de algas ocorridas no mês de janeiro de 2005, período crítico de estiagem que se estabeleceu no Estado.

Acompanhando períodos de anoxia ambiental, as larvas de Chironomidae sobrevivem com metabolismo anaeróbio (Strieder *et al.*, 2003). Isso as torna tolerantes a situações extremas, com uma grande capacidade competitiva (Marques *et al.*, 1999), fato que pode ser evidenciado em P2, em todas as coletas, quando as larvas sobrepujaram o número total de táxons.

Quanto a percentual de MO, junto aos sedimentos de fundo, verificou-se um decréscimo de montante para jusante.

O parâmetro de STD é mais crítico em período de estiagem (FEPAM, 1998). Isso porque a concentração destes materiais dissolve-se em menor quantidade de água, que tem menor capacidade de carreamento. Acompanhando estes valores, a condutividade varia numa escala direta e positiva. Estes valores mostraram-se crescentes em direção à foz, com exceção de P1, no mês de novembro, quando houve um desbarrancamento de uma das margens.

Nas análises de substrato, verificou-se uma elevação nos valores de cromo total, em P3, segundo USEPA *apud* Thomas (1987), sendo este constantemente utilizado em indústrias de galvanoplastia e cromagens, localizados nessa região.

Os altos valores observados para as variáveis de metais pesados na primeira coleta estão relacionados ao período de chuva, quando ocorre o transporte de toda e qualquer substância existente no solo, concentrando-se na foz. Mesmo P3 encontrando-se próximo as áreas alagáveis, cuja importância está na retenção de partículas sólidas e absorção de substâncias tóxicas, através das macrófitas aquáticas (Esteves, 1998), algumas das variáveis não obtiveram seus valores restabelecidos ou melhorados. Além da

existência desses no substrato, alterações no pH e potencial oxi-redox podem biodisponibilizar esses elementos à coluna d'água, potencializando a magnificação trófica. Segundo Loyola (1994), isso se torna um complicador visto que os macroinvertebrados habitam o substrato de fundo em pelo menos uma fase de seu ciclo vital.

Durante o período de amostragem, percebeu-se que o arroio é altamente antropizado, seja pelo lançamento direto de efluentes domésticos, pela supressão da mata ciliar ou pelos depósitos de resíduos sólidos oriundos da população local.

Um exemplo disso é a degradação de um trecho da mata ciliar existente na margem esquerda, em P2, entre as coletas do dia 16/09/2004 e 10/10/2004, assim como a remoção total dos resíduos sólidos existentes em seu leito. Esse fato desconfigurou completamente as margens, a profundidade e a dinâmica do arroio, influenciando diretamente nas comunidades de macroinvertebrados.

O desaparecimento de micro-habitats causado pelo aumento da vazão, pela variação na qualidade da água entre os pontos e pela alta taxa de poluição orgânica provocada, principalmente, pelo esgoto cloacal dos moradores locais, também influenciam as comunidades de macroinvertebrados, aumentando o número daqueles que possuem maior grau de tolerância aos locais impactados. Uma prova disso é a forte correlação direta (99%), entre a concentração de coliformes termotolerantes e a família Chironomidae, encontrada em todos os locais amostrados. Segundo Brigante *et al.* (2003), o conjunto de organismos predominantes ao longo do rio aponta para águas com grau muito alto de distúrbio, principalmente onde a diversidade de outros grupos foi muito reduzida.

Griopterygidae e Calamoceratidae podem ser indicadas como famílias mais sensíveis aos distúrbios ambientais, visto que só foram amostradas em P1, que apresenta apenas 6% de similaridade em relação aos demais pontos. Já P3 apresentou maior riqueza e diversidade por relacionar-se com as áreas alagáveis, que tem a função de reservatório de diversidade biológica e recarga dos mananciais de águas superficiais e subterrâneas (Garcia, 2003).

A primeira e a terceira coletas, relativas ao período de menor precipitação, tiveram maior abundância e diversidade de macroinvertebrados do que no período de maior precipitação (Anexo I). Isso se deve ao fato de que, com a diminuição do volume de água no leito do arroio, os macroinvertebrados diminuem sua área de vida. Corroborando à esses dados, alia-se a correnteza que é um importan-

te fator ambiental na determinação da distribuição dos organismos zoobentônicos (Esteves, 1998).

As cheias são potencializadas pelos resíduos depositados no leito do arroio, fazendo com que as águas atinjam as residências locais. Os moradores, inconscientes deste processo, atribuem à vegetação marginal a origem do dano, por ser nelas onde os resíduos ficam presos. O processo seguinte ocorre com a destruição desta mata, gerando o assoreamento das margens e a futura perda do terreno e da própria moradia.

Quanto aos usos da água pela população, evidenciou-se que todas as práticas merecem atenção à saúde e ao meio ambiente. Exemplo disso é o fato de suas águas serem utilizadas para lazer, pesca e dessedentação animal, ao passo que o arroio é o local de deposição de resíduos. Os hábitos evidenciados nos discursos de alguns ribeirinhos refletem a realidade de risco diário às doenças causadas tanto pelo contato com a água contaminada, como por sua ingestão ou por meio de insetos que se desenvolvam nela.

Apesar de relatos sobre o consumo de água se dar através de poços subsuperficiais (aqüífero livre), verificou-se que estes se encontram próximos ao arroio e sua construção e manutenção são precárias, podendo estar sendo contaminados por poluentes que se infiltram no solo, atingindo os mananciais que os abastecem (UNIÁGUA, 2005).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir do estudo realizado no arroio da Manteiga, constatou-se que as variações pluviométricas alteraram significativamente a sua dinâmica hidrológica e das áreas adjacentes. Estas alterações, por sua vez, modificam as propriedades físico-químicas da água e substrato, selecionando a composição da biota local.

Além destes fatores naturais, o homem também modifica o ambiente, seja pela deposição de efluentes, e com eles os coliformes termotolerantes, ou pela remoção da mata ciliar e o consequente assoreamento das margens. Isso é evidenciado a partir do ponto P2 até a foz, cuja Resolução do CONAMA nº 357/05, enquadra na condição da classe 4, servindo somente para navegação e harmonia paisagística.

A presença do metal pesado cromo total, nas amostras coletadas, em 22 de setembro de 2005, corrobora para o enquadramento do trecho inferior do arroio, como moderadamente poluído.

A dominância de macroinvertebrados tolerantes aos locais impactados é evidente nos períodos de seca. Nestes meses há uma depleção da qualidade da água, resultando em um ambiente crítico à biota e impróprio às espécies mais sensíveis representados pelas famílias Gripopterygidae e Calamoceratidae, que se encontram a jusante. A maior riqueza e diversidade de macroinvertebrados são evidenciadas nas áreas alagáveis da porção terminal do arroio, onde há tênue melhoria dos parâmetros estudados.

Estar ciente das modificações antrópicas e ambientais é importante para conhecer a realidade local, servindo de instrumento para a melhoria das políticas públicas, de atenção à saúde e ao meio ambiente do município de São Leopoldo, podendo ser aplicado a outros sistemas hídricos.

Neste sentido, é necessário um estreitamento entre o Serviço Municipal de Água e Esgoto e as Secretarias de Saúde, Meio Ambiente, Educação e Habitação da cidade, não só por uma visão de controle epidemiológico e vigilância sanitária, mas de atenção à saúde e respeito ao morador ribeirinho e às populações marginalizadas desta área.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido graças ao auxílio do Programa Unidade Móveis de Saúde Coletiva (PRUMO/UNISINOS); Acad. Marta Bencke; Acad. Luciano Pazinato Martins; Sr. Carlos Roberto Pinheiro; Prof. Eugênio Hackbart; Dr. Fernando Zanota Cruz; Biól. Uliisses Gaspar Neiss; Prof. MS. Raquel de Castilhos-Fortes e equipe do Lab. Microbiologia; Quím. Jacqueline Duran Miranda e equipe do Lab. Geoquímica; Acad. Telmo Henrique Alves Valles; Acad. Alessandro Ott Reinhardt; Acad. Lindsey Hellmann; Acad. Patrícia da Silva Sardão; e em especial à Comunidade Ribeirinha do arroio da Manteiga, Sr. Vanderlei, Sr. Itacir e Sr. Jair.

REFERÊNCIAS

- APHA 1998. *Standard Methods for the examination of Water and Wasterwater*. American Public Health Association, Washington, 20^a edição, 1162 p.
BORROR, D. J.; DE LONG, D. M. 1969. *Introdução ao Estudo dos Insetos*. Programa de Publicações Didáticas, USAID. Rio de Janeiro. 653 p.
BRIGANTE, J., DORNFELD, C. B., NOVELLI, A., MORRAYE, M. A. 2003. *Comunidade de macroinvertebrados*

- bentônicos no Rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J., ESPÍNDOLA, E. L. G. 2003. Limnologia Fluvial: um estudo no Rio Mogi-Guaçu. São Carlos: RiMa, p. 181-187.
- BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. 1999. Os crustáceos do Rio Grande do Sul. Ed. Universidade, Porto Alegre, 503 p.
- COMITESINOS - Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Disponível em: <<http://www.comitesinos.com.br/rio/informacoes.htm>> Acesso em 28 jul. 2005.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em 15 jun. 2005.
- CASTRO, J. C.; BORTOLUZZI, C. A.; CARUSO JR, F.; KREBS, A. S.. Coluna White: Estratigrafia da Bacia do Paraná No Sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. FLORIANÓPOLIS: SECRETARIA DE ESTADO DE TECNOLOGIA, ENERGIA E MEIO AMBIENTE, 1994. v. 1. 67 p.
- ESPÍNDOLA, E. L. G.; BRIGANTE, J. 2003. Avaliação das modificações na qualidade da água do Rio Mogi-Guaçu: uma análise temporal. In: BRIGANTE, J., ESPÍNDOLA, E. L. G. 2003. Limnologia Fluvial: um estudo no Rio Mogi-Guaçu. São Carlos: RiMa, p. 189-204.
- ESTEVES, F. A. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. Interciência, Rio de Janeiro. 606 p.
- FEE - Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser. Disponível em: <http://www.fee.tche.br/site-fe/pt/content/resumo/pg_municipios_detalhe.php?municipio=S%E3o+Leopoldo> Acesso em 05 jan. 2006.
- FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do rio dos Sinos, 1998. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/graf_sinos1998.asp> Acesso em 07 mai. 2005.
- FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. (ed.). 2001. *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo. Tucumán, Argentina. 282 p.
- GARCIA, L. M. (Org.). 2003. *Biodiversidade e conservação de áreas úmidas da bacia do Rio dos Sinos*. São Leopoldo: Editora UNISINOS. 79 p.
- LOPRETTO, E. C.; TELL, G. (dir.). 1995. *Ecossistemas de Águas Continentales: Metodologias para su estudios*. Ediciones Sur. Tomos II. La Plata, Argentina, 1401 p.
- LOYOLA, R. G. N. 1994. *Contribuição ao Estudo dos Macroinvertebrados Bentônicos em Afluentes da Margem Esquerda do Reservatório de Itaipu*. Curitiba, 300 p. Tese (Doutorado em Zoologia) Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná.
- MAGNA ENGENHARIA LTDA. 1996. *Simulação de uma proposta de gerenciamento dos recursos hídricos na bacia do Rio dos Sinos*. Relatório Técnico Parcial nº 4 (RTP - 04): Impactos Econômicos e Financeiros. Porto Alegre: Ed. Magna engenharia Ltda. 100 p.
- MAGURRAN, A. E. 1991. *Ecological diversity and its measurement*. Ed. Chapman and Hall: USA, 179 p.
- MARQUES, M. G. S. M., FERREIRA, R. L., BARBOSA, F. A. R. 1999. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. Revista Brasileira de Biologia, nº 59, vol. 2, p. 203-210.
- MELO, G.A.S. 2003. *Manual de Identificação dos Crustácea Decapoda de Água doce do Brasil*. Ed. Loyola: São Paulo, 429 p.
- MERRIT, R.W., CUMMINS, K.W. (eds). 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America* (2nd ed.). Kendall/Hunt Publ. Dubuque, xii + 722 p.
- PORTO, M. F. A., BRANCO, S. M., LUCA, S. J. 1991. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R. L. (org.). *Hidrologia Ambiental*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. p. 27-66.
- STRIEDER, M. N., RONCHI, L. H., NEISS, U. G., OLIVEIRA, M. Z. 2003. Avaliação dos efeitos de fontes de poluição pontual sobre os Macroinvertebrados bentônicos no Arroio Peão, RS. In: RONCHI, L. H.; COELHO, O. G. W. Tecnologia, Diagnóstico e Planejamento Ambiental, Editora UNISINOS, p. 61-85.
- SUGUIO, K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. São Paulo: Edgar Blücher, Ed. da USP. 320 p.
- THOMAS, R. L. 1987. *A protocol for the selection of process oriented remedial options to control in situ sediments contaminants*. Hydrobiologia, nº 149, p. 247-258.
- UNEP. 1992. *Chemical Pollution: A Global Overview*. United Nations Environment Programme, Geneve. 106 p.
- UNIÁGUA – Universidade da Água. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=qualidade.htm>> Acesso em 14 out. 2005.
- ZELTZER, F.; PAULA, C. C.; NOWATZKI, C. H. Mapa Geológico da Folha de São Leopoldo – RS. Escala 1:50.000. *Acta Geológica Leopoldensia – Série Mapas*, São Leopoldo, nº 1, p. 3-14, maio. 1992.

Analysis of Hydrochemicals, Heavy Metals In Sediments And Aquatic Macroinvertebrates In Manteiga Stream, São Leopoldo, RS

ABSTRACT

Manteiga stream, with a mean length of 7.12 km in the northern zone of the city of São Leopoldo, is an indirect tributary of Sinos river and the main tributary of Cerquinha sub-basin. This paper aimed at analyzing the quality of Manteiga stream using physical and chemical data from water and sediment; microbiological and anthropic factors that influence the system; the ecological aspects of macroinvertebrates, their risks and benefits to people. The water resource is used to verify this. Impacts on the stream determined the choice of sampling points. One sample represents the flood season and two samples, the dry season. Since the banks are inhabited from the middle stretch to the mouth of the stream, its general characteristics are class 4, according to CONAMA resolution nº 357/05. Nine hundred and fifty-one specimens of macroinvertebrates were collected and only Planorbidae (Gastropoda) were considered important for public health. Pollution between the points caused ecological segregation due to sensitive families, mainly Tipulidae, Gripopteryidae, Calamoceratidae and Gerridae, which occurred only at P1. Water is used for leisure, to water domestic animals and to deposit wastes.

Key-words: Manteiga stream; Water and sediment quality; Bioindicators macroinvertebrates.