



AVALIAÇÕES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DA MICROBACIA DO CÓRREGO MODENEIS EM LIMEIRA –SP.

Vanessa de Menezes Oliveira¹; Mayra Solizete Granziol Silva¹; Camila Bittencourt Medeiros¹, Vanessa Evelin Jesus¹; Eder Godoy Martins Pio¹; João Francisco Pillon¹; Rodrigo Pereira de Lima¹; André Luís Bombo¹; Bruno Leme Godoy¹; Alexandre Daniel Detoni¹; Patrícia Conter¹; Maurício Baroni Jr.¹; Adriana Ribeiro Francisco¹; Bruno Baddo¹; Giovani Archanjo Brota¹; Jorge Luiz da Paixão Filho¹; Abílio Lopes de Oliveira Neto²; Gilberto de Almeida³; Adilson José Rossini⁴; Ronaldo Teixeira Pelegrini⁵

RESUMO

Este trabalho apresenta uma avaliação da qualidade da água do córrego Modeneis pertencente à microbacia do córrego Barroca Funda, afluente do Ribeirão Tatu, na cidade de Limeira, SP. Foram escolhidos três pontos de coleta para análises: nascente, meio e final da microbacia. O estudo foi realizado através do monitoramento de águas e sedimento durante oito semanas, sendo verificados os parâmetros físicos (pH, cor, turbidez, condutividade, sólidos totais dissolvidos), químicos (alcalinidade, acidez, nitrato, dureza e TOC) e biológicos (toxicidade aguda – *Daphnia similis* e crônica – *Ceriodaphnia dubia*) das amostras.

Palavras-chave: corpo d'água, sedimento, ecotoxicidade, *Daphnia similis*, *Ceriodaphnia dubia*.

PHISICALS, CHEMICALS AND BIOLOGICALS EVALUATIONS OF MICROBASIN IN THE MODENEIS STREAM IN LIMEIRA –SP.

ABSTRACT

This work presents an evaluation of the water quality from Modeneis stream belonging the microbasin of Barroca Funda stream, affluent of the Ribeirão Tatu in the city of Limeira, São Paulo. Three points of collection for analyses had been chosen: spring, middle and end of microbasin. The study was realized through the monitoring of waters and sediment during eight weeks, being verified the physical parameter (pH, Color, Turbidity, Conductivity and Total Solids), chemical (Alkalinity, Acidity, Nitrate, Hardness and TOC) and biological (acute Toxicity- *Daphnia similis* and chronic- *Ceriodaphnia dubia*) of the samples.

Keywords: water body, sediment, ecotoxicity, *Daphnia similis*, *Ceriodaphnia dubia*.

Trabalho recebido em 6/12/2007 e aceito para publicação em 24/03/2008.

¹ Graduandos do curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental do Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) : vanessa.ambiente@gmail.com

² Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela EESC – USP. Professor do CESET – UNICAMP. Rua Paschoal Marmo, 1888 CEP: 13484-370 Limeira – SP: abilio@unicamp.br

³ Graduado em Biologia pela Faculdade de Ciências Biológicas de Araras. Biólogo: CESET – UNICAMP. Rua Paschoal Marmo, 1888 CEP: 13484-370 Limeira – SP: gill@ceset.unicamp.br

⁴ Diretor da CETESB – Limeira SP. Professor do CESET – UNICAMP Rua Paschoal Marmo, 1888 CEP: 13484-370 Limeira – SP: adilsonr@cetesb.sp.gov.br

⁵ Pós-Doutor em Ciências pela Faculdade de Engenharia Mecânica UNICAMP. Professor do CESET – UNICAMP. Rua Paschoal Marmo, 1888 CEP: 13484-370 Limeira – SP e.mail: pelegrini@ceset.unicamp.br

1. INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos são altamente vulneráveis às substâncias químicas tóxicas. Diversas classes de compostos são agressivas aos ecossistemas podendo ser quantificadas através do monitoramento de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Devido à grande variedade e a complexidade das interações entre esses parâmetros o monitoramento e os estudos dos efeitos sinérgicos tornam-se fundamentais para avaliar os impactos ambientais provocados às matrizes sólidas e líquidas (CARNIATO et al., 2007; BRITO-PELEGRINI et al., 2007a; BRITO-PELEGRINI et al., 2006).

Os impactos que as substâncias químicas podem causar a um dado sistema aquático não se limitam apenas a coluna d'água, mas afetam principalmente os organismos presentes nos sedimentos dos córregos, rios, lagos e mares.

Os sedimentos representam um dos principais compartimentos dos ambientes aquáticos por fornecerem substrato para uma variedade de organismos de grande importância ecológica (BOTTA-PASCHOAL, 2002; ARAÚJO, et al., 2006; MANSOR, 2005), pois funcionam como reservatório e fonte de inúmeros nutrientes para os organismos que ali co-habitam. Desempenham ainda um papel importante nos processos de decomposição

da matéria orgânica e a reciclagem de importantes elementos como o carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre (BOTTA-PASCHOAL, 2002; ARAÚJO, et al., 2006).

Pelo fato dos sedimentos acomodarem os componentes químicos que passam pela coluna d'água, funcionam como um arquivo histórico armazenando informações sobre os processos biogeoquímicos da bacia. Por isso, estudar os sedimentos é de fundamental importância para avaliar a degradabilidade de um dado ecossistema aquático (ARAÚJO, et al., 2006).

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar as condições ecotoxicológicas do córrego Modeneis, na cidade de Limeira SP.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização do local do ensaio

O presente trabalho foi realizado no córrego urbano Modeneis, pertencente à microbacia do córrego Barroca Funda, afluente do Ribeirão Tatu, na área urbana do município de Limeira SP, cujas coordenadas geográficas são latitude 22° 34' 22'' S, longitude 47° 24' 56'' O e altitude 634 m. (Figura 1). As amostragens de água e sedimentos foram realizadas na nascente, no meio e na foz do referido, no período de mês/ano a mês/ano.

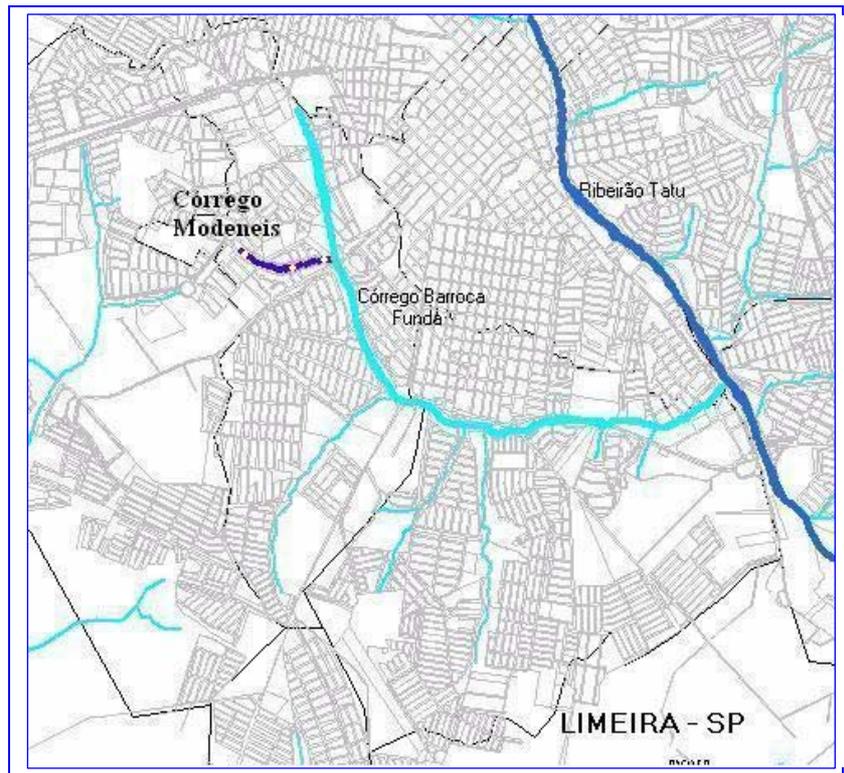


Figura 1. Microbacia hidrográfica do córrego Modeneis, na área urbana do município de Limeira – SP.

2.2. Controle Analítico

Os seguintes parâmetros físicos e químicos de qualidade da água foram avaliados: pH, cor, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade, acidez, nitrato, dureza e carbono orgânico total (TOC). As análises foram realizadas no Laboratório de Físico-química do Superior de Educação Tecnológica (CESET) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

A determinação dos parâmetros analíticos foi realizada de acordo com a metodologia preconizada no Standard

Methods of the Examination of Water and Wastewater 20th Edition, 1998. Sendo que o teor de Carbono Orgânico Total (TOC) foi realizado segundo a metodologia descrita na norma ISO 8245.

2.3. Controle toxicológico

A determinação dos parâmetros toxicológicos foi realizada segundo a norma NBR 13373 (Aquatic ecotoxicology – Chronic toxicity – Test with *Ceriodaphnia* spp / Crustacea, Cladocera) para toxicidade crônica e utilizando *Ceriodaphnia* *dúbia*; e pela NBR 12713

(Aquatic ecotoxicology – Acute toxicity – Test with *Daphnia* spp / Cladocera, Crustacea) para toxicidade aguda utilizando *Daphnia similis*.

Para a determinação de toxicidade aguda utilizou-se a amostra líquida e o sedimento, através da água intersticial, coletados na sétima e oitava semanas de análise, devendo ser observado o efeito deletério dos organismos em um período de exposição de 48 horas.

A toxicidade crônica foi analisada na oitava semana do experimento, utilizando o sedimento. A ferramenta empregada para a interpretação dos dados obtidos com o experimento foi o programa estatístico TOXTAT (OLIVEIRA-NETO, 2002), o qual expressa os resultados comparando os pontos fornecidos. O resultado deve demonstrar o efeito na sobrevivência ou na

reprodução dos organismos durante um período de exposição que poderá abranger a totalidade ou parte do seu ciclo de vida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos estudos de monitoramento dos valores de pH foram encontrados resultados similares nos três pontos (Figura 2). Segundo WERKER & HALL (1999), os ecossistemas sempre estão sujeitos aos impactos provocados pela variação dos valores de pH. Muitas bactérias não podem proliferar em níveis de pH abaixo de 4,0 ou acima de 9,5 sendo que, geralmente, o pH ótimo para o crescimento bacteriano está entre 6,5 e 7,5. Neste sentido, um estudo rigoroso dos níveis de pH faz-se necessário para avaliar a viabilidade da vida em qualquer ambiente aquático.

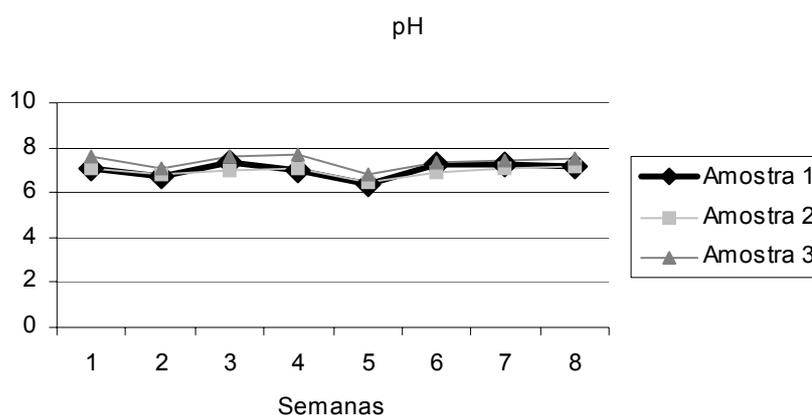


Figura 2. Evolução do pH no córrego Modeneis, em Limeira – SP, na sua nascente (Amostra 1), no meio da sua microbacia (Amostra 2) e na sua foz (Amostra 3), no período de setembro/2006 a novembro/2006.

Os resultados de pH encontrados apresentaram uma média de 6,77, 6,83 e 7,01 para os locais de monitoramento correspondentes a nascente, ao meio e à foz do córrego Modeneis respectivamente. A amplitude de variação do pH atingiu 6,10 a 7,22 (nascente), 6,23 a 7,25 (meio) e 6,35 a 7,72 (foz) os quais se apresentam dentro da faixa considerada ótima para o desenvolvimento dos microrganismos. Além disso, tais resultados indicam que a microbacia não sofreu nenhum impacto com substâncias ácidas ou básicas capazes de alterar significativamente o ambiente químico no período estudado.

A cor pode ser altamente interferente nos processos fotossintéticos naturais nos leitos dos rios provocando alterações na biota aquática, principalmente se o corpo d'água receber descargas industriais (BRITO-PELEGRINI et al., 2007b; BRITO-PELEGRINI et al., 2007c; KAPDAN et al., 2000; KIRBY et al., 2000).

Apesar de o córrego Modeneis encontrar-se no meio de uma avenida, na qual se localizam diversas indústrias, não foi encontrado qualquer ponto de descarte de efluente. Entretanto, a água apresentou variações consideráveis na cor (Figura 3), atingindo uma média de 73,4, 71,2 e 122,6 mg Pt-Co.L⁻¹ na nascente (amostra 1), no

meio da microbacia (amostra 2) e na foz do córrego (amostra 3) respectivamente.

A faixa de variação verificada para esse parâmetro de qualidade da água foi de 25 a 330 mg Pt-Co.L⁻¹ (amostra 1), 30 a 170 mg Pt-Co.L⁻¹ (amostra 2) e 75 a 220 mg Pt-Co.L⁻¹ (amostra 3).

No primeiro ponto de coleta, próximo à nascente, notou-se um pico da coloração atingindo 330 mg Pt-Co.L⁻¹ na sétima semana, no ponto dois (meio da microbacia) foram observados picos na segunda e sexta semanas e no ponto três (foz do córrego) a coloração manteve-se variando entre 100 e 200 mg Pt-Co.L⁻¹. Vale lembrar que a resolução CONAMA no 357/2005 estabelece padrões de coloração de até 75 mg Pt-Co.L⁻¹ para águas doces de classe 2. Essas variações da coloração provavelmente são originadas por poluição difusa (águas da chuva que arrastam materiais para os corpos d'água) ou por erosões, o que caracterizam poluição antropogênica, já que o córrego não apresenta mata ciliar.

A turbidez em águas é causada geralmente pela presença de partículas em suspensão e colóides, derivadas de argila, lama, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos (CAMPOS et al., 2005).

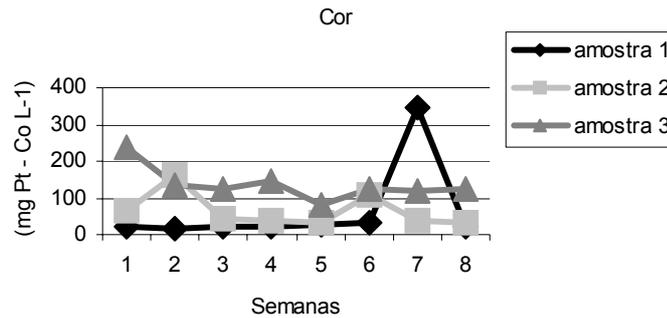


Figura 3. Evolução da cor da água no córrego Modeneis, em Limeira – SP, na sua nascente (Amostra 1), no meio da sua microbacia (Amostra 2) e na sua foz (Amostra 3), no período de setembro/2006 a novembro/2006.

A área específica do material em suspensão é elevada e as partículas podem acomodar uma grande quantidade de poluentes e até microrganismos patogênicos, o que torna de suma importância a determinação desse parâmetro.

No estudo da turbidez (Figura 4) foram observados picos no ponto dois (meio da microbacia) de 80 UTN, na primeira semana, e no ponto um (nascente) de 60 UNT, na sétima semana. O padrão permitido pela resolução CONAMA n. 375/2005 é de 40 UTN, estabelecido para águas de classe 1. Considerando que o ponto um de coleta é próximo à nascente e que o ponto dois localiza-se a menos de 1.000 m a jusante, tem-se que os picos de variação da turbidez tornam-se preocupantes, dada à fragilidade do ecossistema da microbacia desprotegida de mata ciliar.

A Figura 5 mostra o monitoramento da condutividade elétrica nos três pontos de coletas. Foi possível observar uma faixa de variação de 200 a 300 $\mu\text{S cm}^{-1}$, sendo que as três amostras apresentaram resultados bastante similares. A condutividade elétrica é o estudo da presença de íons em soluções aquosas e geralmente refere-se às concentrações de sais dissolvidos na água e também permite avaliar a quantidade de sólidos totais dissolvidos. Nos resultados encontrados os valores enquadram-se nos padrões aceitáveis para água potável.

No estudo da alcalinidade (Figura 6), os três pontos de amostragem da água apresentaram comportamentos bastante similares com picos na primeira, na sexta e na sétima semanas com concentrações máximas próximas a 150 mg L^{-1} de CaCO_3 .

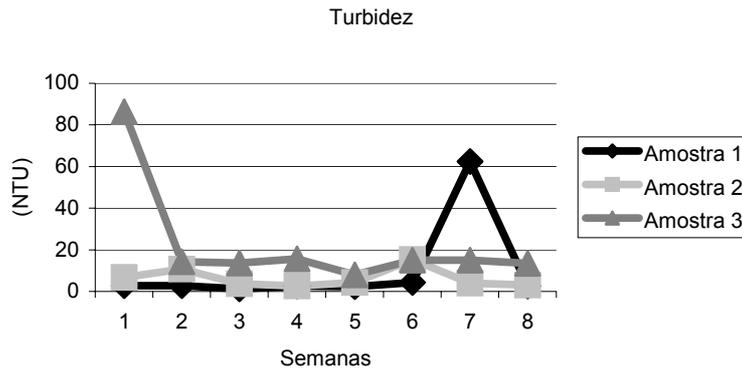


Figura 4. Evolução da turbidez da água no córrego Modeneis, em Limeira – SP, na sua nascente (Amostra1), no meio da sua microbacia (Amostra 2) e na sua foz (Amostra 3), no período de setembro/2006 a novembro/2006.

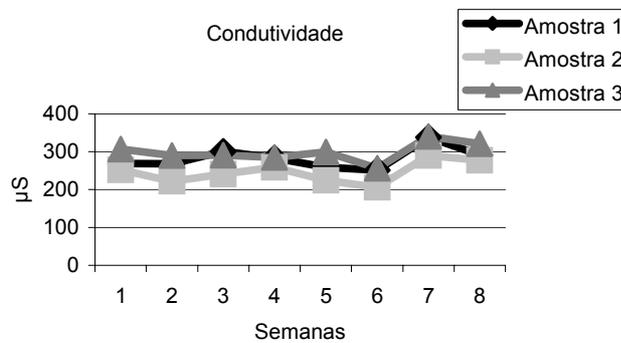


Figura 5. Evolução da condutividade elétrica da água no córrego Modeneis, em Limeira – SP, na sua nascente (Amostra1), no meio da sua microbacia (Amostra 2) e na sua foz (Amostra 3), no período de setembro/2006 a novembro/2006.

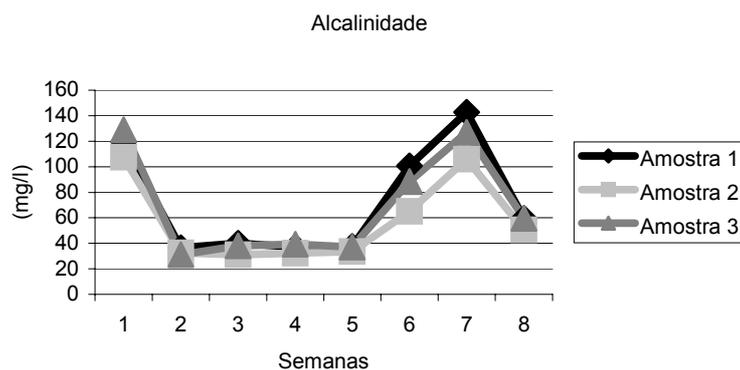
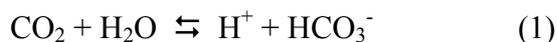


Figura 6. Evolução da alcalinidade da água no córrego Modeneis, em Limeira – SP, na sua nascente (Amostra1), no meio da sua microbacia (Amostra 2) e na sua foz (Amostra 3), no período de setembro/2006 a novembro/2006.

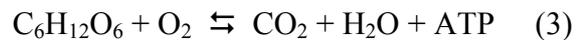
Entre a segunda e quinta semanas de monitoramento a alcalinidade apresentou-se abaixo de 50 mg L^{-1} de CaCO_3 .

No estudo da acidez (Figura 7), observa-se praticamente uma redução dos valores da nascente em direção à foz do córrego Modeneis, com exceção da terceira semana em que se nota um pico do ponto dois, quando a acidez foi superior ao ponto um. Valores de acidez e alcalinidade têm uma estreita relação com o comportamento bioquímico da biota aquática, correspondendo ao efeito tampão que mantém a estabilidade do sistema (Equações 1 e 2).



A acidez e a alcalinidade podem ser originadas nos processos aeróbios e

anaeróbios de degradação da matéria orgânica (Equações 3 e 4).



Ambos os processos geram CO_2 que por reação com a água produzem as espécies ácidas e básicas presentes, como produtos na equação 1 (H^+ e HCO_3^-). Os picos de alcalinidade observados na sétima semana (Figura 6), podem ser indicação de produção de acetato por anaerobiose (bactérias acetogênicas) consumindo a espécie H^+ (Equação 2) e deslocando o equilíbrio do tampão no sentido da geração da molécula ácida (Hac – Equação 2). Com isso, ocorre a formação da espécie básica HCO_3^- (Equação 1) conferindo a alcalinidade do meio.

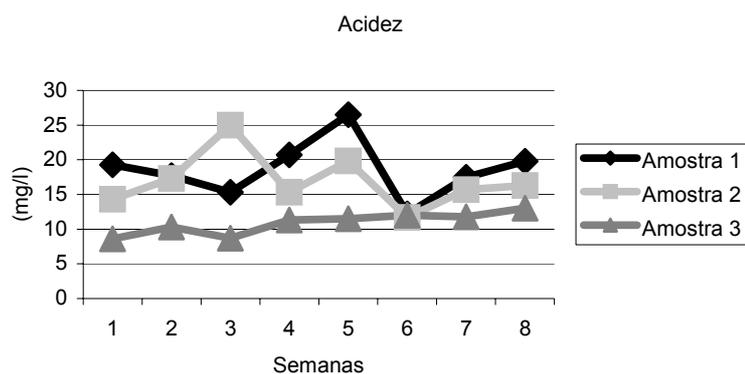
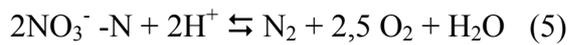


Figura 7. Evolução da acidez da água no córrego Modeneis, em Limeira – SP, na sua nascente (Amostra1), no meio da sua microbacia (Amostra 2) e na sua foz (Amostra 3), no período de setembro/2006 a novembro/2006.

O consumo da acidez desde a nascente em direção à foz do córrego, observado na Figura 7, pode ser também em função dos processos de desnitrificação que demandam um consumo de acidez (Equação 5).



Isto pode ser verificado devido à alta concentração de nitrato observada no sedimento nos pontos de amostragem (em torno de 31 mg kg⁻¹) que podem ser rapidamente degradadas para nitrogênio molecular. Tal fato justifica uma boa condição da bacia para completar o ciclo do nitrogênio já que a sua forma orgânica pode ser originada da vegetação.

Na determinação da matéria orgânica, avaliada através do teor de carbono orgânico total nas amostras de sedimento em estudo, verificou-se elevadas concentrações com valores de 14.000; 17.363 e 17.802 mg kg⁻¹ nos pontos 1, 2 e 3 respectivamente. Com concentrações tão elevadas de TOC espera-se que as matrizes apresentem alta taxa de toxicidade aguda. No entanto, as análises toxicológicas não exibiram toxicidade relevante. Esse comportamento pode ser explicado pela alta concentração de compostos orgânicos dissolvidos, os quais podem ter inibido a atividade de substâncias tóxicas através de suas propriedades quelantes.

Estudos têm demonstrado que altas concentrações de matéria orgânica podem quelar substâncias impactantes reduzindo a toxicidade, este efeito também têm sido observado em função da dureza elevada, que em torno de 500 mg L⁻¹ pode reduzir a toxicidade de substâncias ambientalmente importantes (BORGSMANN et al., 2004). Neste estudo foi identificada uma dureza por volta de 300 mg L⁻¹ o que pode justificar a não existência de toxicidade aguda.

No teste da toxicidade crônica analisado através do programa estatístico TOXTAT (OLIVEIRA-NETO, 2002), pode-se perceber que os pontos de amostragem na nascente e na foz do córrego Modeneis apresentaram diferenças significativamente sensíveis com relação ao localizado no meio dessa microbacia e ao controle. Dessa forma, tem-se que a toxicidade pode ter sido inibida pelo fato dos organismos utilizados serem fitoplanctônicos, os quais vivem na superfície e se alimentam de algas através do mecanismo de filtração, não tendo capacidade para interagir com os contaminantes indisponíveis na forma líquida.

4. CONCLUSÃO

De acordo com as análises realizadas, no período de oito semanas,

tem-se que o córrego Modeneis apresentou toxicidade crônica, evidenciando assim a presença de substâncias tóxicas em quantidade suficiente para causar interferência à biota aquática.

Através das análises toxicológicas realizadas, constata-se que o sedimento apresenta somente toxicidade crônica.

A toxicidade apresentada pelo córrego Modeneis, localizado em uma área urbanizada e industrial, pode ser justificada por poluição difusa. Contudo, ficou evidenciado que a microbacia apresenta-se em boas condições, conseguindo realizar o ciclo de minerais importantes.

5. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R. P. A.; BOTTA-PASCHOAL, C. M. R.; SILVÉRIO, P. F.; ALMEIDA, F. V.; RODRIGUES, P. F.; UMBUZEIRO, G. A.; JARDIM, W. F. e MOZETO, A. A. Application of toxicity identification evaluation to sediment in a highly contaminated water reservoir in southeastern Brazil. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 25, n. 2, p. 581-588, 2006.
- BORGMANN, U.; NORWOOD, W. P. and DIXON, D. G. Re-evaluation of metal bioaccumulation and chronic toxicity in *Hyalella azteca* using saturation curves and the biotic ligand model. **Environmental Pollution**, v. 131, n. 3, p. 469-484, 2004.
- BOTTA-PASCHOAL, C. M. R. **Avaliação ecotoxicológica de sedimentos em reservatórios da bacia do Rio Tietê, SP, com ênfase na aplicação do estudo de AIT - Avaliação e identificação da toxicidade**. Tese de doutorado, USP – São Carlos, 2002.
- BRITO-PELEGRINI, N. N.; PELEGRINI, R. T. e PATERNIANI, J. E. S. Filtração lenta no tratamento de percolado de aterro sanitário. **Revista Minerva Pesquisa e Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 85-93, 2007 a.
- BRITO-PELEGRINI, N. N.; PELEGRINI, R. T. e PATERNIANI, J. E. S. Ecotoxicological evaluation of leachate from the Limeira sanitary landfill with a view to indentifying acute toxicity. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**. v. 2, n. 3, p. 34-43 2007 b.
- BRITO-PELEGRINI, N. N.; SALES, P. T. F. e PELEGRINI, R. T. Photochemical treatment of industrial textile effluent containing reactive dyes. **Environmental Technology**. v. 28 p. 321-328 2007c.
- BRITO-PELEGRINI, N. N.; PELEGRINI, R. T. e PATERNIANI, J. E. S. Avaliação das características do percolado de aterro sanitário pós-tratamento biológico. Perspectivas de reutilização agrícola. **Revista de Estudos Ambientais**, v.8, n. 2, p.36-43, 2006.
- CAMPOS, S. X.; BERNARDO, L. D. e VIEIRA, E. M. Influência das características das substâncias húmicas na eficiência da coagulação com sulfato de alumínio. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.10, n. 3, p. 194-199, 2005.

- CARNIATO J. G.; GERALDO S. M.; BRITO-PELEGRINI, N. N.; PELEGRINI, R. T. e PATERNIANI, J. E. S. Avaliação da toxicidade de percolado de resíduos sólidos pós tratamento biológico e fotocatalítico. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 92-101, 2007.
- KIRBY, N.; MARCHANT, R. e MSMULLAN, G. Decolourisation of synthetic dyes by *Phlebia tremellosa*. **Fems Microbiology Letters**, v.188:, n.1, p.93-96, 2000.
- KAPDAN, I. K.; KARGI, F; McMULLAN G. e MARCHANT, R. Biological decolorization of textile dyestuff by *Coriolus versicolor* in a packed column reactor. **Environmental Technology**, v. 21, n.2, p.231-236, 2000.
- MANSOR, M. T. C. **Potencial de poluição de águas superficiais por fontes não pontuais de fósforo na bacia hidrográfica do ribeirão do Pinhal, Limeira-SP**. Tese de doutorado, Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP, 2005.
- OLIVEIRA-NETO, A. L.; BOTTA-PASCHOAL, C. M. R.; BOHRER M, B. C.; ROCHA, O. e ESPÍNDOLA, E. L. G. **TOXTAT - Método Estatístico Trimmed Sperman-Karber - Sensibilidade do Cladocera Lacustre Planctônico, Ceriodaphnia silvestrii aos Metais Cádmio, Cromo e Chumbo**. Ecotoxicologia - Perspectivas para o Século XXI. Ed. Rima, São Carlos, p. 537-543, 2002.
- WERKER, A. G.; HALL, E. R. The influence of pH on the growth-linked biodegradation kinetics of selected resin acids found in pulp mill effluent. **Tappi Journal**, v.82, n.7, p.169-177, 1999.