UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO
DEPARTAMENTO DE SANEAMENTO E AMBIENTE

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ECOTOXICOLÓGICA DO RIBEIRÃO TATU NO MUNICÍPIO DE LIMEIRA - SP

ADRIANA CRISTINA TOMASIN MARRARA

CAMPINAS

2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO
DEPARTAMENTO DE SANEAMENTO E AMBIENTE

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ECOTOXICOLÓGICA DO RIBEIRÃO TATU NO MUNICÍPIO DE LIMEIRA - SP

ADRIANA CRISTINA TOMASIN MARRARA

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO ROBERTO SIVIERO

Tese de doutorado apresentada à Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil na área de Saneamento e Ambiente.

CAMPINAS

2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

M348a

Marrara, Adriana Cristina Tomasin
Avaliação físico-química e ecotoxicológica do Ribeirão Tatu no Município de Limeira - SP / Adriana Cristina Tomasin Marrara.-- Campinas, SP: [s.n.], 2008.

Orientador: Antonio Roberto Siviero.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Toxicologia experimental. 2. Toxicologia – Testes. 3. Bacias hidrográficas. 4. Poluentes. I. Siviero, Antonio Roberto. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: Ecotoxicologycal and physical-chemical evaluation of ribeirão Tatu in the coutry of Limeira – SP.
Palavras-chave em Inglês: Experimental toxicology, Poisons – Testing, River basins, Pollutants.
Área de concentração: Saneamento e Ambiente
Titulação: Doutor em Engenharia Civil
Banca examinadora: Edson Aparecido Abdoul Nour, Cassiana M. Reganhan Coneglian e Edério Dino Bidoia.
Data da defesa: 26/5/2008.
Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ECOTOXICOLÓGICA DO RIBEIRÃO TATU NO MUNICÍPIO DE LIMEIRA-SP

Adriana Cristina Tomasin Marrara

Tese de Doutorado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Prof. Dr. Antonio Roberto Siviero
Presidente e Orientador/Cotil/UNICAMP

Prof. Dr. Edson Abdul Nour
FEC/UNICAMP

Prof. Dr. Cassiana M. Reganham Coneglian
CESET/UNICAMP

Prof. Dr. Edério Dino Bidóia
UNESP/Rio Claro

Prof. Dr. Pedro Sérgio Fadini
PUC/CAMPINAS

Campinas, 26 de maio de 2008

Dedicatória

A Deus

Ao meu marido Danilo

Ao meu filho Gabriel

pelo amor e compreensão sempre.

Aos meus pais José Tarciso e Vera Lúcia

pelo apoio e incentivo.

"Jamais poderemos ser suficientemente gratos a Deus, aos nossos Pais e aos nossos Mestres"

Aristóteles

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Antonio Roberto Siviero pela orientação, amizade, apoio, e principalmente por partilhar seus conhecimentos, transformando meus ideais em realizações.

Ao Prof. Dr. Edson Abdul Nour pela atenção e pelas sugestões que muito contribuiram para o enriquecimento deste trabalho.

A Profa. Márcia Sarti, coordenadora do Departamento de Exatas do Colégio Técnico de Limeira pela confiança no uso do laboratório.

Ao Prof. Paulo Sérgio Saran pela autorização na utilização das instalações do Laboratório de Biologia do Colégio Técnico de Limeira.

Aos amigos Gilberto e Adria pela ajuda e colaboração durante toda esta jornada.

A amiga Kátia Cabrini pela presença, amizade e força sempre presentes no decorrer deste trabalho.

Aos amigos Edmilson, Chang e Priscila pelo companheirismo e amizade.

A Águas de Limeira, e aos competentes profissionais Cléber e Gilson pela simpatia e pelas informações recebidas.

Aos estagiários do Centro Superior de Educação Tecnológica CESET pela colaboração e auxílio nas análises.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Área de Saneamento e Ambiente, da Universidade de Campinas, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso.

A Paula e aos funcionários do Departamento de Pós-graduação pela simpatia, carinho, colaboração e apoio.

Aos amigos e que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

Marrara, Adriana Cristina Tomasin. **Avaliação físico-química e ecotoxicológica do ribeirão Tatu no município de Limeira-SP**. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2008. Tese de Doutorado.

A água é um recurso finito e essencial para todas as formas de vida. Estudos demonstram que diversas doenças podem ser causadas por água contaminada. A crescente urbanização e as atividades antrópicas agravam os níveis de poluição dos corpos d'água. A bacia do ribeirão Tatu cobre grande parte da área urbana do município de Limeira-SP. Nasce na zona rural do município de Cordeirópolis e deságua no rio Piracicaba. Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, o ribeirão é considerado classe 4 na área urbana. Possui inúmeros problemas com o lançamento de efluentes domésticos, industriais e agrícolas sem tratamento adequado, poluição urbana e ausência quase total de matas ciliares. O presente trabalho teve por objetivo realizar uma avaliação ecotoxicológica da água superficial e do sedimento do ribeirão Tatu, no período de março de 2005 a março de 2006, utilizando como bioindicadores de toxicidade aguda o microcrustáceo *Daphnia similis* e de toxicidade crônica o microcrustáceo *Ceriodaphnia dúbia*. Também, caracterizar a água em relação as variáveis físico-químicas tais como, temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade, dureza, alcalinidade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO5), demanda química de oxigênio (DQO), determinando para isso, quatro pontos de coleta ao longo do ribeirão. Os resultados demonstraram as áreas com maior vulnerabilidade com relação à toxicidade, havendo maior toxicidade aguda nos pontos 3 e 4 durante todo o período de avaliação.Os resultados da toxicidade crônica apresentaram os mesmos pontos como os mais afetados por este parâmetro. No mês de junho e julho de 2005 ocorreu queda na qualidade da água do ribeirão, que provavelmente pode estar relacionada a substâncias tóxicas presentes na água por lançamento de efluentes industriais sem tratamento adequado. Com relação as analises físico-químicas da água, a temperatura e o pH estiveram dentro dos padrões aceitáveis pela legislação. O OD diminui a medida que o ribeirão avança para área urbana, caracterizando assim, o aumento da poluição. Os maiores valores de condutividade, dureza foram verificados nos pontos 3 e 4, tais valores podem alterar as atividades biológicas dos organismos aquáticos. Com relação aos valores de DBO5 e DQO, estes indicam a possibilidade de descarte de efluentes industriais sem tratamento adequado.

PALAVRAS-CHAVES: ribeirão Tatu; toxicidade aguda; toxicidade crônica; *Daphnia similis; Ceriodaphnia dúbia*; indicadores físico-químicos; poluição.

ABSTRACT

Marrara, Adriana Cristina Tomasin. **Ecotoxicologycal and physical-chemical evaluation of ribeirão Tatu in the county of Limeira-SP**. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2008. Tese de Doutorado.

Water is a finite and essential resource for all life forms. Studies have shown that many illnesses can be caused by contaminated water. The ribeirão Tatu basin comprises much of the urban area of the county of Limeira, SP, Brazil. It originates in the agricultural zone of the county of Cordeirópolis and empties into rio Piracicaba. According to CONAMA Resolution 357/2005, the river has a classification of 4 in urban area. It has countless problems, such as the release of untreated domestic, industrial and agricultural sewage, urban pollution, as well as an almost total absence of riverside woods. The present study carried out an ecotoxicologycal evaluation of the ribeirão Tatu's surface water from March of 2005 to March of 2006, using the microcrustacean *Daphnia similis* as a bioindicator of acute toxicity and the microcrustacean *Ceriodaphnia dubia* as a bioindicator of chronic toxicity. In addition to this, the water was characterized in relation to physical an chemical variables, such as temperature, pH, dissolved oxygen (OD), conductivity, hardness, alkalinity, biochemical demand of oxygen (DBO5) and chemical demand of oxygen (DQO). For this, four collection points were determined along the watercourse. The results show the most vulnerable areas in relation to toxicity; point 3 and 4 showing greater acute and chronic toxicity. June an July, a drop in the quality of ribeirão Tatu water was recorded, probably due to the presence of toxic substances in the water, due to the release of untreated industrial sewage. The results of the physical-chemical showed acceptable pH and temperature levels. The dissolved oxygen decreases closer to the urban areas, thus indicating an increase in pollution. The conductivity, hardness and alkalinity values were seen in point 3 and 4. Such values may alter biological activities of aquatic organisms. The values for biochemical an chemical demand of oxygen indicates the possibility of the release of industrial sewage without proper treatment.

KEY WORDS: Ribeirão Tatu; acute toxicity; *Daphnia similis*; chronic toxicity; *Ceriodaphnia dubia*; physical-chemical indicators; pollution.

SUMÁRIO

RESUMO..... 7
ABSTRACT..... 8
LISTA DE FIGURAS..... 12
LISTA DE TABELAS..... 14
1. INTRODUÇÃO..... 19
2. OBJETIVOS..... 22
3. REVISÃO DA LITERATURA..... 23
3.1. Qualidade de água e monitoração de bacias hidrográficas..... 23
3.2.Testes de Toxicidade na Água..... 25
3.3. Testes de Toxicidade no Sedimento..... 30
4. MATERIAL E MÉTODOS..... 34
4.1. Material..... 34
4.1.1. A Bacia do Ribeirão Tatu..... 34
4.1.2.Pontos de coleta..... 36
4.1.2.1. ponto 1..... 36
4.1.2.2. ponto 2..... 37
4.1.2.3. ponto 3..... 37
4.1.2.4. ponto 4..... 37
4.1.3. Coleta e Preparação das Amostras..... 38
4.1.3.1. procedimento da coleta..... 38
4.2. Métodos..... 39
4.2.1. Testes de Toxicidade Aguda..... 39
4.2.2. Testes de Toxicidade Crônica..... 40
4.2.3. Cultivo e Manutenção dos Organismos-Teste em Laboratório..... 41
4.2.3.1.família Daphnidae..... 41
4.2.3.2. manutenção e cultivo..... 43
4.2.3.3. alimentação dos organismos..... 44
4.2.3.4. avaliação da sensibilidade de *Daphnia similis*..... 45

4.2.3.5. avaliação da sensibilidade de *Ceriodaphnia dubia*..... 45
4.2.4. Temperatura..... 46
4.2.5. Oxigênio dissolvido..... 46
4.2.6. pH..... 47
4.2.7. Condutividade..... 47
4.2.8. Dureza..... 48
4.2.9. Alcalinidade..... 50
4.2.10. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5)..... 52
4.2.11. Demanda Química de Oxigênio (DQO)..... 53
5. RESULTADOS PARCIAIS E DISCUSSÃO..... 55
5.1. Resultados do índice pluviométrico..... 55
5.1.1. Índice pluviométrico..... 55
5.2. Resultados das análise físico-químicas da água superficial do Ribeirão Tatu..... 56
5.2.1. Temperatura..... 56
5.2.2. pH..... 57
5.5.3. Oxigênio Dissolvido (OD)..... 58
5.2.4. Condutividade..... 59
5.2.5. Dureza..... 61
5.2.6. Alcalinidade..... 62
5.2.7. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5)..... 63
5.2.8. Demanda Química de Oxigênio (DQO)..... 65
5.3. Avaliação da Toxicidade Aguda da Água Superficial e do Sedimento do Ribeirão Tatu... 66
5.4. Avaliação da Toxicidade Crônica da Água Superficial e do Sedimento do Ribeirão Tatu. 67
6.CONCLUSÕES..... 71
7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 73
8. ANEXOS..... 81
8.1. Registro dos dados analíticos..... 81
8.1.1. Resultados dos parâmetros físico-químicos.. 81
8.1.2. Registro dos testes de toxicidade agudos e crônicos da água superficial e do sedimento 83

8.1.3. Resultados da análise estatística da toxicidade crônica da água superficial e do sedimento..... 109

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bacia Hidrográfica do Piracicaba, localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 5..... 36

Figura 2 – Cladocera, Crustácea *Daphnia Similis* utilizada nos experimentos como indicador de toxicidade aguda.(ZAGATTO & BERTOLETTI, 2006)..... 40

Figura 3 – Cladocera, Crustácea *Ceriodaphnia dubia* utilizada nos experimentos como indicador de toxicidade aguda.(ZAGATTO & BERTOLETTI, 2006)..... 41

Figura 4 - Valores referentes ao índice pluviométrico da região de Limeira-SP no período de março de 2005 a março de 2006..... 55

Figura 5 – Valores referentes aos valores da temperatura das amostras de água superficial do Ribeirão Tatu no município de Limeira - SP..... 56

Figura 6 – Valores referentes aos valores de pH das amostras da água superficial do Ribeirão Tatu no município de Limeira – SP..... 57

Figura 7 – Valores referentes aos valores de OD das amostras da água superficial do Ribeirão Tatu no município de Limeira – SP..... 58

Figura 8 - Valores referentes aos valores da condutividade das amostras da água superficial do Ribeirão Tatu no município de Limeira – SP..... 60

Figura 9 - Valores referentes aos valores da dureza das amostras da água superficial do Ribeirão Tatu no município de Limeira – SP..... 61

Figura 10 - Valores referentes aos valores da alcalinidade das amostras da água superficial do Ribeirão Tatu no município de Limeira – SP..... 62

A Figura 11 - Valores obtidos na análise de DBO5 das amostras da água superficial do Ribeirão Tatu..... 64

Figura 12 - Valores referentes aos valores da DQO das amostras da água superficial do Ribeirão Tatu no município de Limeira – SP..... 65

Figura 13 – Número de neonatos produzidos por *Ceriodaphnia dubia* exposta à água superficial dos diferentes pontos do Ribeirão Tatu, em testes de toxicidade crônica..... 68

Figura 14 - Número de neonatos produzidos por *Ceriodaphnia dubia* expostas ao sedimento dos diferentes pontos do Ribeirão Tatu, em testes de toxicidade crônica..... 69

Figura 15 – Vista aérea do município de Limeira-SP destacando os pontos de coleta no ribeirão Tatu..... 116

Figura 16 – Vista aérea do ribeirão Tatu indicando o ponto de coleta 1..... 116

Figura 17 – Ponto de coleta 1..... 117

Figura 18 – Ponto de coleta 1..... 117

Figura 19 – Vista aérea do ribeirão Tatu indicando o ponto de coleta 2..... 118

Figura 20 – Ponto de coleta 2..... 118

Figura 21 – Ponto de coleta 2..... 119

Figura 22 – Vista aérea do ribeirão Tatu indicando o ponto de coleta 3..... 119

Figura 23 – Ponto de coleta 3..... 120

Figura 24 – Ponto de coleta 3..... 120

Figura 25 – Vista aérea do ribeirão Tatu indicando o ponto de coleta 4..... 121

Figura 26 – Ponto de coleta 4..... 121

Figura 27 – Ponto de coleta 4..... 122

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagens de efeito observado, para mortalidade/imobilidade nos testes de toxicidade aguda para organismo *Daphnia similis* realizados com amostra de água superficial nos pontos do Ribeirão Tatu..... 66

Tabela 2 – Porcentagens de efeito observado, para mortalidade/imobilidade nos testes de toxicidade aguda para organismo *D. similis* realizados com amostra de sedimento nos pontos do Ribeirão Tatu..... 67

Tabela 3 - Valores da Temperatura da água superficial do Ribeirão Tatu..... 81

Tabela 4 - Valores do pH da água superficial do Ribeirão Tatu..... 81

Tabela 5 - Valores do Oxigênio Dissolvido (OD) da água superficial do Ribeirão Tatu..... 81

Tabela 6 - Valores da Condutividade da água superficial do Ribeirão Tatu..... 81

Tabela 7 - Valores da Dureza da água superficial do Ribeirão Tatu..... 81

Tabela 8 - Valores da Alcalinidade da água superficial do Ribeirão Tatu..... 82

Tabela 9 - Valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5) da água superficial do Ribeirão Tatu..... 82

Tabela 10 - Valores da Demanda Química de Oxigênio (DQO) da água superficial do Ribeirão Tatu..... 82

Tabela 11 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água, referentes ao mês de março de 2005..... 83

Tabela 12 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referentes ao mês de março de 2005..... 83

Tabela 13 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referentes ao mês de abril de 2005..... 83

Tabela 14 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referentes ao mês de abril de 2005..... 83

Tabela 15 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de maio de 2005..... 84

Tabela 16 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento referente ao mês de maio de 2005..... 84

Tabela 17 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de junho de 2005 84
Tabela 18 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de junho de 2005 84
Tabela 19 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de julho de 2005 85
Tabela 20 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de julho de 2005 85
Tabela 21 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de agosto de 2005 85
Tabela 22 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de agosto de 2005 85
Tabela 23 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de outubro de 2005 86
Tabela 24 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de outubro.de 2005 86
Tabela 25 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de novembro de 2005 86
Tabela 26 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de novembro de 2005 86
Tabela 27 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de dezembro de 2005 87
Tabela 28 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de dezembro de 2005 87
Tabela 29 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de janeiro de 2006 87
Tabela 30 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de janeiro de 2006 87
Tabela 31 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de fevereiro de 2006 88

Tabela 32 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de fevereiro de 2006..... 88
Tabela 33 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de março de 2006..... 88
Tabela 34 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de março de 2006..... 88
Tabela 35 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de maio de 2005..... 89
Tabela 36 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de maio de 2005..... 90
Tabela 37 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de junho de 2005..... 91
Tabela 38 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de junho de 2005..... 92
Tabela 39 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de julho de 2005..... 93
Tabela 40 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de julho de 2005..... 94
Tabela 41 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de agosto de 2005..... 95
Tabela 42 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de agosto de 2005..... 96
Tabela 43 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de outubro de 2005..... 97
Tabela 44 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de outubro de 2005..... 98
Tabela 45 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de novembro de 2005..... 99
Tabela 46 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de novembro de 2005..... 100

Tabela 47 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de dezembro de 2005 101
Tabela 48 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de dezembro de 2005 102
Tabela 49 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de janeiro de 2006 103
Tabela 50 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de janeiro de 2006 104
Tabela 51 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de fevereiro de 2006 105
Tabela 52 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de fevereiro de 2006 106
Tabela 53 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de março de 2006 107
Tabela 54 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de março de 2006 108
Tabela 55 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de maio de 2005 109
Tabela 56 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de maio de 2005 109
Tabela 57 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de junho de 2005 109
Tabela 58 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de junho de 2005 110
Tabela 59 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de julho de 2005 110
Tabela 60 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de julho de 2005 110
Tabela 61 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de agosto de 2005 111

Tabela 62 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de agosto de 2005 111
Tabela 63 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de outubro de 2005 111
Tabela 64 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de outubro de 2005 112
Tabela 65 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de novembro de 2005 112
Tabela 66 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de novembro de 2005 112
Tabela 67 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de dezembro de 2005 113
Tabela 68 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de dezembro de 2005 113
Tabela 69 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de janeiro de 2006 113
Tabela 70 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de janeiro de 2006 114
Tabela 71 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de fevereiro de 2006 114
Tabela 72 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de fevereiro de 2006 114
Tabela 73 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de março de 2006 115
Tabela 74 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de março de 2006 115

1. INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades nas últimas décadas tem sido responsável pelo aumento da utilização dos recursos naturais pelo homem. Em todo o planeta, praticamente não existe um ecossistema que não tenha sofrido alterações diretas e/ou indiretas do homem, como por exemplo, contaminação dos ambientes aquáticos, desmatamentos, contaminação de lençol freático, resultando na diminuição da diversidade de habitats e perda da biodiversidade. Sendo algumas dessas alterações negativas, é necessário que estas sejam quantificadas ou qualificadas para que possa haver a prevenção da qualidade de determinado ambiente.

Alguns fatores devem ser levados em consideração, devido as suas características de poluição do meio. O termo poluição pode ser definido como "alteração nas características físicas, químicas ou biológicas de águas naturais decorrentes de atividades humanas".

A vulnerabilidade dos ambientes aquáticos a substâncias tóxicas depende de muitos fatores como: propriedades físicas e químicas do composto dissolvidos e suas transformações; concentração e carga total do composto. Devido à grande complexidade das interações entre os fatores físicos, químicos e biológicos de cada ecossistema, à habilidade de adaptação e diferentes respostas do componente biótico e, à grande variedade de espécies presentes no meio, torna-se difícil prever a resposta do ambiente aquático a uma determinada substância tóxica.

As substâncias tóxicas presentes nas águas superficiais podem estar em solução ou em suspensão. E este material suspenso pode estar na forma de partículas ou de gotículas e estes contaminantes podem estar dissolvidos ou adsorvidos a essas gotículas ou partículas sólidas. Essas formas podem ser transportadas pela água por longas distâncias (AZEVEDO & CHASIN, 2003). Apenas análises físico-químicas tradicionais não podem caracterizar um corpo d'água

adequadamente, é necessário que sejam realizadas análises ecotoxicológicas, para uma melhor avaliação.

Os ambientes aquáticos são altamente complexos e diversos, com diferentes componentes bióticos e abióticos, de características únicas e inter-relacionadas de forma bastante complexa, sendo que os sedimentos representam um dos principais componentes desses sistemas. Eles fornecem substrato para uma grande variedade de organismos, de grande importância econômica e/ou ecológica, e funcionam como fonte de inúmeros contaminantes de baixa solubilidade. Desempenham um papel importante nos processos de assimilação, transporte e deposição desses contaminantes, pois é nos sedimentos que ocorre a maioria dos processos de decomposição da matéria orgânica e a reciclagem de importantes elementos como o carbono, o nitrogênio, o fósforo e o enxofre (BURTON & MACPHERSON, 1994; RAND, 1995).

A contaminação dos sedimentos por excesso de nutrientes provenientes dos esgotos domésticos não tratados ou tratados de forma inadequada ou por compostos orgânicos e/ou inorgânicos provenientes de efluentes industriais e agrícolas, causa desequilíbrio nos processos biogeoquímicos dos ambientes aquáticos. Os impactos causados pela presença desses contaminantes não restringem apenas aos organismos bentônicos, mas toda a vida aquática. A ressuspensão e a possível liberação de contaminantes do sedimento para a água afetem também outros organismos, a fase líquida que mais se aproxima dessa condição é o solubilizado, que reflete diretamente a interface sedimento/água de contato, portanto, é um indicador das reações dos contaminantes da interface sedimento/água (ROSS & HENEBRY, 1989; GIESY & HOKE, 1989; NIPPER & CARR, 1998).

A avaliação dos sedimentos através de testes de toxicidade tem como vantagem principal diagnosticar qual a porção biodisponível de um contaminante, uma vez que essa porção pode ser muito diferente da quantidade total determinada pelas análises químicas. Em locais contaminados por mais de um composto ou por uma mistura de compostos químicos, os testes de toxicidade são as únicas ferramentas capazes de avaliar o potencial tóxico dos sedimentos (SETAC, 1993).

A natureza da substância, da força de ligação, da temperatura do meio, do pH e do teor de oxigênio determinam a disponibilidade química da substância. O teor de oxigênio na água

determina a natureza e a velocidade das transformações químicas e bioquímicas das substâncias; no fundo dos ambientes aquáticos, as condições são anaeróbias, enquanto nos cursos d'água de fluxo intenso os níveis de oxigênio são relativamente elevados (AZEVEDO & CHASIN, 2003).

Uma simples determinação de paramentos físicos e químicos não permite avaliar os efeitos de contaminantes em termos de toxicidade. Testes de toxicidade são fundamentais para a avaliação do grau de toxicidade de amostras tanto de água, quanto de sedimentos.

Os testes de toxicidade representam uma importante metodologia para a identificação, caracterização e avaliação dos riscos. Testes de toxicidade com organismos aquáticos têm sido utilizados extensivamente em investigações de poluição aquática.

O presente trabalho pretendeu fazer uma avaliação da água e do sedimento do Ribeirão Tatu no município de Limeira-SP, através de análises de parâmetros físico-químicos e ensaios ecotoxicológicos utilizando como bioindicadores de toxicidade aguda o microcrustáceo *Daphnia similis* e de toxicidade crônica o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, determinando para isso 4 pontos de coleta ao longo do ribeirão, as coletas foram realizadas no período de março de 2005 a março de 2006, com exceção do mês de setembro, considerando a necessidade de preservação do corpo hídrico em questão.

2. OBJETIVOS

Os objetivos estão divididos em gerais e específicos

2.1.Objetivos gerais

- Avaliar a qualidade da água e do sedimento do ribeirão Tatu, no município de Limeira, SP, por meio de ensaios ecotoxicológicos e analises físicas e químicas.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar o grau de toxicidade da água e sedimento utilizando como bioindicadores de toxicidade aguda o microcrustáceo *Daphnia similis* e de toxicidade crônica o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*.
- Caracterizar a água em relação às variáveis físico-químicas (temperatura, pH, oxigênio dissolvido OD, condutividade) e químicas (dureza, alcalinidade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO)).
- Identificar zonas de maior potencial de risco à saúde pública;
- Fornecer dados que possam colaborar para futuros projetos de manejo e recuperação da área de estudo.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Qualidade de água e monitoração de bacias hidrográficas

A água, devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas substâncias. A qualidade da água, portanto, é resultante de fenômenos naturais (geologia, pedologia, cobertura vegetal, entre outras) e da atuação do homem a qual pode ser concentrada (despejos domésticos e industriais), ou dispersa, como nas atividades agrícolas (VON SPERLING, 1996).

As atividades humanas têm provocado ao longo dos anos grandes impactos nos ecossistemas aquáticos, sendo que os despejos de efluentes industriais e domésticos constituem-se, na maior fonte antrópica de compostos químicos que são lançados nos corpos d'água (JUNGCLAUS *et al*., 1978; STAHAL, 1991).

O acelerado crescimento urbano e industrial, verificado nos últimos anos, na maioria dos países, tem aumentado a quantidade e a complexidade dos resíduos tóxicos lançados nos cursos d'água doce, provocando sérios problemas ecológicos e episódios de graves conseqüências para a saúde do homem (BURTON & DUTTKA, 1986; WHO, 1992).

Um número significativo de substâncias químicas sintéticas tem sido produzido e colocado no mercado, sem avaliação prévia de seu impacto ambiental, resultando, muitas vezes, na poluição dos recursos hídricos por poluentes genotóxicos e teratogênicos, colocando em risco a saúde do homem e da biota aquática e a integridade dos ecossistemas (SAXENA, 1984; HOUK, 1992).

Áreas industriais que foram altamente poluídas por produtos químicos resistentes à degradação, podem também se acumular nos sedimentos aquáticos e desempenhar importante função no intercâmbio água-sedimento-microrganismo (NIETO, 2000).

No Brasil, alguns estados mais industrializados, como São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, possuem sérios problemas de poluição hídrica, assim sendo, vários estudos foram realizados visando a caracterização da toxicidade e genotoxicidade de efluentes industriais em corpos d'água superficiais (SANCHEZ *et al.,* 1988; ZAGATTO *et al.,* 1988; ALVES, 1990; VALENT *et al*., 1993, NIETO, 2000) tendo sido verificado sério comprometimento de alguns corpos d'água que recebem lançamento de efluentes industriais colaborando com a degradação ambiental .

Compõem o Índice de Qualidade de Água (IQA), os parâmetros de temperatura da água, pH, OD, $DBO_{5,\ 20}$ (Demanda Bioquímica de Oxigênio), número de bactérias coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez. Interam o Índice de Toxicidade (IT), a medição de algumas espécies químicas (bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, níquel, mercúrio, zinco e fenol). Foram incluídos ainda, os valores de número de bactérias coliformes totais, para complementar os dados de números de coliformes fecais, de cloreto, DQO e condutividade, devido à relação desses com a poluição industrial e corrosão de materiais (ONAGA & MARTINS, 1998).

Segundo NIETO (2000), o atendimento aos padrões de emissão dos efluentes industriais e simultaneamente aos de qualidade dos corpos receptores, não é suficiente para evitar toxicidade aos organismos aquáticos, uma vez que os resultados obtidos em testes de toxicidade em efluentes industriais, demonstram não haver relação direta entre toxicidade aguda e parâmetros físico-químicos.

O aumento das atividades agrícolas e industriais, aliadas ao intensivo uso e descarte de agrotóxicos e substâncias químicas em geral nos ecossistemas aquáticos, têm causado contaminação nos lagos, represas e rios em todo o mundo. Por isso, alguns programas de qualidade de água tem sido implantados, envolvendo métodos de análises químicas, físicas e

biológicas. Embora estas análises revelem o conteúdo das substâncias químicas, elas não são capazes de identificar a fração dos efeitos tóxicos nos organismos. Para ampliar estes estudos, uma avaliação ecotoxicológica deve ser feita, com o objetivo de investigar os efeitos dos poluentes na biota aquática (RAND *et al.,* 1995).

3.2.Testes de Toxicidade na Água

Em sistemas aquáticos, existe a possibilidade dos componentes bióticos serem amplamente utilizados como bioindicadores de grande importância, embora com algumas limitações (CHAPMAN, 1992).

Testes de toxicidade são baseados no uso de material vivo para definir a natureza e o grau de efeitos nocivos produzidos por um simples agente tóxico ou por uma mistura de agentes tóxicos. Neste tipo de ensaio, certos organismos selecionados são usualmente expostos a um potencial contaminante por um certo período de tempo. Procura-se assim, determinar e LC50 (concentração letal), a qual é a concentração tóxica da substância que causa a morte de 50% dos organismos expostos num tempo determinado (GUIMARÃES, 1990).

Os testes de toxicidade mostram o efeito momentâneo que ocorre entre os vários contaminantes e a biota local, fornecendo informações através de determinações da toxicidade. Os níveis de contaminação química podem estar relacionados com os critérios de qualidade da água (CHAPMAN, 1996).

A toxicidade de agentes químicos no meio hídrico é avaliada por meio de ensaios ecotoxicológicos com organismos representativos da coluna d'água ou dos sedimentos de ambientes de água doce, estuarina ou marinha. O conhecimento da toxicidade desses agentes a diferentes organismos aquáticos possibilita, além do estabelecimento de limites permissíveis de várias substâncias químicas para a proteção da vida aquática, avaliar o impacto momentâneo que estes poluentes causariam à biota dos corpos hídricos. Geralmente, nesses estudos são utilizados testes simples, como, por exemplo, testes de curto prazo para avaliação dos efeitos agudos.

Conforme os objetivos do trabalho e necessidades, podem ser também realizados testes mais complexos e sofisticados, como, por exemplo, testes de longo prazo para avaliação dos efeitos crônicos (ZAGATTO & BERTOLETTI, 2006).

Macroinvertebrados bentônicos cultivados em laboratório são os bioindicadores mais utilizados em ambientes de água doce e marinha na Europa, comunidades de peixes tem sido alvo mais freqüente de estudos de ecossistemas aquáticos na América do Norte. Macroinvertebrados bentônicos tem a grande vantagem da possibilidade de níveis de estudo de impacto ambiental em comunidades locais em águas doces e ambientes marinhos (ATTRiLL & DEPLEDGE, 1997).

Os testes de toxicidade são úteis e necessários para a caracterização de amostras ambientais. Muitos esforços têm sido direcionados para o desenvolvimento de novos métodos ou o aperfeiçoamento dos métodos já existentes, especialmente no que diz respeito à sensibilidade dos testes a ao tempo de exposição dos organismos. Os métodos disponíveis são numerosos e permitem desde a observação de efeito drástico, como letalidade, até alterações sutis de comportamento ou mesmo alterações em reações bioquímicas dos organismos-teste (ZAGATTO & BERTOLETTI, 2006).

Em estudo de avaliação da toxicidade aguda e crônica de compostos de cloro, utilizando como bioindicador larvas de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss)*, demonstrou que o dióxido de cloro (ClO_2) é menos tóxico que o cloreto (ClO_2^-). Todavia, o descarte do dióxido de cloro em corpos d'água sem o tratamento adequado mostrou que a vida aquática pode estar mais protegida do que no caso do lançamento do cloreto, por este ser mais reativo, pois, ao contrario do cloreto, na presença de amônia o dióxido de cloro não reage formando compostos orgânicos tóxicos ou carcinogênicos (SVECCVICIUS *et al.,* 2005).

Nos anos 70, pesquisadores nos Estados Unidos e na Inglaterra observaram que a quantidade estabelecida de alguns índices isoladamente poderia não identificar a qualidade dos corpos d'água, então, uma simples determinação dos parâmetros físicos e químicos não permitiria avaliar esses efeitos em termos de toxicidade, (ZIOLLI, 1997).

Os testes de toxicidade representam uma importante metodologia para a identificação, caracterização e avaliação dos riscos. Testes de toxicidade com organismos aquáticos têm sido utilizados extensivamente em investigações de poluição da água (ASSMUTH & PENTTILÃ, 1995).

Testes de toxicidade com organismos marinhos são utilizados para identificação e quantificação de níveis de contaminantes potenciais que oferecem risco à qualidade da água e a biota aquática (LAITANO & RESGALLA JR, 2000).

O teste de toxicidade é uma excelente ferramenta de avaliação ambiental e está sendo utilizada para avaliar o poder de um agente tóxico contido em um efluente ou corpo d'água sobre um determinado organismo vivo à curto prazo (RIBEIRO & LAPOLLI, 2002).

O ensaio de toxicidade aguda pode ser definido como aquele que avalia os efeitos, em geral severos e rápidos sofridos pelos organismos expostos ao agente químico, em um curto período te tempo, geralmente de um a quatro dias (ZAGATTO & BERTOLETTI, 2006).

Testes de toxicidade aguda de uma substância num ambiente aquático são normalmente expressa como a concentração da substância na água a qual produz um efeito nocivo em 50% dos organismos num certo período de exposição. Toxicidade crônica é aquela que resulta de exposição por um período de tempo muito longo, geralmente numa significativa proporção do tempo de vida do organismo (GUIMARÃES & JARDIM, 1996).

Os testes de toxicidade da água também podem ser utilizados na formulação de padrões de qualidade da água, obtenção de informações sobre compostos que apresentam um perigo ambiental potencial e análise de diversas substâncias tóxicas, visto que determinados organismos teste já estão padronizados como bons indicadores dessas substâncias.(FONSECA, 1991).

Os organismos comumente utilizados nos testes de toxicidade são bactérias (BURTTON & DUTKA, 1986), algas (REGINATTO, 1998), fitoplancton (MUNAWAR & MUNAWAR,

1987), plantas aquáticas, protozoários, corais, anelídeos, moluscos, microcrustáceos e macrocrustáceos, peixes entre outros (ZAGATTO & BERTOLETTI, 2006).

Estudo realizado no lago Skadar, o maior lago da península balcânica, devido a sua importância como fonte de peixe e água potável para a população local, este lago tem sido objeto de numerosas investigações físico-químicas e biológicas, incluindo estudos ambientais. Estudos realizados avaliaram a qualidade da água através de parâmetros físicos e químicos como temperatura, pH, concentração de oxigênio, condutividade, cor, fósforo e nitrogênio total. Foram realizados também estudos em estrutura de comunidades bacterianas do local coletadas em dois períodos (primavera e outono) do mesmo ano e comparados por analises de TTGE (temporal temperature gel eletroforese) na cadeia polimerase do gene 16S rNA. Este ensaio provou ser eficiente e aplicável para monitorar comunidades bacterianas em ambientes aquáticos e em sedimentos. Resultados mostraram que não houve efeito poluidor no corpo d'água devido a similaridade das estruturas das comunidades bacterianas das amostras do sedimento (KOSTANJSEK, *et al.,* 2005)

Em estudo realizado no estuário do rio Capibaribe em Recife (Brasil) para avaliar o desempenho dos cladóceras em ambiente eutrófico, foram utilizados 6 espécies de cladóceras, e verificou-se que a densidade média dos indicadores diminuiu de 329 ind.m^3 para 2 ind.m^3 em razão da forte carga de poluição química orgânica recebida pelo estuário. Os cladóceras representam importante papel na teia alimentar planctônica do estuário e a dominância de poucas espécies com pequenas dimensões indicam altos níveis de perturbações antropogênicas (PARANAGUA *et al.,* 2005).

Estudos realizados na água da represa Ignácio Ramirez no México com o objetivo de detectar os efeitos do óxido de cloro e do clorodifenitricloroetano (DDT) mostraram que com a exposição dos bioindicadores como a *Daphnia magna* foi possível determinar os sítios mais poluídos e uma caracterização físico-química da água e da biodiversidade foram também realizadas (MARTINEZ-TABCHE, *et al.,* 1999).

Em trabalho realizado com a aplicação de bioensaios para avaliação da toxicidade de chorume do Aterro Metropolitano de Gramacho, RJ, resultados revelaram que o chorume gerado apresenta elevado teor de matéria orgânica e toxicidade para os organismos *Artemia salina, Daphnia similis, Brachydanbio rerio*, e que após algumas técnicas de tratamento aplicadas, o nível de toxicidade foi diminuído (SILVA *et al.,* 2002).

Com o conhecimento da toxicidade é possível controlar a exposição do homem e outros seres vivos a agentes químicos contaminantes, protegendo-os de riscos potenciais (CETESB, 1986).

O Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) engloba dos índices de qualidade da água: o Índice de Parâmetros Mínimos para a Proteção de Comunidades Aquáticas (IPMCA), o qual incorpora ponderações entre grupos variáveis essenciais (pH, oxigênio dissolvido e teste de toxicidade) e um grupo de substâncias tóxicas, que neste caso correspondem às concentrações de cádmio, chumbo, níquel e zinco.(PELÀEZ-RODRIGUES *et al*., 2000).

Segundo a DIN (Deutsches Institut Für Normung - Alemanha) 38412 (1991), Parte I, os testes de toxicidade são adequados para as seguintes situações:

1. Determinação de várias substâncias ou combinação das mesmas;
2. Comparação da sensibilidade específica de diversos microrganismos aos mesmos poluentes;
3. Avaliação da bioacumulação de substâncias;
4. Avaliação da biodegradação de compostos e da toxicidade de águas residuárias de origem doméstica e industrial;
5. Avaliação da capacidade de remoção de substâncias tóxicas de efluentes em estação de tratamento de esgotos e a descarga de seus respectivos corpos receptores;
6. Monitoramento da qualidade de recursos hídricos;
7. Investigação de lançamentos clandestinos de efluentes em corpos d'água;
8. Especificação de padrões de lançamento para efluentes em corpos receptor;
9. Calcular taxas de remoção de substâncias tóxicas em águas residuárias;
10. Avaliação de risco de uma contaminação já existente.

Testes de toxicidade com *Daphnia similis* ou outros organismos constituem-se numa ferramenta indispensáveis para previsão do impacto que os efluentes industriais podem causar à biota de corpos hídricos receptores, assim como, para indicar o nível permissível de toxicidade para que tal fato não ocorra (NIETO, 2000).

3.3. Testes de Toxicidade no Sedimento

Além dos testes de toxicidade com água, os testes com sedimentos também têm sido amplamente difundidos nos últimos anos como forma de complementar a avaliação da qualidade de ecossistemas aquáticos. No Brasil esses estudos foram iniciados por volta dos anos 80, com o objetivo de implantar um controle mais adequado sobre emissões industriais no Estado de São Paulo (CETESB, 1996). Posteriormente, estudos dos mais complexos, que relacionaram os testes de toxicidade com caracterizações físico-químicas do ambiente, têm sido realizados em todo Brasil (COSTA & ESPÍNDOLA, 2000).

Para avaliar os efeitos do acúmulo do sedimento de uma mina abandonada foi realizado estudo através de amostras de peixes e macroinvertebrados avaliando o crescimento, sobrevivência e reprodução em South Yuba River (Nevada, Califórnia, Estados Unidos). A pesquisa não encontrou nenhum efeito deletério do sedimento acumulado e também não ocorreram alterações significativas na reprodução dos peixes e da grande maioria das populações de macroinvertebrados (GARD, 2002).

Os mecanismos pelos quais as substâncias tóxicas movem-se da coluna d'água para o sedimento de fundo e vice-versa são aspectos importantes para o estudo do transporte de poluentes. Um destes mecanismos envolve água intersticial, ocorrendo em sedimentos estuarinos até a profundidade de um metro abaixo da superfície do solo, a água retida pelo sedimento fornece um meio propício para a troca de poluentes entre o sedimento e a água (TORRES, 2000).

Para comprovar a relevância ecotoxicológica dos resultados "in vitro" da situação de declínio do número de peixes no alto do rio Danúbio na Alemanha, vários estudos de

genotoxicidade, citotoxicidade, mutagenicidade e toxicidade em bactérias e embrião de peixes foram realizadas. Testes de toxicidade do sedimento, da água intersticial e da água superficial foram realizados em vários níveis tróficos. Foi concluído que o modelo complexo dos efeitos ecotoxicológicos nas amostras do rio Danúbio mostraram que a interação de diferentes pontos é essencial para uma avaliação de risco e baseado nos resultados desse estudo piloto, não foi possível elucidar quais substâncias químicas causaram ou quais alterações são responsáveis pela diminuição do número de peixes (KEITER *et al*., 2006).

Com o objetivo de avaliar a qualidade de amostras de água e sedimento dos reservatórios em cascata do rio Tietê (SP) através de análises limnológicas e ecotoxicológicas, foram realizadas várias coletas de água e sedimento em dois períodos (fevereiro e julho de 2000) em 15 estações de amostragem. Os bioensaios revelaram toxicidade aguda para *Daphnia similis* somente nos reservatórios localizados à jusante da barragem de Barra Bonita, porém os bioensaios de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia* e com *Danio rerio* revelaram toxicidade decrescendo em magnitude, de Barra Bonita à Três Irmãos, evidenciando assim, um gradiente de degradação ambiental nos reservatórios (RODGHER, *et al*., 2005).

OKAMURA *et al.* (1996) fizeram uma avaliação ecotoxicológica ao redor do Lago Kojima, um lago artificial situado no sudoeste do Japão, que recebe contribuições de áreas agrícolas e industriais. Amostras concentradas de água e sedimento de 16 pontos foram analisadas por testes de toxicidade com diferentes organismos-teste (*Bacillus cereus, Saccharomices cerevisiae, Selenastrum capricornutum, Daphnia magna* e sementes de alface). As amostras de água causaram toxicidade diferenciada para cada organismo-teste utilizado.

Em testes preliminares de avaliação da toxicidade do sedimento Ribeirão Tatu em Limeira-SP, verificou-se que o mesmo encontra-se poluído, recebendo efluentes domésticos, industriais e agrícolas e, os testes revelaram a ocorrência de toxicidade crônica, provavelmente devido a presença de altas concentrações de fluoreno, antraceno e principalmente fenantreno, bem como de níquel, proveniente de grande número de pequenas banhos de bijuterias instaladas na cidade (ANDREAZZA *et al.,* 2004).

No Brasil, COSTA & ESPÍNDOLA (2000) realizaram estudos ecotoxicológicos utilizando *Ceriodaphnia silvestrii* – espécie nativa e *Ceriodaphnia dúbia* – espécie com metodologia de teste padronizada, aliada a análises físicas e químicas para avaliar os impactos na Bacia Hidrográfica do Médio Tietê para obter informações para e recuperação desses ecossistemas. Os resultados das análises físicas e químicas da água e do sedimento foram confirmados pelos testes de toxicidade em amostras de água e sedimento.

Na avaliação ecotoxicológica dos sedimentos dos reservatórios de Barra Bonita e Salto Grande, realizada através de testes de toxicidade aguda e crônica com o sedimento foi verificada a presença de concentrações elevadas de matéria orgânica e fósforo e baixas concentrações de oxigênio dissolvido e os resultados encontrados com relação aos metais, podem estar influenciando a toxicidade revelada pelos testes no caso do reservatório de Barra Bonita. Em Salto Grande, a principal causa da toxicidade foi a acidez (PASCHOAL, 2002).

PORTELA & RAYA-RODRIGUES (2006) avaliaram o sedimento do arroio Sapucaia, RS, através de ensaios de toxicidade com daphnídeos, pois os anfípodos ficam em contato direto com os contaminantes. Além disso, organismos bentônicos são indicadores do local de contaminação. A avaliação demonstrou que houve distinção entre os pontos de coleta, que pode ser decorrente das influencias antrópicas recebidas pelos pontos.

Para avaliar a qualidade do sedimento no Reservatório de Ilha Solteira, SP por meio de testes de toxicidade com *Ceriodaphnia silvestrii*, foram coletadas amostras em seis estações em julho e novembro de 2005, os resultados demonstraram que durante o período, não houve toxicidade nas amostras, somente indícios em 4 estações no mês de julho, que pode ser explicado pelo uso e ocupação da bacia hidrográfica predominantemente agrícola nas cidades ao longo do reservatório (PAULA *et al*., 2006).

Na avaliação da toxicidade aguda com *Daphnia similis* das amostras geradas no processo petroquímico (borra oleosa e lodo biológico) da Estação de Tratamento de Despejos Industriais (ETDI) da Refinaria de Petróleo REPLAN em Paulínia, SP, indicaram que as amostras possuem

toxicidade elevada exceto para o lodo da ETDI, provavelmente devido ao composto já ter passado por tratamento prévio (ZORATTO *et al*., 2006).

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1. Material

4.1.1. A Bacia do Ribeirão Tatu

A bacia do ribeirão Tatu cobre 75% da área urbana de Limeira, num total de 40,68 Km^2 de área, compreende o ribeirão Tatu com 6,5 Km de extensão e mais 14 afluentes. Nasce na zona rural de Cordeirópolis e deságua no rio Piracicaba. Possui inúmeros problemas como falta de tratamento de esgoto, poluição urbana e industrial, além de ausência quase total de matas ciliares.

Pertencente à Bacia Hidrográfica do Piracicaba, sendo três seus principais cursos d'água: o ribeirão do Tatu, ribeirão da Geada e ribeirão do Pinhal (Figura 1).

Limeira está localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 5, na Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba, estando a sua área urbana na Sub-bacia do rio Piracicaba e sua zona rural, na porção leste do município, na Sub-bacia do rio Jaguari.

A área urbana de Limeira se desenvolve por cinco bacias, sendo a principal a do ribeirão do Tatu. Esta compreende o ribeirão Tatu, onde às suas margens teve início a povoação da região de Limeira.

O ribeirão do Tatu atravessa a área urbana totalmente canalizado, sendo que no trecho central confinado a um canal de concreto. Devido a não conclusão do emissário da margem direita, o ribeirão encontra-se totalmente poluído, recebendo esgoto diretamente em suas águas.

Na margem esquerda do ribeirão Tatu são 11 os afluentes: córrego da Francesa, com 1,5 Km de extensão, e extensa área de mata significativa junto ao seu leito; córrego Santa Cruz, com 1,3 Km e pequenos trechos de mata ciliar; córrego da Granja Machado, com 2,2 Km de extensão, este recebendo esgoto "in natura", possuindo, mesmo assim, alguns trechos de mata; córrego da União, com 1,15 Km, parcialmente canalizado sob a área da Refinaria União; córrego Alvorada, com 3,1 Km, com extensa sub-bacia na porção leste da cidade, tendo seu trecho final poluído pelo lançamento de esgoto; córrego Vista Alegre, 1,53 Km, com trecho final também poluído; córrego Novo Horizonte, com 1,1 Km; córrego São Francisco, com 2,35 Km; córrego Itapema, com 2,3 Km; córrego Nova Suíça, com 0,4 Km; e córrego Granufo, com 0,7 Km.

Na margem direita, o principal afluente é o córrego Barroca Funda, com 5,1 Km de extensão, sua sub-bacia corresponde a 25% da bacia principal do Tatu. Os córregos do Grotta e da Bovinha são dois afluentes do córrego Barroca Funda que apresentam mata ciliar significativa, sendo que o segundo está inserido na área do Parque Ecológico Fausto Esteves dos Santos, entre a CECAP e o parque das Nações.

O córrego da Barroca Funda apresenta em seu trecho final uma pequena extensão de área verde significativa justamente onde o córrego se apresenta poluído devido ao rompimento de um interceptor do sistema de esgoto.

Outros afluentes da margem direita do ribeirão Tatu são: córrego da Taboinha, com 4,22 Km, localizado na porção norte da área urbana, e o córrego Duas Barras, com 3,01 Km, localizado ao sul da área urbana.

Figura 1 – Bacia Hidrográfica do Piracicaba, localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 5.

4.1.2.Pontos de coleta

Os pontos determinados para a coleta da água e do sedimento foram os seguintes:

4.1.2.1. ponto 1

O primeiro ponto está localizado nas coordenadas 22º 32' 35" S e 47º 24' 29" W, com elevação de 564m de altitude, antes do início do trecho em que o ribeirão Tatu atravessa a zona urbana do município de Limeira. O corpo d'água encontra-se poluído devido aos descartes de efluentes domésticos e industriais, provenientes de processos cerâmicos, defensivos agrícolas, de plantação de cana que margeiam o ribeirão no município de Cordeirópolis. Nas proximidades do rio existem fazendas e o solo é utilizado para pastagens.

4.1.2.2. ponto 2

O segundo ponto de coleta está localizado nas coordenadas 22º 33’ 05” S e 47º 24’ 09” W com elevação de 557 m de altitude, na área urbana de Limeira. Neste local o ribeirão Tatu encontra-se canalizado e retificado. Há lançamento de efluentes, provavelmente provenientes de despejos domésticos e industriais, visto que o emissário do lado direito do ribeirão não está finalizado. Nas margens do corpo d’água existe pavimentação e algumas mudas de árvores para a reconstituição da mata ciliar.

4.1.2.3. ponto 3

O terceiro ponto de coleta está localizado nas coordenadas 22º 35’ 18” S e 47º 22’ 57” W, com elevação de 546m, perto do viaduto Paulo Natal. O corpo d’água recebe anteriormente a este ponto efluentes domésticos e industriais, uma parte deste afluente é proveniente de fábricas de fertilizantes e bijuterias, localizadas próximas ao local. Nas suas margens existem poucas árvores, sendo de um lado a via Tatuibi, e na outra margem um terreno utilizado para pastagem.

4.1.2.4. ponto 4

O quarto ponto está localizado nas coordenadas 22º 37’ 51” S e 47º 21’ 17” W, com elevação de 535 m de altitude, ao lado do aterro sanitário, posteriormente ao perímetro urbano de Limeira, sendo o ponto de coleta, posterior ao local onde é descartado o chorume tratado do aterro. Nas margens encontra-se mata ciliar, porém aparentemente, não há a conservação de 30 metros de mata para cursos d'água com até 10 m de largura exigida pelo Código Florestal (Lei 4.771 de 15/09/65).

4.1.3. Coleta e Preparação das Amostras

4.1.3.1. procedimento da coleta

Foram realizadas coletas mensais da água e do sedimento do ribeirão Tatu no período de março de 2005 a março de 2006, com exceção do mês de setembro de 2005, sempre no mesmo horário do dia.

As análises físicas e químicas e os testes de toxicidade (aguda e crônica) foram realizados com a água de superfície e amostras de sedimento da margem do rio em volume suficiente para realização dos testes.

Após homogeneização, as amostras da água de superfície foram acondicionadas em garrafas plásticas não tóxicas e as amostras do sedimento foram colocadas em sacos plásticos não tóxicos e transportadas para o laboratório em isopor com gelo.

Alguns parâmetros físico-químicos como temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido (OD) são realizados no local da coleta.

4.2. Método

4.2.1. Testes de Toxicidade Aguda

Os testes de toxicidade aguda da água superficial e do sedimento coletados nos diferentes pontos do ribeirão Tatu foram realizados com o organismo indicador Cladocera, Crustácea *Daphnia similis* (Figura 2) segundo procedimento da NBR 12723, 2003.

O método constitui na exposição de organismos jovens (neonatos com idade de 6 a 24 horas) às amostras de água sem diluição e sedimento com água de cultivo, além do controle de laboratório, durante um período de 48 horas nas condições prescritas de temperatura.

Os testes foram realizados com 3 réplicas, com 5 neonatos por réplica, mantidos em temperatura de 20 ± 2 ^{o}C, no escuro, sem alimentação.

Após o período de exposição, procedeu-se a contagem dos organismos imóveis, sendo considerados imóveis aqueles que não conseguem nadar no intervalo de 15 segundos após a agitação da amostra. A resposta dos organismos às amostras testadas, é comparada às amostras do controle. Os testes são considerados válidos quando a sobrevivência do controle foi igual ou maior que 90%.

Os testes de toxicidade aguda da água superficial foram realizados com 3 replicatas, cada uma delas com 40 mL da água superficial e com 5 neonatos por replicata de cada ponto de coleta e mais o controle com água de cultivo. Já os testes de toxicidade aguda do sedimento coletado em cada ponto, foram realizados com 3 replicatas, cada uma delas com 20g de sedimento e 80 mL de água de cultivo, mais o controle com 100 mL de água de cultivo.

Figura 2 – Cladocera, Crustácea *Daphnia Similis* utilizada nos experimentos como indicador de toxicidade aguda (ZAGATTO & BERTOLETTI, 2006).

4.2.2. Testes de Toxicidade Crônica

Os testes de toxicidade crônica da água superficial e do sedimento coletados no ribeirão Tatu foram realizados com o organismo indicador Cladocera, Crustácea *Ceriodaphnia dubia* (Figura 3) segundo procedimento da NBR 13373, 2003.

Neonatos com 6 a 24 horas, foram colocados em contato com amostras de água superficial sem diluição e sedimento com água de cultivo durante 8 dias. Os testes são mantidos em sala com fotoperíodo de 12 horas e temperatura de 25 ± 2 ^{o}C, com alimentação em dias alternados. Os organismos foram mantidos individualmente, com 10 réplicas por amostra e, a cada 2 dias, foi feita a reposição de 1/3 do volume de água, anotando-se o número de organismos adultos vivos e de neonatos, por réplica. Os neonatos foram descartados após a contagem. A cada troca foram medidos o pH, a condutividade, o oxigênio dissolvido e a dureza da água de cultivo a ser adicionada e também do sobrenadante retirado de cada amostra. As variáveis avaliadas foram a sobrevivência ao final de 8 dias e a fecundidade (número de neonatos por fêmea). Os testes foram considerados válidos quando a sobrevivência no controle foi igual ou maior que 80% e a reprodução média, maior ou igual a 15 neonatos por fêmea (CETESB, 1993).

Figura 3 – Cladocera, Crustácea *Ceriodaphnia dubia* utilizada nos experimentos como indicador de toxicidade crônica (ZAGATTO & BERTOLETTI, 2006).

4.2.3. Cultivo e Manutenção dos Organismos-Teste em Laboratório

Fatores como qualidade da água de cultivo, qualidade e quantidade de alimento fornecido, temperatura e oxigênio são fundamentais na manutenção dos organismos para o teste de toxicidade e, alterações em qualquer um destes fatores podem afetar a viabilidade dos resultados.

4.2.3.1.família *Daphnidae*

Os gêneros *Daphnia* e *Ceriodaphnia* são microcrutáceos de água doce pertencentes à classe Crustácea, ordem Cladocera, família Daphnidae. Apresentam uma ampla distribuição em ambiente temperados, sendo que, ambos os gêneros, abundantes em lagos e reservatórios, desempenham papel importante para a transferência de energia de um nível trófico a outro, além de serem alimento para muitas espécies de peixe. São planctônicos, reproduzem-se por partenogênese e durante a maior parte do ano a população natural é constituída apenas por fêmeas. O número de ovos partenogenéticos é variável entre interespécies e está relacionado com a qualidade e quantidade de alimentos e outros fatores físicos tais como, temperatura, intensidade

luminosa, OD, pH, concentração de íons e outros. Os ovos produzidos se desenvolvem rápida e diretamente em miniaturas dos adultos, sem estágio larval intermediário. Após um número variável de instares (geralmente 5 ou 6) as fêmeas completam o ciclo partenogenético e, devido a um estimulo ambiental, alguns ovos se desenvolvem em machos e outros em fêmeas sexuadas, que após a fertilização, dão origem aos ovos de resistências, efípios, facilmente visualizados devido ao escurecimento de parte das valvas que cobrem a câmara incubadora e aumento dos tegumentos.O aparecimento de machos parece estar associado a condições de "stress" causadas por baixas temperaturas, alta densidade de organismos com acúmulo subseqüente de produtos de excreção e baixa disponibilidade de alimentos (ALLAN, 1976; FONSECA, 1991; RAND, 1995, PASCHOAL, 2002).

O gênero *Daphnia* tem sido amplamente utilizado para avaliação da toxicidade de produtos químicos, efluentes líquidos, amostras ambientais, lixiviados de resíduos sólidos e no estabelecimento de critérios de qualidade. Embora não seja um organismo bentônico, ele tem sido utilizado em testes de toxicidade de sedimentos, seja com o sedimento total ou água intersticial (GERSICH, *et al.,* 1986; ZAGATTO, 1988; GIESY & HOKE, 1989; BERVOETS *et al.,* 1996; PASCHOAL, 2002). *Daphnia similis* Straus, 1820 é um microcrustáceo planctônico com comprimento máximo de 3,5 mm, que atua como consumidor primário na cadeia alimentar aquática e se alimenta por filtração de material orgânico em suspensão (NBR 12713, 2003).

Ceriodaphnia dubia Richard, 1894 é um microcrustáceo zooplanctônico, de 0,8 a 0,9 mm de comprimento, que atua como consumidor primário na cadeia alimentar aquática e se alimenta por filtração de material orgânico particulado (NBR 13373/2003). Espécies do gênero *Ceriodaphnia* são morfologicamente semelhantes às do gênero *Daphnias*, só que menores e com ciclo de vida mais curto, o que permite maior rapidez de resposta nos testes crônicos (7 dias). Pouco utilizada até 1984, a partir de então, sua utilização se tornou freqüente, principalmente em testes de toxicidade agudos e crônicos com efluentes industriais, produtos químicos e águas superficiais. *Ceriodaphnia dubia* têm sido cultivada e testada com sucesso em águas naturais e sintéticas de durezas variadas, desde 20 a 25 mg/L (águas moles) até 160 a 180 mg/L (águas duras) (RAND, 1995; STEWART & KONETSKY, 1998; PASCHOAL, 2002).

O cultivo do organismo *Daphnia similis* utilizados nos experimentos foi realizado no Laboratório de Biologia do Colégio Técnico de Limeira COTIL e o cultivo do organismo *Ceriodaphnia dubia* foi realizado no Laboratório de Ecotoxicologia Aquática do Centro Superior de Educação Tecnologia CESET, ambos localizados no Campus da UNICAMP em Limeira-SP, com culturas obtidas no Laboratório de Ecotoxicologia do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), São Carlos-SP.

4.2.3.2. manutenção e cultivo

A manutenção das culturas foi realizada dentro das condições padronizadas e exigidas para utilização em testes de toxicidade (CETESB, 1992; NBR 12723, 2003; NBR 13373, 2003). Os organismos foram mantidos em cristalizadores com capacidade para 2 litros com 50 organismos de *Daphnia similis* e 60 organismos de *Ceriodaphnia dubia* em cada cristalizador. Os organismos foram mantidos em estufa incubadora com controle de temperatura (20 ± 2 ^{o}C) e luminosidade (fotoperíodo de 16 horas de luz, com intensidade luminosa de aproximadamente 1000 lux). Foram mantidos lotes de diferentes faixas etárias para garantir a disponibilidade contínua de organismo-teste. Novos lotes de cultivo foram iniciados semanalmente. Em caso de mortalidade superior a 20% dos organismos adultos, no intervalo de uma semana, os organismos deste lote foram descartados. Foram também descartados lotes de organismos com idade superior a 28 dias.

A água utilizada para cultivo da *Daphnia similis* foi do tipo mineral com dureza na faixa de 40 a 48 mg/L de $CaCO_3$ e pH na faixa de 7,0 a 7,6. Quando necessário, ajustava-se a dureza utilizando-se solução de sulfato de cálcio bihidratado na concentração de 1,5 g/L (solução 1) e solução de cloreto de potássio na concentração de 0,2 g/L (solução 2) ou solução de bicarbonato de sódio na concentração de 4,8 g/L (solução 2), considerando que, para cada miligrama de dureza a ser aumentada, deve-se acrescentar 0,5 mL da solução 1 e 0,25 mL da solução 2. A água de cultivo é renovada no mínimo uma vez na semana, evitando-se diferença de temperatura maior que 2 ^{o}C.

Para determinação da dureza da água de cultivo, está sendo utilizado o mesmo procedimento para determinação deste parâmetro nas amostras de água superficiais coletadas no Ribeirão Tatu, que será descrito posteriormente.

4.2.3.3. alimentação dos organismos

Para alimentação dos organismos *Daphnia similis* e *Ceriodaphnia dubia* utilizou-se cultura pura da alga verde unicelular *Pseudokirchneriella subcapitata (ex-Selenastrum capricornutum)* em fase exponencial de crescimento e um complemento alimentar à base de ração para truta fermentada e levedura.

Para utilização como alimento, a suspensão de *Pseudokirchneriella subcapitata* que foi cultivada em meio L. C. Oligo de cultivo para algas (CETESB, 1993; NBR 12713, 2003; NBR 13373, 2003), centrifugada para retirar o excesso de meio de cultura algáceo. Após a centrifugação, o sobrenadante descartado e a alga ressuspendida com água utilizada para o cultivo. Esse procedimento evita a introdução de nutrientes que podem ser tóxicos aos organismos. O número de células da suspensão foi determinada através de contagem em microscópio óptico, utilizando Câmara de Neubauer. A partir do resultado obtido, calculou-se o volume a ser adicionado nas culturas, de forma que sejam fornecidas 1 a 5 x 10^6 células por organismo 3 vezes por semana para *Daphnia similis* e 1 a 5 x 10^5 células por organismo de *Ceriodaphnia dubia*.

O alimento composto foi preparado misturando partes iguais das seguintes soluções: solução de 5 g de ração de truta dissolvidas em 1000 mL de água processada e mantidas por uma semana sob aeração, no final do período deixou-se descansar por 2 horas e filtrou-se; e solução de 0,5 g de fermento biológico seco dissolvidos em 100 mL de água processada. O alimento composto deve apresentar um teor de sólidos totais entre 2,5 e 3,1 g/L. Nestas condições, é suficiente a adição de 0,02 mL de alimento por organismo. Este alimento pode ser utilizado por uma semana, se conservado de 4 a 10 ^{o}C.

4.2.3.4. avaliação da sensibilidade de *Daphnia similis*

A avaliação rotineira da sensibilidade dos organismos-teste a substâncias de referência permite avaliar o estado fisiológico dos organismos, garantindo desta forma, a qualidade e a confiabilidade dos resultados dos testes de toxicidade (USEPA, 1994).

A avaliação da sensibilidade das culturas de *Daphnia similis* foi feita mensalmente com solução de dicromato de potássio, de acordo com os procedimentos descritos em CETESB (1992). As concentrações-teste de 0,02; 0,04; 0,16 e 0,32 são preparadas com água de cultivo, a partir de duas soluções estoque (10,0 e 1,0 mg/L) em água destilada.

Neonatos com idade de 6 a 24 horas foram expostos às diferentes concentrações de dicromato de potássio além de um controle com organismos apenas em água de cultivo. Para cada concentração foram realizadas 3 réplicas, com 5 organismos cada. Durante o período do teste, os organismos foram mantidos no escuro e sem alimento na estufa com temperatura de 20 ± 2 ^{o}C. Após o período de exposição de 48 horas, procedeu-se a contagem dos organismos imóveis, sendo considerados imóveis aqueles que não conseguem nadar dentro de um intervalo de 15 segundos, após leve agitação da amostra.

Ao final do teste, foi determinada a menor solução-teste que causa imobilidade de 100% dos organismos e a maior solução-teste na qual não se observou imobilidade. As culturas que apresentaram CE_{zero}, (Concentração Efetiva zero: maior concentração da amostra onde não se observava efeito agudo aos organismos no tempo de exposição, nas condições de ensaio) em 48h dentro da faixa de 0,04 a 0,16 mg/L foram consideradas adequadas para serem utilizadas em testes de toxicidade (ZAGATO, 1988).

4.2.3.5. avaliação da sensibilidade de *Ceriodaphnia dubia*

Os testes de toxicidade aguda para avaliação da sensibilidade da espécie *Ceriodaphnia dubia* ao Cloreto de sódio (NaCl) foram realizados de forma semelhante aos testes realizados com *Daphnia similis* (CETESB,1992; NBR 13373,2003).

As concentrações teste (1,0; 1,3; 1,6; 2,0 e 2,2 g/L) foram preparadas com água de cultivo, a partir de uma solução estoque de 10 g/L de NaCl em água destilada. Foram consideradas adequadas para utilização em testes de toxicidade as culturas que apresentaram valores de CE50, 48h (Concentração Efetiva Mediana: concentração real da amostra que causa efeito agudo a 50% dos organismos no tempo de exposição, nas condições de ensaio) em 48h dentro da faixa de sensibilidade estabelecida para *Ceriodaphnia dubia*, de 1,33 a 1,82 g/L de NaCl (BOHRER, 1995).

4.2.4. Temperatura

O valor da temperatura é utilizado no cálculo de vários parâmetros como alcalinidade, no estudo de saturação e estabilização de compostos como carbonato de cálcio, no cálculo da salinidade e em análises usuais de laboratório. Temperaturas elevadas são resultados do descarte de águas quentes e podem ter um impacto ecológico significante nos corpos d'água. Plantas de processos de tratamento de água para distribuição e estações de tratamento de efluentes domésticos e industriais exigem informações sobre a temperatura da água para o processo (APHA, 1998).

Os valores da temperatura das amostras de água superficial coletadas no Ribeirão Tatu foram obtidos no momento da coleta utilizando se um termômetro digital de campo.

4.2.5. Oxigênio dissolvido

Os níveis de Oxigênio Dissolvido (OD) em águas naturais e residuárias dependem das atividades físico-químicas e bioquímicas no corpo d'água. A análise de OD é um teste chave em águas contaminadas e controle de processos de tratamento de águas residuárias. A água em contato com o ar fica geralmente saturada com Oxigênio, a temperatura ambiente. O OD pode ser acrescido pelo oxigênio produzido pelas plantas aquáticas durante a fotossíntese. Um decréscimo no OD da água superficial pode ocorrer quando a temperatura das águas se eleva ou quando a

quantidade de poluição aumenta. O oxigênio dissolvido é importante na água por várias razões, pois os peixes e organismos menores necessitam de oxigênio para sobreviverem (APHA, 1998).

O método utilizado nessa pesquisa para a determinação do OD é o de eletrodo de membrana, que é baseado na taxa de difusão do oxigênio molecular que passa através da membrana do eletrodo. O equipamento é denominado Oxímetro de campo.

4.2.6. pH

O termo pH é utilizado universalmente para expressar a intensidade da condição ácida ou alcalina da água ou de uma solução.

> A medida do pH é uma das mais importantes e freqüentes utilizadas nas avaliações químicas de água. Praticamente, todas as fases do tratamento de água e de resíduos, e também em processos de neutralização, precipitação, coagulação, desinfecção e controle de corrosão dependem do valor do pH. O pH é utilizado nas medições de alcalinidade e dióxido de carbono, e também no equilíbrio ácido-base. Águas naturais usualmente apresentam valores de pH entre 4 a 9, a maioria é baixo por causa da presença de bicarbonatos e carbonatos. O princípio básico da medida do pH é a determinação da atividade dos íons hidrogênio por medições potenciométricas usando um eletrodo de vidro e um eletrodo de referência (APHA, 1998).

As determinações do pH da água superficial dos diferentes pontos de coleta do Ribeirão Tatu estão foram feitas “in loco” utilizando um phâmetro de campo.

4.2.7. Condutividade

A condutividade refere-se à capacidade que uma solução aquosa possui em conduzir corrente elétrica. Esta habilidade depende da presença de íons, sua concentração total, mobilidade, valência, concentração relativa e temperatura. Soluções inorgânicas como ácidos,

bases e sais são relativamente bons condutores. Opostamente, moléculas de compostos orgânicos que não dissociam em solução aquosa conduzem pouca corrente elétrica. As aplicações práticas para a medida da condutividade são: grau de mineralização; indicação rápida de variações nas concentrações de minerais dissolvidos; determinar a quantidade de reagentes iônicos para certas reações de neutralização e precipitação; estimar a quantidade de amostra necessária para determinações químicas comuns ou verificações de resultados (APHA, 1998).

4.2.8. Dureza

A dureza da água é a propriedade decorrente da presença de metais alcalino-terrosos. O cálcio e o magnésio são os principais alcalino-terrosos encontrados em águas naturais. A dureza da água resulta da dissolução de minerais dos solos e rochas ou provém da poluição direta de resíduos industriais.

Originalmente a dureza da água era conhecida como sendo uma medida da capacidade da água precipitar sabão. A dureza é definida como uma característica da água que representa a concentração total somente de íons de cálcio e magnésio, expressa em Carbonato de Cálcio, contudo, se estiverem presentes em quantidades significativas, outros íons metálicos produtores de dureza devem ser incluídos.

Para a determinação da dureza da água, tanto dos testes de sensibilidade da *Daphnia similis*, quanto das amostras coletadas no Ribeirão Tatu, utilizou-se o método titulométrico com EDTA. O ácido etilenodiaminotetracético e seus derivados sódicos (EDTA), formam um complexo quelado solúvel, quando foram acrescentados a uma solução contendo cátions metálicos como Ca^{2+}, Mg^{2+} e outros íons bivalentes causadores de dureza. Os íons de cálcio e magnésio da solução formam um complexo vermelho-vinho com o indicador negro de ericromo T. Pela adição de EDTA à solução colorida, ocorre a formação de um complexo estável e não dissociado com o EDTA com os íons cálcio e magnésio, separando-se do indicador. Quando a quantidade de EDTA adicionada for suficiente para complexar todo o cálcio e magnésio, a solução ficará de cor azul, indicando o ponto final da titulação.

A titulação realizou-se a pH de 10,0 ± 0,1; em temperatura ambiente e num tempo máximo de 5 minutos, para minimizar a tendência de precipitação do $CaCO_3$.

Para a análise de dureza foram utilizados os seguintes reagentes:

Solução Tampão de Cloreto de amônio-hidróxido de amônio: Dissolveu-se 16,9g de Cloreto de Amônio (NH_4Cl) em 143 mL de Hidróxido de Amônio (NH_4OH); adicionou-se 1,25g de Sal de Magnésio EDTA, ou 1,179g de EDTA Dissódico com 0,780g de Sulfato de Magnésio ($MgSO_4 . 7H_2O$) ou 0,780g de Cloreto de Magnésio ($MgCl_2$) e dilui-se para 250 mL. Esta solução foi guardada em frasco de polietileno.

Indicador Negro de Ericromo T: adicionou-se 0,5g do corante Negro de Ericromo T com 100g de Cloreto de Sódio (NaCl).

Solução de EDTA 0,01 N: Pesou-se 3,273g de Sal de Sódio de EDTA ($Na_2H_2C_{10}H_{12}O_8N_2.2H_2O$) e dissolveu-se em água destilada até completar o volume de 1000 mL. Esta solução foi acondicionada em frasco de polietileno.

Método de ensaio: Em um erlenmeyer de 250 mL colocou-se 100 mL de cada amostra; adicionou-se, em cada amostra, 2 mL da Solução Tampão para que o pH da solução ficasse em torno de 10,0 ± 0,1. Adicionou-se ± 0,1 g do indicador Negro de Ericromo T e procede-se a titulação com a solução de EDTA, com agitação, até que desaparecesse a ultima coloração avermelhada e ocorresse o surgimento da cor azul.

O valor da dureza foi calculado e expresso da seguinte forma:

$$\text{Dureza} = \frac{V1 \times 0{,}01 \times 100.000}{V2} \quad (\text{mg } CaCO_3/\text{ L}), \text{ onde:}$$

V1 = volume de EDTA gasto, em mL

V2 = volume da amostra utilizada, em mL

4.2.9. Alcalinidade

A alcalinidade é a medida da capacidade que a água tem de neutralizar ácidos em predeterminado pH. Esta capacidade é devido à presença de bases fortes, de bases fracas, de sais de ácidos fracos, tais como bicarbonatos, boratos, silicatos e fosfatos, de sais de ácidos orgânicos acético e sulfúrico. Medidas de alcalinidade são utilizadas no controle de processos de tratamento tanto de águas de abastecimento como de águas residuárias (APHA, 1998).

Em águas naturais, as medidas de pH e da alcalinidade têm grande importância para o estudo de produtividade biológica, pois condicionam basicamente, os demais processos físico-químicos em um corpo d'água, afetando a atividade biológica dos organismos aquáticos e em particular dos vegetais.

Em águas com valores de alcalinidade elevados, a conversão contínua de carbonato a bicarbonato e posteriormente a CO_2 promove a geração de íons OH^- o que eleva o pH do meio para valores freqüentemente acima de 11,0. O uso de carbono na atividade fotossintética das algas promove a remoção do CO_2 do meio, aumentando conseqüentemente o pH da água.

Para a determinação da alcalinidade, a qual é expressa em mg $CaCO_3$/L, das amostras coletadas nos diferentes pontos do Ribeirão Tatu, utilizou-se o método titulométrico. Na titulação com indicador, usou-se a fenolftaleína para o ponto de viragem a pH de 8,3 e o alaranjado de metila (metil orange) para o ponto de viragem a pH de 4,5. Para análise da alcalinidade foram utilizados os seguintes reagentes:

<u>Ácido Sulfúrico 0,1N</u>: diluiu-se 3,0 mL de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) concentrado em 1000 mL de água destilada.

<u>Ácido Sulfúrico 0,02N</u>: diluiu-se 200,0 mL de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) 0,1N em 1000 mL de água destilada. Padronizo-se conforme procedimento abaixo descrito:

<u>Cálculo da padronização do Ácido Sulfúrico 0,02N</u>: Dissolveu-se 1,060g de Carbonato de Sódio anidro (Na_2CO_3), seco em estufa à 140°C, por 8 horas em 1000 mL de água destilada e

deionizada fervida por 15 minutos para retirada do gás carbônico (Solução de Carbonato de Sódio 0,02N). Desta solução, colocou-se 50mL em um Erlenmeyer de 250 mL e adiciona-se 3 gotas do indicador alaranjado de metila. Titulou-se-se com solução de Ácido Sulfúrico 0,02N e anotou-se o gasto para a viragem.

$$N = \frac{N1 \times V1,}{V}$$ onde:

N = Normalidade do Ácido Sulfúrico

N1 = Normalidade da Solução de Carbonato de Sódio = 0,02N

V1 = Volume da Solução de Carbonato de Sódio = 50,0 mL

V = Volume do Ácido Sulfúrico gasto na titulação em mL

Solução de Tiossulfato de Sódio: Dissolveu-se 6,225g de Tiossulfato de Sódio com 0,05g de Carbonato de sódio em 250 mL de água destilada.

Solução indicadora de Alaranjado de Metila (Metil-Orange): Dissolveu-se 0,5g de Alaranjado de Metila em 1000,0 mL de água destilada.

Método de ensaio: Em um erlenmeyer de 250,0 mL foi colocado 100,0 mL da amostra da água dos diferentes pontos de coleta do Ribeirão Tatu. A seguir, colocou-se uma gota da solução de Tiossulfato de Sódio 0,1N por causa do cloro residual. Foi colocado na amostra, 3 gotas de solução Indicadora de alaranjado de Metila e amostra adquiriu a coloração alaranjada. Titulou-se com solução de Ácido Sulfúrico 0,02N, até a mostra ficar levemente rósea.

O valor da alcalinidade foi calculado e expresso da seguinte forma:

$$\text{Alcalinidade} = \frac{V1 \times NT \times 50.000}{V2} \quad (mg/L),$$ onde:

V1 = volume de ácido gasto, em mL

NT= Normalidade do ácido utilizado = 0,02N

V2 = volume da amostra utilizada, em mL

4.2.10. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5)

A determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um teste empírico o qual, cada procedimento realizado no laboratório é usado para determinar a quantidade relativa de oxigênio das águas residuárias, efluentes e águas poluídas. A DBO é um parâmetro que indica a quantidade de oxigênio consumida durante a degradação bioquímica da matéria orgânica (demanda carbonácea) juntamente com o oxigênio usado na oxidação de produtos inorgânicos em um certo período de tempo, e também o oxigênio utilizado para oxidar formas reduzidas de nitrogênio (demanda nitrogenada), pelo metabolismo de microrganismos aeróbios, que promovem a estabilização da matéria orgânica presente no meio líquido.

O oxigênio dissolvido no meio aquático pode ser consumido por três diferentes maneiras: oxidação da matéria orgânica carbonácea por organismos aeróbios; oxidação da amônia, nitrito e nitrogênio orgânico oxidável, através de bactérias nitrificantes; e na oxidação química de compostos como os íons, ferroso, sulfito e sulfeto.

O grau de poluição de um corpo d'água e o desempenho de um processo de tratamento de águas residuárias pode ser avaliado utilizando o valor da DBO.

Para a determinação da DBO nas amostras da água obtidas nos diferentes pontos do Ribeirão Tatu procedeu-se conforme descrito abaixo.

<u>Método de ensaio</u>: o método consiste na colocação da amostra em um recipiente apropriado, na ausência de O_2 e incubá-lo em temperatura controlada por tempo determinado. O tamanho da recipiente, a temperatura (20 ^oC) e o período de incubação (5 dias) são todos especificados. O Oxigênio dissolvido (OD) é medido inicialmente e após a incubação. A DBO é computada pela diferença entre as determinações de OD inicial e final.

A DBO é um processo lento e dependerá de outros fatores como a população biológica envolvida e a temperatura. Como já foi visto, o teste de DBO é um teste empírico de valor

limitado, uma vez que as condições padronizadas de laboratório não são representativas de todas condições que ocorrem na natureza, não sendo incluídas, por exemplo, luminosidade e a movimentação da água. Existem ainda, muitos fatores interferentes cujas ações não podem ser controladas. Assim, pode-se obter dados mais significativos na determinação da qualidade da água através de outros testes como a Demanda Química de Oxigênio.

4.2.11. Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) indica a quantidade de oxigênio consumido através de reações químicas de oxidação de diversos compostos orgânicos presentes, sem a intervenção de microrganismos, indicando de maneira indireta, a quantidade de matéria orgânica presente na amostra. Na maioria das amostras, a quantidade de compostos oxidáveis quimicamente é maior que aqueles que podem sofrer oxidação biológica, desta forma, a DQO é maior que a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Em alguns casos, é possível estabelecer uma relação empírica entre estes dois paramentos.

Este teste é utilizado tanto para águas naturais como residuárias, possuindo como vantagem a rapidez e simplicidade na determinação (aproximadamente 3 horas). O teste de DQO é importante para estudos de corpos d'água, resíduos industriais e controle de esgotos sanitários.

O método utilizado para o teste de DQO é o Método Colorimétrico com DR 2000 com Curva Padrão Inserida nº 971 5220 D (APHA 1998), utilizando-se um composto fortemente oxidante, que em meio ácido, reage com a matéria orgânica passível de oxidação presente na amostra, transformando-a em dióxido de carbono e água.

Metodologia: O método de digestão do dicromato trata-se de uma reação de oxidação em meio fortemente ácido e elevada temperatura na presença de um catalisador. O catalisador utilizado é o Sulfato de prata. É utilizado o dicromato de potássio (cromo na forma Cr^{6+}) devido a sua forte capacidade oxidante, facilidade de manipulação e aplicabilidade, além de ser um padrão primário. A utilização de um catalisador, como o sulfato de prata, é necessário para tornar

possível a oxidação de compostos orgânicos aromáticos de cadeia reta. Após a oxidação da matéria orgânica presente, a DQO é obtida diretamente em mg O_2/L no espectrômetro DR 2000, através de curva padrão inserida no laboratório.

Para a análise da DQO das amostras de água superficial dos diferentes pontos do Ribeirão Tatu foram utilizados os seguintes reagentes:

Solução de Digestão: adicionou-se em 125 mL de água destilada 2,554 g de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) seco à 105°C por 2 horas, 14,75 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4), 8,325 g de sulfato de mercúrio ($HgSO_4$). Dissolveu-se, esfriou-se e completou o volume para 250 mL.

Reagente de Ácido Sulfúrico: adicionou-se o sulfato de prata (Ag_2SO_2) cristal ou pó em ácido sulfúrico (H_2SO_4) na proporção de 1,1 g de Ag_2SO_2 para 200 mL de H_2SO_4.

Solução Padrão de Biftalato de Potássio: pesou-se 425,0 g de biftalato de potássio ($HOOCC_6H_4COOK$), seco à 120°C por 2 horas, dissolveu-se em aproximadamente 500 mL de água destilada e completou-se o volume para 1000 mL; 1 mL desta solução contém 5 mg de DQO. Esta solução é estável por até 3 meses quando guardada sob refrigeração.

Procedimento experimental: lavou-se os tubos com H_2SO_4 20% para eliminar interferentes de amostras anteriores: em seguida, fez-se uma prova em branco adicionando água destilada no lugar da amostra; em capela, colocou-se 1,5 mL da solução de digestão no tubo, adicionou-se 2,5 mL da amostra e 3,5 mL de reagente de ácido sulfúrico. Fechou-se o tubo e agitou-se com cuidado para homogeneização. Fez-se a digestão em bloco digestor à 150 ^{o}C por 2 horas. Esfriou-se os tubos, agitou-se e deixou sedimentar, limpou-se bem os tubos para evitar interferência na passagem da luz e fez-se a leitura em espectrofotômetro. O valor obtido foi expresso em mg de O_2/L de DQO.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Resultados do índice pluviométrico

Os resultados do índice pluviométrico do período de estudo serão representados a seguir. As análises foram realizadas nas amostras coletadas nos meses de março de 2005 à março de 2006.

5.1.1. Índice pluviométrico

A Figura 4 apresenta os valores referentes ao índice pluviométrico no período de estudo. Este índice pode alterar a qualidade físico-química e biológica do rio, pois promove a dissolução de sais e o arraste de substâncias químicas para o corpo d'água.

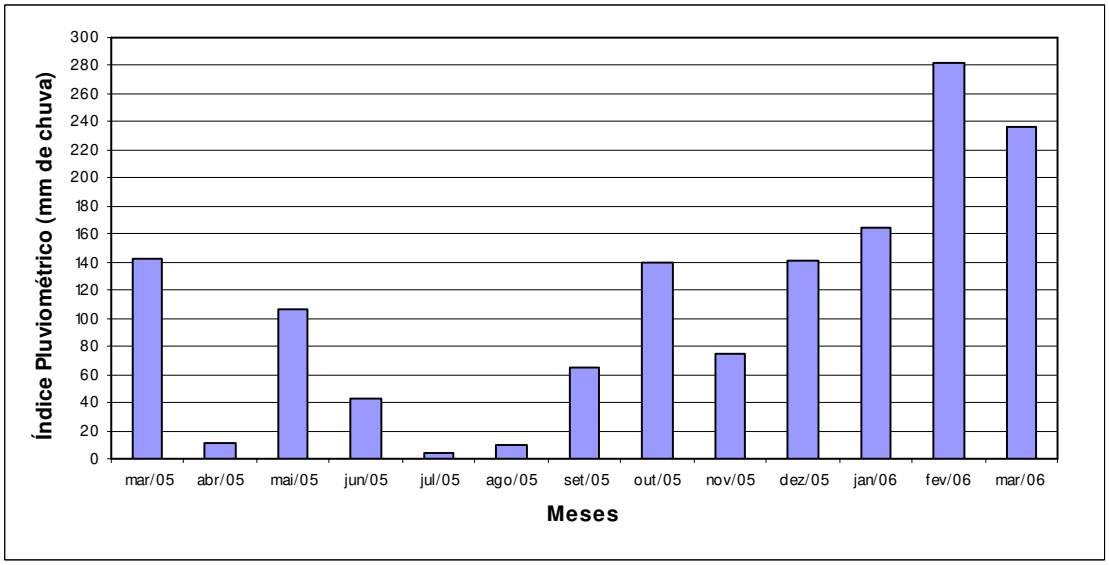

Figura 4 – Valores referentes ao índice pluviométrico da região de Limeira-SP no período de março de 2005 à março de 2006 (Fonte: Águas de Limeira).

Verifica-se, na Figura 4, a ocorrência de baixos índices pluviométricos nos meses de abril, julho e agosto de 2005, situados entre 10,8; 3,8 e 9,5 mm de chuva respectivamente.
Índices baixos de pluviosidade podem diminuir a qualidade sanitária da água, no que diz respeito aos parâmetros físico-químicos, como o nível de oxigênio dissolvido, favorecendo a ocorrência de reações químicas em compostos presentes no sedimento, como a produção de gás metano.

Através da Figura 4 foi possível constatar dois períodos bem definidos com relação as estações, o período de abril de 2005 até setembro do mesmo ano como período de baixa pluviosidade e os meses subseqüentes, de dezembro de 2005 até março de 2006 como período de chuvas. Níveis pluviométricos baixos também podem aumentar a condutividade elétrica da água. e aumentar a toxicidade, pois, com a diminuição da vazão do corpo d'água, pode haver uma concentração maior de poluentes.

5.2. Resultado das Análises Físico-Químicas da água superficial do ribeirão Tatu

5.2.1. Temperatura

A Figura 5 expressa os resultados referentes aos valores da temperatura das amostras da água superficial do ribeirão Tatu nos meses de coleta.

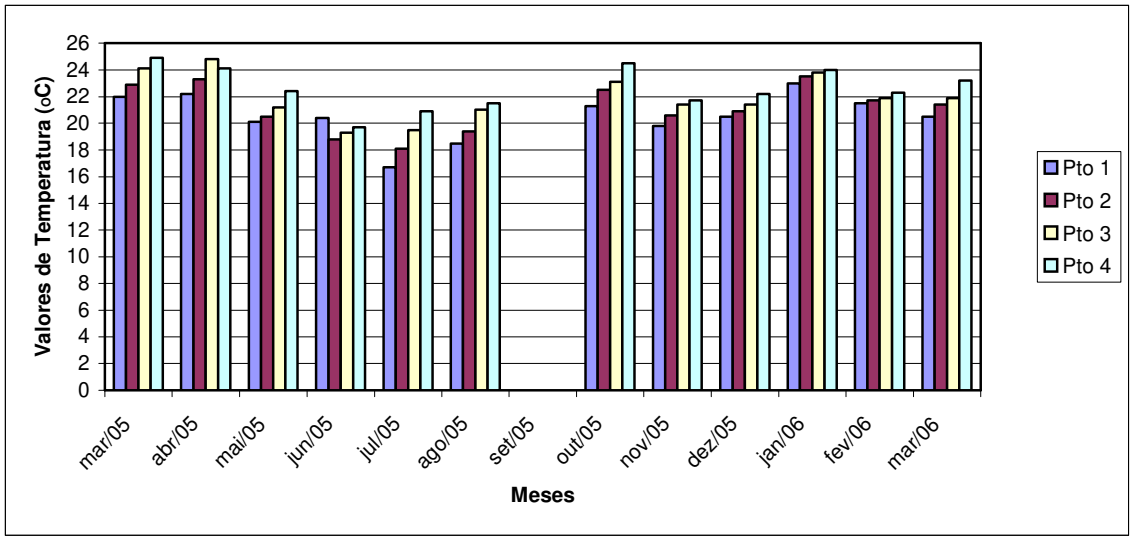

Figura 5 – Valores referentes à temperatura das amostras de água superficial do ribeirão Tatu no município de Limeira - SP.

Os valores de temperatura variaram de 16,7 até 24,9 ^{o}C, apresentando maior valor no ponto 4 no mês de março de 2005, e menor valor no ponto 1 no mês de julho de 2005, variando, provavelmente, devido a sazonalidade, demonstrando estar nos padrões aceitáveis com relação a este aspecto. Essa variação da temperatura pode estar associada ao tempo de coleta, com o aumento da temperatura ambiente.

O período de estudo mostrou duas estações bem definidas, com temperaturas mais elevadas no verão e mais baixas durante o inverno. Parâmetros físico-químicos como OD (oxigênio dissolvido) podem ser influenciados pela temperatura.

5.2.2. pH

A Figura 6 expressa os resultados referentes aos valores de pH obtidos nas análises da água superficial do ribeirão Tatu nos meses de coleta.

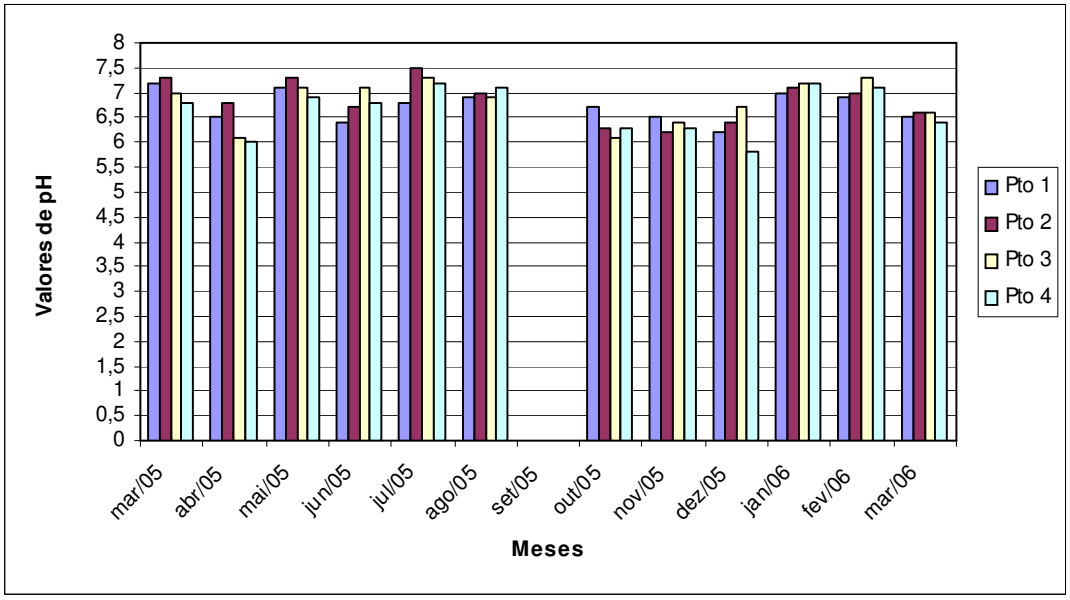

Figura 6 – Valores referentes ao pH das amostras da água superficial do ribeirão Tatu no município de Limeira – SP.

Os valores de pH variaram entre 5,8 a 7,5 no ponto 4, no mês de dezembro de 2005 e ponto 2 em julho do mesmo ano, apresentando durante o período de outubro a dezembro de 2005 valores levemente ácido. Estes valores provavelmente estão associados a despejos lançados no corpo d´água sem tratamento adequado, no entanto, estão dentro dos parâmetros exigidos por lei.

Os valores de pH estão em conformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para a categoria do corpo hídrico em estudo. Normalmente, baixos valores de pH estão associados aos períodos de umidade elevada.

As águas naturais em geral têm pH compreendido entre 4,0 e 9,0 e, na maioria das vezes, são ligeiramente alcalinas, devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Valores diferentes podem ser atribuídos à presença de despejos industriais ácidos ou alcalinos.

5.5.3. Oxigênio Dissolvido (OD)

A Figura 7 expressa os valores obtidos na análise de OD das amostras da água superficial do ribeirão Tatu.

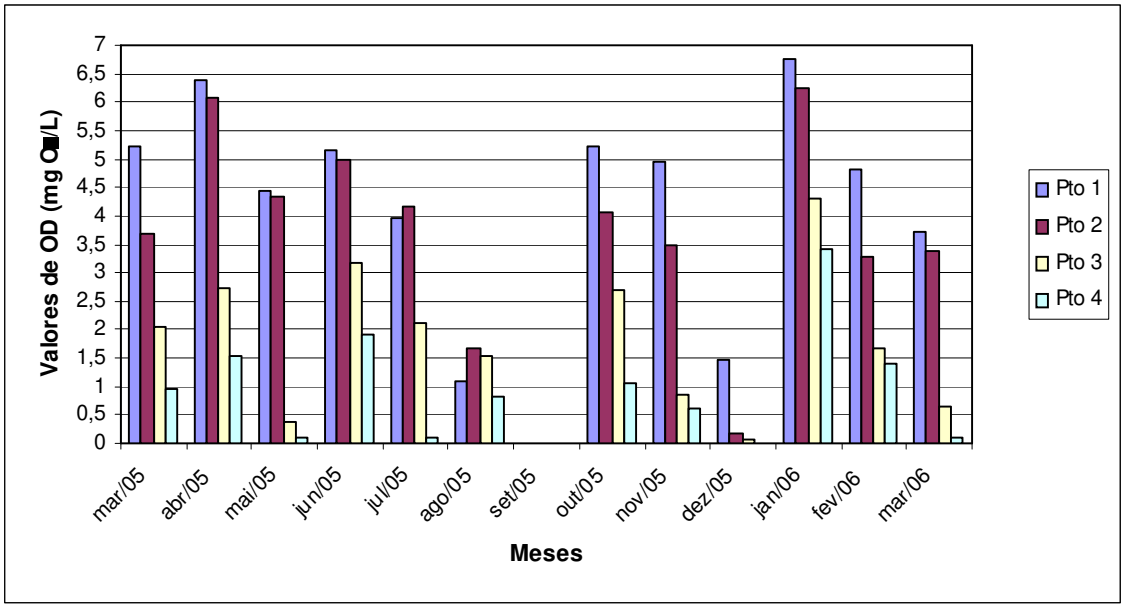

Figura 7 – Valores referentes ao OD (mg O2/L) das amostras da água superficial do ribeirão Tatu no município de Limeira – SP.

A quantidade de oxigênio dissolvido na água verificado durante o período de estudo variou de 6,8 mg O2/L no ponto 1, no mês de janeiro de 2006 a 0,00 mg O2/L no ponto 3 no mês de dezembro de 2005, demonstrando a baixa qualidade da água do ribeirão, com relação a este aspecto. Foi verificado também um decréscimo nos valores de OD a medida que o ribeirão adentra o perímetro urbano, chegando a valores bastante críticos no ponto 3 e ocorrendo uma pequena melhora no ponto 4.

O ribeirão demonstrou melhor qualidade, com relação a este aspecto no mês de janeiro de 2006, apresentando valores de 6,8; 6,3; 4,3; 3,4 mg O2/L de OD nos pontos 1, 2, 3 e 4 respectivamente; e pior qualidade no mês de agosto de 2005, apresentando os seguintes valores, 1,1; 1,7; 1,5; 0,8 mg O2/L de OD nos pontos 1, 2, 3 e 4; este resultado deve-se, provavelmente a sazonalidade, pois no mês de agosto de 2005 houve baixo índice pluviométrico e também, pode ter ocorrido, durante o período de estudo, despejo de efluentes industriais, sem tratamento adequado.

Condição anóxica persistente é um fator desfavorável para a qualidade da água pois, nestas condições os compostos químicos presentes no sedimento, principalmente o metano e o hidrosulfito tendem a desprende-se passando para a água (RODGHER *et al.*,2005).

Valores baixos de OD podem contribuir para o processo de eutrofização favorecidos pelo desprendimento de compostos de fósforo do sedimento para a água.

5.2.4. Condutividade

A Figura 8 expressa os valores obtidos na análise de condutividade das amostras da água superficial do ribeirão Tatu durante o período de estudo.

Valores de condutividade apresentam-se elevados nos períodos de seca e baixos nos períodos úmidos, esta variação com relação à sazonalidade pode ser atribuída a diluição dos íons presentes na água.

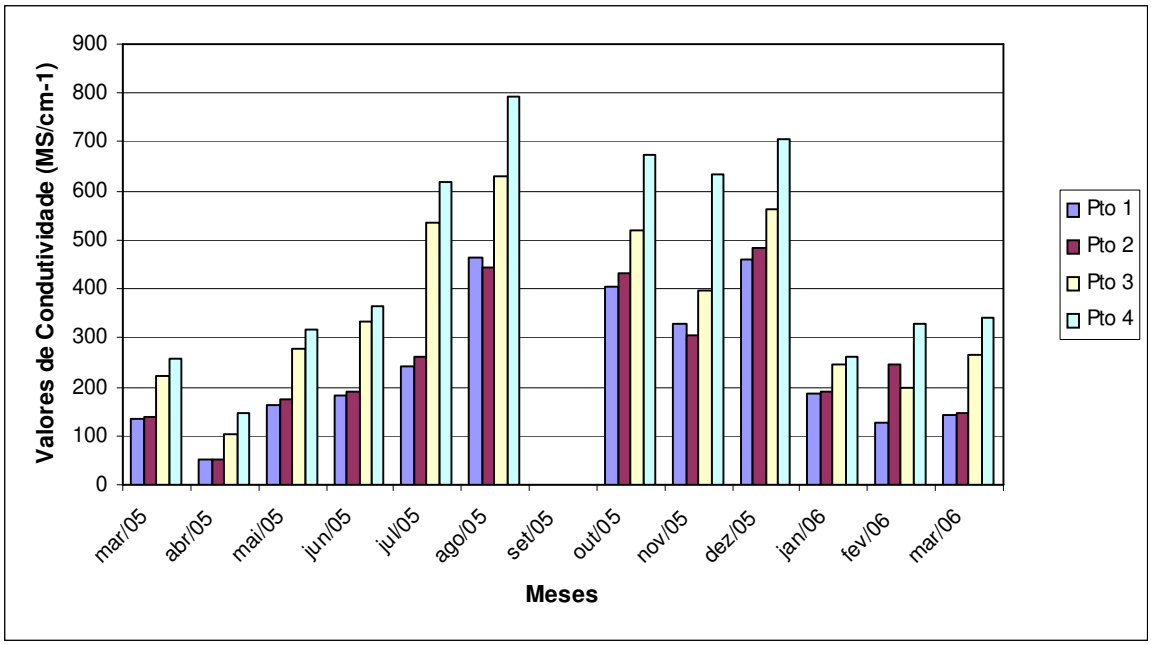

Figura 8 - Valores referentes à condutividade das amostras da água superficial do ribeirão Tatu no município de Limeira – SP.

Os valores de condutividade obtidos das amostras da água do ribeirão Tatu, apresentou maior valor no ponto 4 em agosto de 2005 de 793,1µS/cm^{-1} e 51,4µS/cm^{-1} no ponto 2 em abril de 2005. Essa variação deve-se, provavelmente ao despejo de resíduos industriais, sem tratamento adequado no ribeirão, não podendo ser atribuído ao índice pluviométrico do período, pois nos meses de abril de 2005 e agosto do mesmo ano, os valores de pluviosidade apresentaram 10,8 e 9,5 mm de chuva respectivamente.

Soluções inorgânicas como ácidos-bases e sais são responsáveis pelo aumento do índice de condutividade, portanto, o índice elevado deste parâmetro pode ser atribuído, ao despejo de resíduos industriais como galvânicas e metalúrgicas presentes na região, sem o tratamento adequado. Observou-se também no gráfico, que a condutividade aumentou consideravelmente do ponto 1 ao 4 em quase todas as coletas.

5.2.5. Dureza

A Figura 9 expressa os valores obtidos na análise da dureza das amostras da água superficial do ribeirão Tatu.

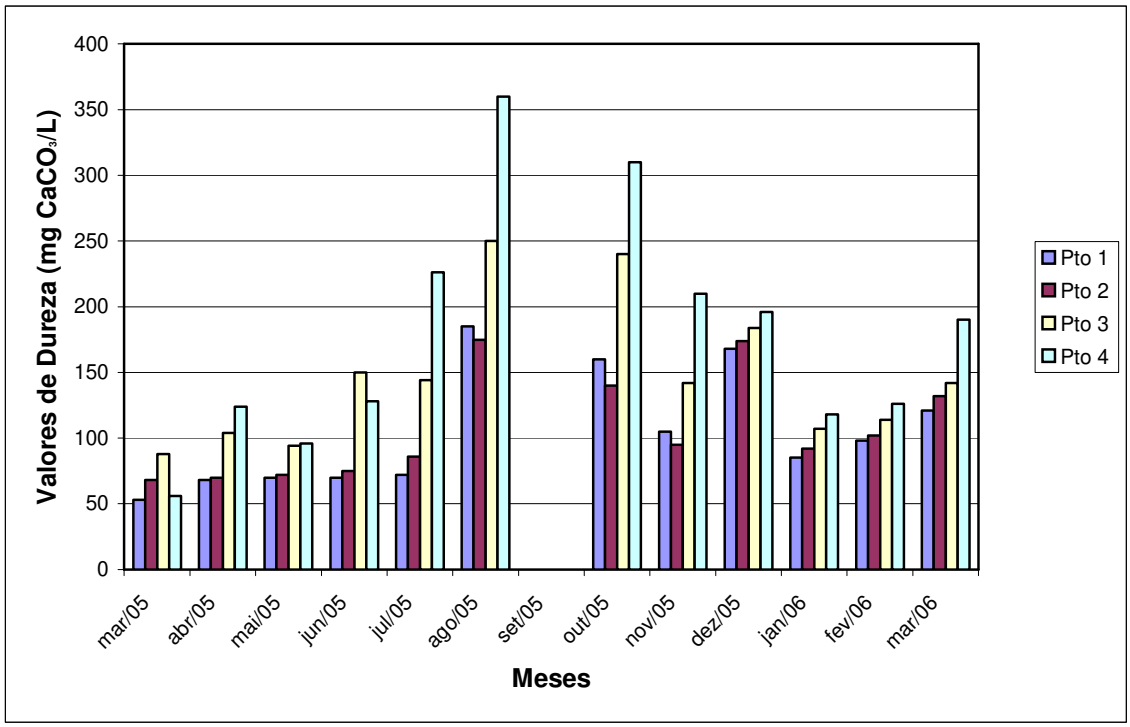

Figura 9 - Valores referentes à dureza das amostras da água superficial do ribeirão Tatu no município de Limeira – SP.

A dureza apresenta maior índice no mês de agosto de 2005 no ponto 4 com o valor de 360 mg/L de $CaCO_3$ que indicam, possivelmente poluição por despejo de resíduos industriais pois, quando este índice estiver presente em quantidade significativa, pode indicar a presença de íons metálicos produtores de dureza, além do cálcio e do magnésio (APHA, 1998). A dureza também pode ocasionar toxicidade na água, podendo interferir no ciclo de vida de algumas espécies de microrganismos sensíveis a este aspecto, presentes no meio aquático.

Os elevados índices de dureza durante o mês de agosto de 2005, também podem ser atribuído ao baixo índice de pluviosidade registrado neste período. A dureza é devida à presença

de cátions metálicos divalentes, os quais são capazes de reagir com sabão formando precipitados e com certos ânions presentes na água para formar crostas. Os principais íons causadores de dureza são cálcio e magnésio tendo um papel secundário o zinco e o estrôncio. Algumas vezes, alumínio e ferro férrico são considerados como contribuintes da dureza.

Quando a dureza é numericamente maior que a alcalinidade total a fração da dureza igual a esta última é chamada de *dureza de carbonato* e a quantidade em excesso é chamada de *dureza de não carbonato*. Quando a dureza for menor ou igual à alcalinidade total toda a dureza presente é chamada de dureza de carbonato e a dureza de não carbonato estará ausente.

5.2.6. Alcalinidade

A Figura 10 expressa os valores obtidos na análise de alcalinidade das amostras da água superficial do ribeirão Tatu.

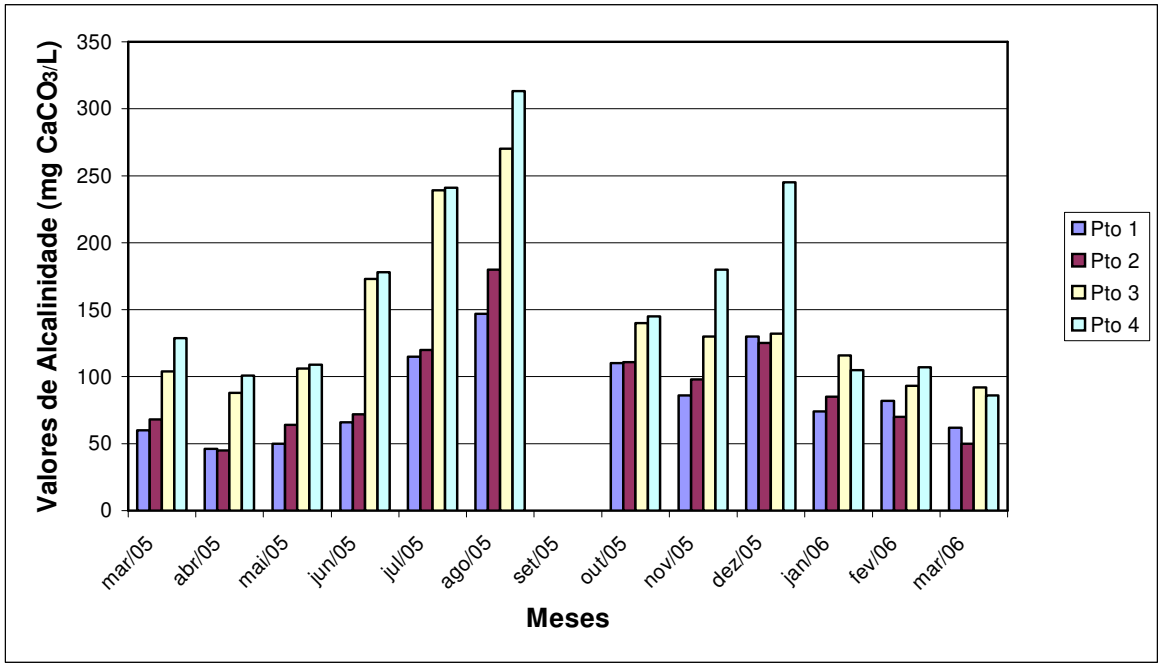

Figura 10 - Valores referentes a alcalinidade das amostras da água superficial do ribeirão Tatu no município de Limeira – SP.

O parâmetro alcalinidade também alcançou maior índice no mês de agosto de 2005, chegando a registrar 147, 180, 270, 313 mg CaCO3/L nos pontos 1, 2, 3 e 4 respectivamente. Segundo APHA, 1998, as medidas de pH e alcalinidade são importantes para o estudo da produtividade biológica nos corpos d'água, pois interfere na atividade biológica dos organismos aquáticos, em particular, dos vegetais.

Os valores de alcalinidade registrados durante o mês de agosto e também o baixo índice pluviométrico durante este período, demonstraram queda da qualidade da água do ribeirão Tatu neste período.

A alcalinidade é uma medida da capacidade que as águas tem de neutralizar ácidos. Esta capacidade, é devida a presença de bases fortes, de bases fracas, de sais de ácidos fracos, tais como bicarbonatos, boratos, silicatos e fosfatos, de sais de ácidos orgânicos, tais como o ácido húmico e, no caso de águas poluídas, os ácidos acético, propiônico e sulfúrico.

Em águas superficiais, a alcalinidade pode ser devida presença de grande quantidade de algas; elas removem dióxido de carbono da água, elevando o pH da mesma para 9-10.

5.2.7. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5)

A Figura 11 expressa os valores obtidos na análise de DBO_5 das amostras da água superficial do ribeirão Tatu.

Quanto maior o grau de poluição orgânica maior será a DBO. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da micro-flora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizadas nas estações de tratamento de água.

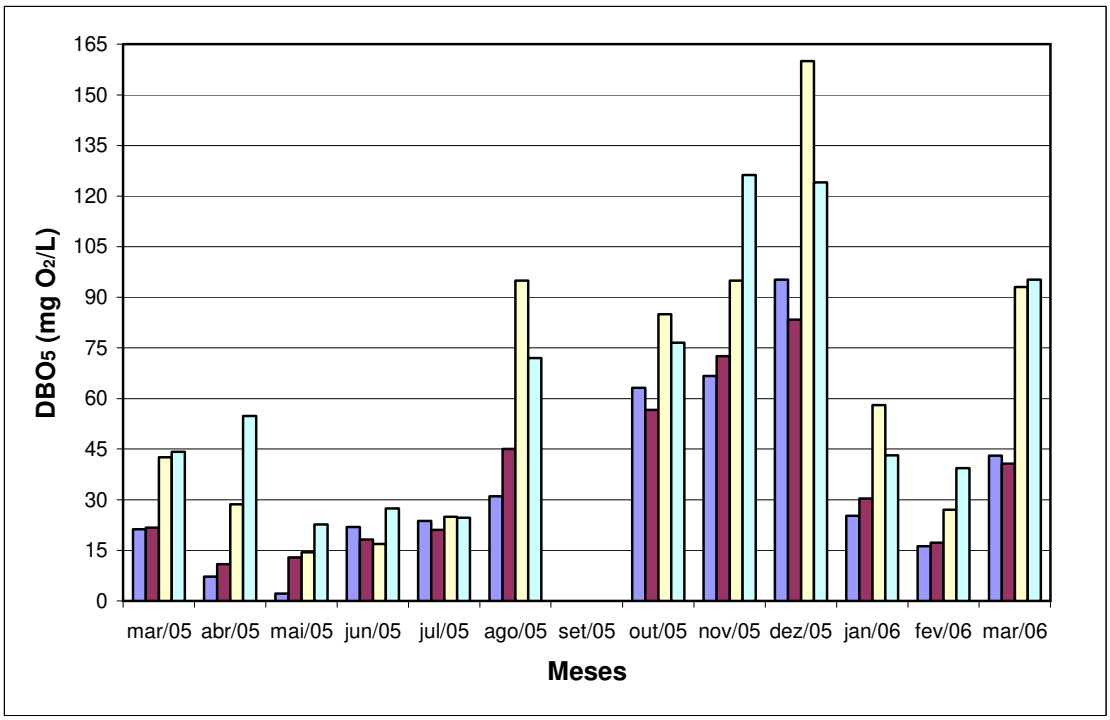

Figura 11 - Valores referentes a DBO_5 das amostras da água superficial do ribeirão Tatu no município de Limeira – SP.

Os índices de DBO_5 mostram-se baixos, nos meses de março a julho de 2005, apresentando um pequeno aumento no mês de agosto e outubro de 2005; e, nos meses de novembro e dezembro, registrou um grande aumento, voltando a diminuir nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2006.

Esta variação, provavelmente, não pode ser atribuída aos índices pluviométricos do período, e sim a variação da qualidade do ribeirão no período de estudo devido ao despejo de resíduos industriais e domésticos sem o tratamento adequado. A DBO é a forma mais utilizada para se medir a quantidade de matéria orgânica presente num corpo d'água, ou seja, mede-se a quantidade de oxigênio necessário para estabilizar a matéria orgânica com a cooperação de bactérias aeróbias.

5.2.8. Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Figura 12 expressa os valores obtidos na análise de DQO das amostras da água superficial do ribeirão Tatu.

A medida da DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Um valor de DQO alto indica uma grande concentração de matéria orgânica e baixo teor de oxigênio. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

Despejos tóxicos podem ter altos índices de demanda química de oxigênio (DQO), mas têm baixa demanda bioquímica de oxigênio (DBO), mesmo que esteja presente grande quantidade de matéria orgânica (BRAILE & CAVALCANTI, 1993).

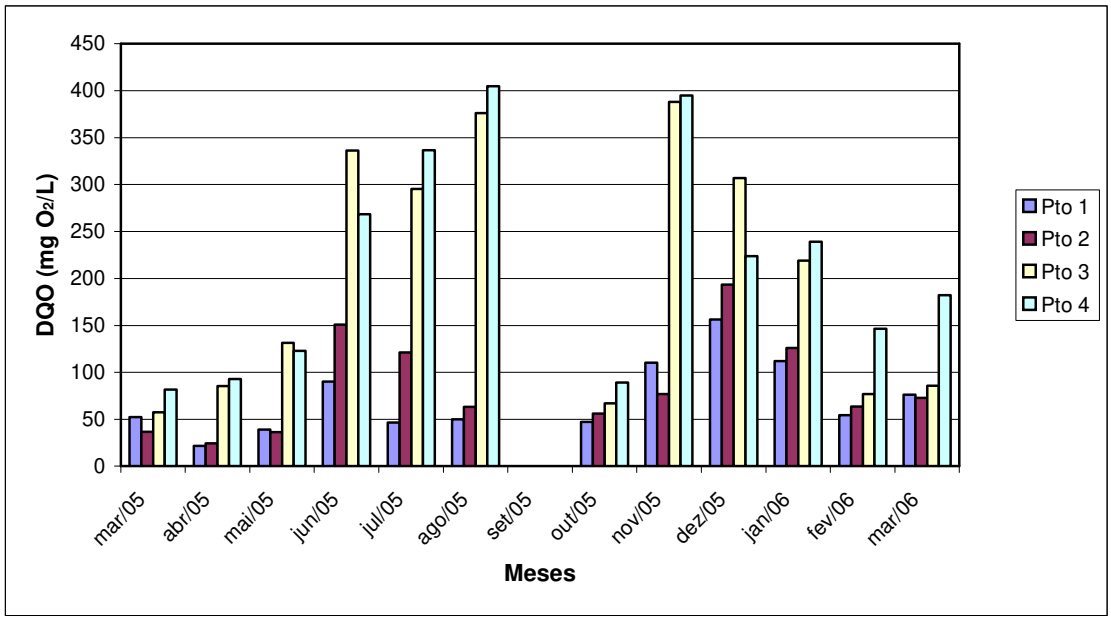

Figura 12 - Valores referentes a DQO das amostras da água superficial do ribeirão Tatu no município de Limeira – SP.

A DQO analisada na água do ribeirão Tatu em Limeira, SP mostrou-se baixa nos meses de março a maio de 2005, e durante os meses de junho, julho, agosto, novembro e dezembro de mesmo ano. Houve um aumento nos pontos 3 e 4, caracterizando assim, a queda da qualidade do

corpo d'água com relação a este parâmetro conforme o rio adentra pelo centro urbano. Efluentes com metais tendem a aumentar os valores da DQO.

5.3. Avaliação da Toxicidade Aguda da Água Superficial e do Sedimento do ribeirão Tatu

Os testes de toxicidade aguda foram realizados com amostra da água superficial e do sedimento coletados em diferentes pontos do ribeirão Tatu no período de março de 2005 a março de 2006 e comprova as áreas com maior vulnerabilidade com relação a este aspecto.

Os resultados estão apresentados na Tabela 1 e 2, considerando os resultados apenas em termos de porcentagem para o organismo *Daphnia similis* utilizado como indicador de toxicidade aguda, onde C é o controle e P1, P2, P3 e P4 os pontos de coleta.

Tabela 1 – Porcentagens de efeito observado, para mortalidade/imobilidade nos testes de toxicidade aguda para organismo *Daphnia similis* realizados com amostra de água superficial nos pontos do ribeirão Tatu

	(%) DE EFEITO											
	Mar	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Jan**	**Fev**	**Mar**
C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P1	40,0	13,3	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	0,0	0,0	6,7
P2	**93,3**	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	**60,0**	13,3	13,3	6,7	26,7
P3	**100**	**66,7**	0,0	**80,0**	**93,3**	0,0	0,0	20,0	33,3	20,0	20,0	26,7
P4	**73,3**	0,0	0,0	20,0	**66,7**	20,0	0,0	26,7	33,3	20,0	26,7	20,0

Tabela 2 – Porcentagens de efeito observado, para mortalidade/imobilidade nos testes de toxicidade aguda para organismo *D. similis* realizados com amostra de sedimento nos pontos do ribeirão Tatu

	(%) DE EFEITO											
	Mar	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Jan**	**Fev**	**Mar**
C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P1	0,0	46,7	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0
P2	6,7	0,0	0,0	6,7	0,0	13,3	0,0	20,0	6,7	13,3	6,7	0,0
P3	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0	6,7	0,0	26,7	6,7	13,3	6,7	6,7
P4	**60,0**	0,0	0,0	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7

De acordo com a norma toxicidade aguda geralmente é expressa em concentração letal ou efetiva a 50% dos organismos expostos à amostra tóxica CE50. Os resultados em destaque mostram que a qualidade da água do Ribeirão Tatu obteve uma melhora durante o período de estudo, pois nos meses de março, abril, junho e julho de 2005, a água apresentou índices de toxicidade aguda nos pontos 2, 3 e 4, fato que foi detectado no ponto 2 (Tabela 1) no mês de novembro do mesmo ano.

Com relação aos resultados dos testes de toxicidade aguda do sedimento (Tabela 2), no período de estudo, foi constatada toxicidade aguda do sedimento somente no ponto 4 em março de 2005, em relação ao organismo teste, das amostras coletadas no ribeirão Tatu, a partir da média dos valores de sobrevivência de *D. similis* nos testes.

5.4. Avaliação da Toxicidade Crônica da Água Superficial e do Sedimento do ribeirão Tatu

Por ser um organismo zooplantônico, normalmente *C. dubia* é utilizada em avaliações da qualidade de águas superficiais e efluentes. Apesar disso, as metodologias padronizadas que

determinam a execução dos ensaios de toxicidade com sedimento também recomendam sua utilização para esse comportamento (PORTELA *et. al.*, 2006).

Os resultados da toxicidade crônica representados nas Figuras 13 e 14, que representam o número de neonatos produzidos por *Ceriodaphnia dubia* e exposta à água superficial e ao sedimento, ambos coletados nos diferentes pontos do ribeirão Tatu.

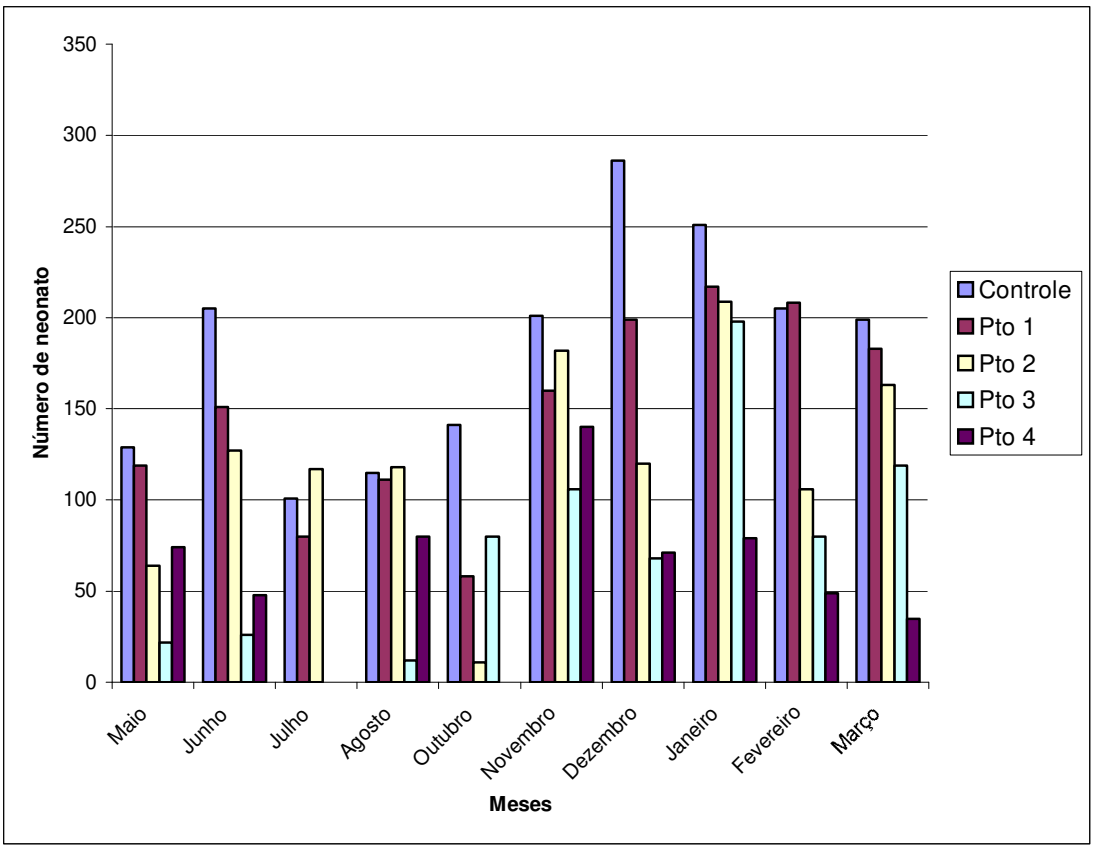

Figura 13 – Número de neonatos produzidos por *Ceriodaphnia dubia* exposta à água superficial dos diferentes pontos do ribeirão Tatu, em testes de toxicidade crônica.

Os testes de toxicidade crônica foram realizados com amostra da água superficial e do sedimento coletados em diferentes pontos do ribeirão Tatu no período de maio de 2005 a março de 2006 e comprovou as áreas com maior vulnerabilidade com relação a este aspecto.

Para avaliar os testes de toxicidade crônica da água e do sedimento, foram feitas análises estatísticas segundo o método de comparação de médias paramétricos Dunnett.e não paramétricas Kruskal-Wallis (ZAGATTO & BERTOLETTI, 2006).

Considerando os testes de toxicidade crônica da água superficial (Figura 13), os resultados mostraram que a água apresentou maior toxicidade em quase todas as amostras realizadas durante o período, a medida que o ribeirão adentra no município.

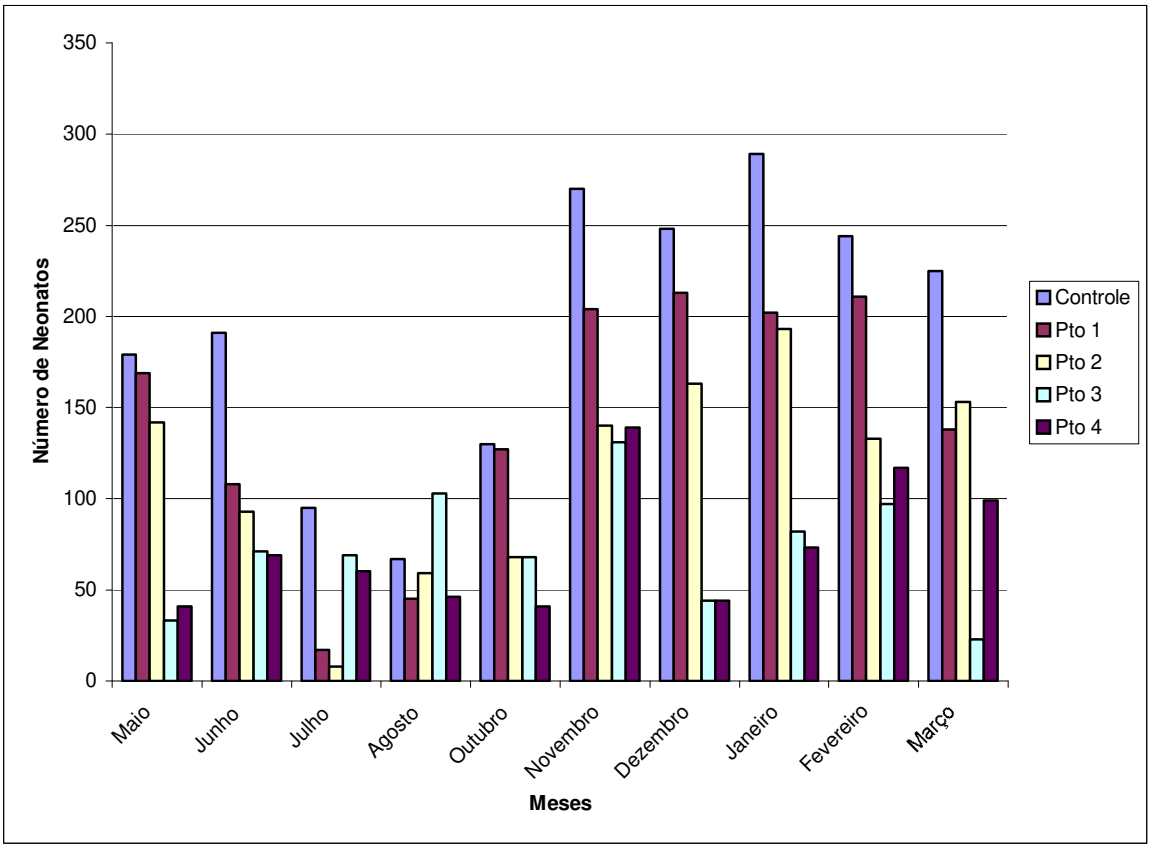

Figura 14 - Número de neonatos produzidos por *Ceriodaphnia dubia* expostas ao sedimento dos diferentes pontos do Ribeirão Tatu, em testes de toxicidade crônica.

Considerando os testes de toxicidade crônica do sedimento (Figura 14), os resultados mostraram que o sedimento apresentou maior toxicidade no ponto 3 no mês de maio e nos pontos 1 e 2 no mês de julho, demonstrando, os pontos de maior vulnerabilidade com relação a esse aspecto para o organismo teste. Fato também observado em trabalho desenvolvido por

RODGHER *et al.,* 2005 em análise de toxicidade aguda e crônica do sedimento dos reservatórios em cascata do rio Tietê, utilizando como bioindicadores de toxicidade aguda *D. similis* e toxicidade crônica *C. dubia* e *D. rerio*, que revelaram a toxicidade decrescendo em magnitude, evidenciando um gradiente de degradação ambiental localizada nos reservatórios.

Por ser um organismo zooplantônico, normalmente *C. dubia* é utilizada em avaliações da qualidade de águas superficiais ou efluentes. Apesar disso, as metodologias padronizadas que determinam a execução dos ensaios de toxicidade com sedimento também recomendam sua utilização para esse compartimento (PORTELA *et al.,* 2006).

As avaliações da toxicidade crônica da água e do sedimento do ribeirão Tatu em Limeira-SP realizado através de ensaios de toxicidade demonstraram que há distinção entre os pontos de coleta, que pode ser decorrente das intervenções antrópicas recebidas pelos pontos a medida que o ribeirão atravessa o perímetro urbano.

Diante dos resultados obtidos nos testes, pode-se inferir que, os pontos 3 e 4 foram considerados os mais impactados. O ponto 3 está localizado em uma região onde existem várias indústrias galvânicas de pequeno e médio porte e também uma indústria de adubos, que podem estar lançando seus resíduos no ribeirão sem o tratamento adequado. O ponto 4, localizado no aterro sanitário, recebe descarga do sistema de tratamento do chorume do aterro.

Este estudo realizado em diferentes pontos do ribeirão demonstrou que pode ocorrer um aumento da toxicidade tanto da água quanto de sedimento do ribeirão se não forem tomadas medidas para controle do descarte de efluentes industriais e domésticos no ribeirão.

6. CONCLUSÃO

Mediante os resultados físico-químicos e ecotoxicológicos obtidos durante o período de estudo, verificou-se que o ribeirão, ao avançar o perímetro urbano da cidade de Limeira, diminuiu sensivelmente sua qualidade**.**

Os pontos 1 e 2 ainda sofrem pouca influência da área urbana, não sendo constatado, alterações significativas nos parâmetros físico-químicos e ecotoxicológicos, apresentando baixos índices de toxicidade aguda e crônica, da água e do sedimento.

O ponto 3 apresentou baixa qualidade com relação aos parâmetros físico-químicos analisados durante o período de estudo e também relacionados aos parâmetros ecotoxicológicos, indicando alterações significativas, evidenciando, assim o aumento dos parâmetros físico-químicos a medida em que o ribeirão atravessa a área urbana.

O ponto 4 também apresenta baixa qualidade dos parâmetros físico-químicos e ecotoxicológicos, tanto da água quanto do sedimento, embora tenha uma pequena melhora dos parâmetros analisados com relação ao ponto 3.

Durante o período de estudo ocorreu uma melhora na qualidade da água e do sedimento do ribeirão Tatu com relação aos parâmetros físico-químicos e ecotoxicológicos avaliados. Durante e após o período de estudo a empresa responsável pela concessão dos serviços de água e esgoto do município Águas de Limeira vêm investindo na construção de emissários de esgoto com previsão de tratamento total do esgoto do município, além da recuperação e despoluição do ribeirão Tatu.

Considerando-se que o ribeirão Tatu é o principal curso d'água da cidade de Limeira e também efluente do rio Piracicaba, nota-se urgente importância na sua recuperação e

conscientização das empresas que descartam seus efluentes sem tratamento adequado, e ainda, o tratamento adequado dos efluentes domésticos que são descartados.

O resultado desta pesquisa pode contribuir para futuros estudos de recuperação da qualidade da água do ribeirão, bem como, na implantação e viabilização e melhoria de sistemas de tratamento de efluentes que são descartados sem o tratamento adequado.

A implantação de sistemas de monitoração e a preocupação com a disponibilidade de água de boa qualidade para a região seriam metas importantes da administração pública para mitigar danos ao sistema hídrico, além de práticas de educação ambiental junto à população.

Mais estudos devem ser feitos no sentido de caracterizar as áreas de maior impacto antropogênico para que sejam propostas medidas mitigadoras para melhoria do recurso hídrico em questão.

O conhecimento da qualidade dos recursos hídricos é essencial para o seu manejo, então se faz necessário a existência de índices demonstrativos da qualidade da água para que possa servir como informação para o público em geral para subsidiar atividades educativas e principalmente para o gerenciamento ambiental.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2003). *Ecotoxicologia aquática – Toxicidade Aguda* - Método de ensaio com *Daphnia spp* (Cladocera, Crustácea). NR 13373. p.12.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2003). *Ecotoxicologia aquática – Toxicidade Crônica* - Método de ensaio com *Ceriodaphnia spp* (Cladocera, Crustácea). NR 12713. p.12.

ALLAN, J. D. (1976). Life history patterns in zooplankton. *The American Naturalist.* v. 110, n. 917, p. 165-180.

ALVES, M. N. (1990). Aplicação de bioensaios bacterianos para determinação da toxicidade aguda de efluentes industriais e corpos d'água receptores. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Microbiologia. Universidade de são Paulo.

ANDREAZZA, V. C.; BROSSI, M. J.; CABRINI, M. C.; GEORGETTI, M. S.; FLAIG, V.; MIELKE, P. S.; OLIVEIRA-NETO, A. L.; ALMEIDA, G.; OLIVEIRA, A. C. (2004). Avaliação da toxicidade do sedimento do Ribeirão Tatu em Limeira-SP utilizando cladocera *Daphnia similis. VIII Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia*. B5 – 26, p. 49

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORK ASSOCIATION; WATWER POLLUTION CONTROL FEDERATION (1998). *Standard methods of the examination of water and wastewater.* 18.ed. New York, p.1268.

ASSMUTH, T.; PENTTILA, S. (1995). Characteristics, determinants and interpretations of acue lethality in daphnids exposed to complex wastes leachates. *Aquatic Toxicology*. V.31(x). p. 125-141.

ATTRILL, M. J. & DEPLEDGE, M. H. (1997). Community and population indicators of ecosystem health: targeting links between levels of biological organization. *Aquatic Toxicology;* V. 38; p. 183-97.

AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M (2003). As bases toxicológicas da ecotoxicologia. RiMa. São Carlos. São Paulo. p 340.

BERVOETS, L.; WILS, C.; VERHYEN, R. (1996). Tolerance of Chironomus riparius laevae (Diptera: Chironomidae) to salinity. *Arch. Environmental Contaminant Toxicology*. V.57, p.829-835.

BOHRER, M. B. C. (1995). *Biomonitoramento das lagoas de tratamento terciário do sistema de tratamento dos efluentes líquidos (SITEL) do Pólo Petroquímico do Sul, Triunfo, RS, através de comunidade zooplanctônica.* Tese de Doutorado.Universidade Federal de São Carlos.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. (1993). Manual de tratamento de águas residuárias industriais, CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Gr´fica e Editora Hamburg LTDA. São Paulo, p. 763.

BURTON, G. A. & DUTTKA, B. J. (1986).Toxicity testing using microorganisms. V.1. CRC Press Inc., Bcca Raton, Florida. Lewis Publishers.

BURTON, G. A. & MACPHERSON, C. (1994). Sediment toxicity issues and methods. *Handbook of Ecotoxicology*. Bcca Raton, Florida. Lewis Publishers, p. 2-71.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (1986). Desenvolvimento de métodos para o estabelecimento de critério ecotoxicológicos. São Paulo

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (1993). Água – Teste de toxicidade aguda com Daphnia similis claus. 1876[1] (Cladocera, crustácea). Método de ensaio. São Paulo. Norma Técnica L5.018.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL ((1996). Relatório da qualidade de águas interiores do estado de São Paulo, p. 285.

CHAPMAN, D. (1992). Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring, *WHO, UNEP*, London. P. 29

CHAPMAN, D. (1996). Presentation and interpretation of sediment quality triad data. *Ecotoxicol.*, V. 5, p. 327-39.

COSTA, J. B. & ESPÍNDOLA, E. L. G. (2000). Avaliação ecotoxicológica da água e sedimento em tributários do reservatório de Barra Bonita (Médio Tietê Superior, SP).). *Ecotoxicologia: Perspectivas para o século XXI*. São Carlos, RiMa, p. 75-93.

FONSECA, A. L. (1991). *A biologia das espécies Daphnia laevis, Ceriodaphnia silvestrii (Crustácea Cladocera) e Poecilia reticulada (Pisces Poecillidae) e o comportamento destes em testes de toxicidade aquática com efluentes industriais*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

GARD, M. F. (2002) Effects of sediment loads on the fish and invertebrates of a Sierra Nevada river, Califórnia. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery*. V. 9; p. 277-88.

GERSICH, F. M. & MILAZZO, D. P. (1986). The precision of daphnid (Daphnia magna Straus, 1820) static acute toxicity tests. *Arch. Environmental Contaminant Toxicology.* V. 13, p. 741-749.

GIESY, J. P.; HOKE, R. H. (1989). Freshwater sediment toxicity bioassesment: rationale for species selection and test design. *Journal of Great Lakes Research*. V. 15, n. 4, p. 539-569.

GUIMARÃES, J. R. (1990). *Determinação do dióxido de carbono por FIA: aplicação em testes de toxicidade*. Dissertação de mestrado. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas.

GUIMARÃES, J. R.; JARDIM, W. F. (1996). Estudo comparativo da toxidez aguda de combustíveis automotivos utilizando *Escherichia coli*. *Química Nova*, v.16, n.1, p. 28-31.

HOUK, V. S. (1992). The genotoxicity of industrial wastes and effluents – a review. *Mutation Research*, Amsterdan. V. 277, p. 91-138.

JUNGCLAUS, G. A. ; LOPEZ-ÁVILA, V.; HITES, R. A. (1978). Organic compound in a industrial wastewater: a case study of their environmental impacts. *Environmental Science Technology*. V. 12, p. 88-96.

KEITER, S.; RASTALL, A.; KOSMEHL, T.; WURM, K.; ERDINGER, L.; BRAUNBECK, T.; HOLLERT, H. (2006). Ecotoxicological assessment of sediment, suspended matter and water samples in the upper Danube river. *Environmental Science Pollution Researt*. V. 13 N. 5. p. 308-19.

KOSTANJSEK, R.; LAPANJE, A.; DROBNE,D.; PEROVIC, S.; PEROVIC, A.; ZIDAR, P.; STRUS, J.; HOLLERT,H.; KARAMAN, G. (2005) Bacterial community structure analysis to assess pollution of water and sediments in lake Shkodra/Skadar, Balkan Peninsula. *Environmental Science Pollut. Res*., V. 12 (6), p. 361-8.

LAITANO, K. S. & RESGALLA Jr., C. (2000) Uso de testes de toxicidade com larvas de Arbacia lixula e Juvenis de Metamysidopsis elongata atlântica na avaliação da qualidade dos Rios Camboriú e Itjaí-Açu (Santa Catarina). *Ecotoxicologia: Perspectivas para o século XXI*. São Carlos, RiMa, p. 29-42.

MARTINEZ-TABCHE, L.; ROMERO, M. S.; LOPEZ, L. E. (1999). Efecto tóxico Del DDT, clordano y agua de la represa Ignácio Ramirez (México) sobre *Daphnia magna (Crustácea: Daphnidae). Revista de Biologia Tropical.* V.47. N. 4 p. 681-90.

NIETO, R. (2000). Caracterização ecotoxicológica de efluentes líquidos industriais – ferrameta para ações de controle da poluição das águas. *XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental* - ABES. I p.067.

NIPPER, M. & CARR, R. (1998). Ecotoxicologia de sedimentos marinhos. *V Encontro Brasileiro de Ecotoxicologia*. Itajaí, Santa Catarina. Anais. p. 8.

OKAMURA, H.; LUO, R. & AOYAMA, I. (1996). Ecotoxity assessment of the aquatic Environmental around lake Kojimsa, *Japan. Environmental Toxicoloy and Water Quality: An International Journal.* V11, p. 213-221.

ONAGA, C. & MARTINS, R. H. O. (1998). Processo histórico da ocupação econômica na bacia hidrográfica da UHE Barra Bonita e suas conseqüências sobre o uso múltiplo do reservatório: Geração de Energia. *Casos de Gestão Ambiental. CETESB; SMA, Campinas; UNICAMP. Documentos Ambientais*. p. 5-30.

PARANAGUA, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; NOGUEIRA-PARANHOS, J. D.; SILVA, T. A.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (2005) Cladocerans (Branchiopoda) of a tropical stuary in Brasil. Brazilian Journal of Biology. V. 65. N. 1.

PASCHOAL, C. M. R. B. (2002). *Avaliação Ecotoxicológica de sedimento em reservatório da bacia do Rio Tietê, SP, com ênfase na aplicação do estudo de AIT – avaliação e identificação da toxicidade.* Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

PAULA, A. E.; FREIRE, R. R.; LEITE, M. A.; DORNFELD, C. B. (2006). *Bioensaios de toxicidade aguda com ceriodaphnia silvestrii no sedimento do Reservatório de Ilha Solteira-SP.* Anais do IX Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia, p. 31

PELÁEZ-RODRIGUES, M.; PERET, A. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (2000). Análise da qualidade da água e aplicação do Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) em duas sub-bacias da Bacia Hidrográgica do Rio Jacaré-Guaçu. *Ecotoxicologia: Perspectivas para o século XXI*. São Carlos, RiMa, p. 95- 114.

PORTELA, C. M. S.; ARENZON, A.; RAYA-RODRIGUES,M. T. (2006). Avaliação ecotoxicológica do sedimento do arroio Sapucaia, RS, Brasil, através de ensaios de toxicidade utilizando diferentes amostradores e organismos-teste. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol*. V. 1. N.2. p.119-22.

RAND, G. M. (1995). Fundamentals of aquatic toxicology: effects, environmental fate, and risk assessment. Flórida, Taylor & Francis.

RAND, G. M.; WELLS, P. G.; McCARTY, L. S. (1995) Fundamentals of aquatic toxicology: effects, enviromentals fate and risk assessment. *Introduction to Aquatic Toxicoloy*. P. 3-66.

RIBEIRO, L. R. & LAPOLLI, F. R. (2002) Avaliação do comportamento da *Daphnia magna* e *Vibrio fischeri* em efluentes domésticos desinfetado com dióxido de cloro (ClO_2*). VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. V.II, 046. ABES – Associação Brasileira de engenharia Sanitária e Ambiental.

RODGHER, S.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O.; FRACÁCIO, R.; PEREIRA, R. H. G. (2005). Limnological and ecotoxicological studies in the cascade of reservoirs in the Tiete river (São Paulo, Brazil). Brazilian Journal of Biology . v. 65; N. 4.

ROSS, P. E. & HENEBRY, M. S. (1989). Use of for microbial tests to assess the ecotoxicological hazard of contaminated sediments. *Toxicity Assessment: An International Journal.* V. 4. p. 1-21.

SANCHEZ, P. S.; SATO, M. I. Z.; PASCHOAL, C. M. R. B.; ALVES, M. N.; FURLAN, E. V.; MARTINS, M. T. (1988). Toxicity assessment of industrial effluentes from São Paulo State, Brazil, using short term microbial assays. *Toxicity Assessment: An International Journal.* V. 3. p. 55-80.

SAXENA, J. (1984). In vitro test systems for mutagenicity screening of environmental chemicals. *Revista de Microbiologia*, São Paulo, v. 15, p. 1-16.

SETAC – SOCIETY OF ENVIRONMENTAL, TOXICOLOGY AND CHEMISTRY (1993). Guidance document on sediment toxicity tests and bioassays for freshwater and marine environments. *Workshop on Sediement Toxicity Assessment.* The Netherlands. Edited by I. R. Hill, P. Martthiessen & F. Heimbach, p. 105.

SILVA, A. C.; SANT'ANNA Jr., G. L.; DEZOTTI, M.; CAMPOS, J. C.; RIBEIRO, G. F. (2002) Aplicação de Bioensaios para avaliação da toxicidade do chorume do aterro de Gramacho (RJ). *VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. V.II, 056. ABES – Associação Brasileira de engenharia Sanitária e Ambiental.

STEWART, J. A. & KONETSKY, B. K. (1998) Longevity and reproduction of Ceriodaphnia dubia in receiving watwers. *Arch. Environmental Contaminant Toxicology.* V. 17, n. 6, p. 1165-1171.

STAHL, R. G. Jr. (1991). The genetic toxicology of organic compounds in natural water and wastewater. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, New York, v. 22, p. 94-125.

TORRES, R. J. (2002).*Uma análise preliminar dos processo de dragagem do porto de Rio grande, RS.* Dissertação de Mestrado. Engenharia Oceânica. FURG. Rio Grande.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (1994). USEPA/600/r – 94-024. *Methods for measuring the toxicity and bioaccumulation of sediment associated contaminants with freshwatwe invertebrates*. Washington. D. C., p. 133.

VALENT, G. V.; SATO, M. I.Z.; COELHO, M. I. S.; COIMBRÃO, C. A.; SANCHEZ, P. S. (1993). Monitoring São Paulo State river in Brazil for mutagenic activity resing the Ames test. *Environmental Toxicoloy and Water Quality: An International Journal.* V8, p. 371-381.

VON SPERLING, M. (1996). Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. 2. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. V.1.

WHO. (1992). Mayor poisoning episodes environmental chemicals – *Environmental & Occupational Epidemiology Series*. Document Pep.

ZAGATTO, P. A. (1988). Sensibilidade de *Daphnia similis*: controle e qualidade de culturas. *Revista Ambiente*. V. 2, n. 2, p. 79-83.

ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E.; GHERARDI-GOLDSTEIN, E. (1988). Toxicidade de efluentes industriais da bacia do Rio Piracicaba. *Revista Ambiente*. V.2 n. 1, p. 39-42.

ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. (2006). Ecotoxicologia Aquática Princípios e Aplicações. RiMa. São Carlos. São Paulo, p. 478.

ZIOLLI, R. (1997). Avaliação da toxicidade por ensaios com organismos aquáticos. *TECNIA – Revista de Educação Tecnológica da ETFG*. V. 2(2), p. 148-151.

ZORATTO, A. C.; CONEGLIAN, C. M. R.; OLIVEIRA-NETO, A. L.; ALMEIDA, G.; OLIVEIRA, A. C. (2006). *Avaliação ecotoxicológica com Daphnia similis após biodegradação no solo de " landfarming" de resíduos de petróleo da REPLAN/Petrobrás*. Anais do IX Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia, p. 138.

8. ANEXOS

8.1. Registro dos dados analíticos

8.1.1. Resultados dos parâmetros físico-químicos das análises de amostra da água superficial do Ribeirão Tatu.

Tabela 3 - Valores da Temperatura em ^{o}C da água superficial do Ribeirão Tatu

	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Out/05	Nov/05	Dez/05	Jan/06	Fev/06	Mar/06
P 1	22,0	22,2	20,1	20,4	16,7	18,5	21,3	19,8	20,5	23,0	21,5	20,5
P 2	22,9	23,3	20,5	18,8	18,1	19,4	22,5	20,6	20,9	23,5	21,7	21,4
P 3	24,1	24,8	21,2	19,3	19,5	21,0	23,1	21,4	21,4	23,8	21,9	21,9
P 4	24,9	24,1	22,4	19,7	20,9	21,5	24,5	21,7	22,2	24,0	22,3	23,2

Tabela 4 - Valores do pH da água superficial do Ribeirão Tatu

	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Out/05	Nov/05	Dez/05	Jan/06	Fev/06	Mar/06
P 1	7,2	6,5	7,1	6,4	6,8	6,9	6,7	6,5	6,2	7,0	6,9	6,5
P 2	7,3	6,8	7,3	6,7	7,5	7,0	6,3	6,2	6,4	7,1	7,0	6,6
P 3	7,0	6,1	7,1	7,1	7,3	6,9	6,1	6,4	6,7	7,2	7,3	6,6
P 4	6,8	6,0	6,9	6,8	7,2	7,1	6,3	6,3	5,8	7,2	7,1	6,4

Tabela 5 - Valores do Oxigênio Dissolvido (OD) da superficial do Ribeirão Tatu

	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Out/05	Nov/05	Dez/05	Jan/06	Fev/06	Mar/06
P 1	5,23	6,37	4,43	5,14	3,96	1,08	5,21	4,94	1,47	6,75	4,83	3,72
P 2	3,68	6,07	4,35	4,99	4,17	1,68	4,08	3,47	0,16	6,25	3,28	3,37
P 3	2,04	2,74	0,39	3,18	2,12	1,52	2,70	0,85	0,06	4,30	1,69	0,65
P 4	0,96	1,55	0,10	1,92	0,11	0,82	1,06	0,63	0,01	3,40	1,39	0,10

Tabela 6 - Valores Condutividade da água superficial do Ribeirão Tatu

	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Out/05	Nov/05	Dez/05	Jan/06	Fev/06	Mar/06
P 1	136,6	53,3	161,6	181,6	240,2	463,2	406,0	329,0	460,0	186,1	128,0	144,3
P 2	136,8	51,4	172,8	189,1	261,6	444,3	434,0	304,0	482,0	189,0	545,0	147,0
P 3	221,0	104,1	276,8	333,9	536,4	632,2	521,0	396,0	562,0	246,0	199,0	264,0
P 4	259,0	146,2	316,4	365,5	618,1	793,1	674,0	635,0	705,0	260,0	328,0	339,0

Tabela 7 - Valores da Dureza da água superficial do Ribeirão Tatu

	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Out/05	Nov/05	Dez/05	Jan/06	Fev/06	Mar/06
P 1	53	68	70	70	72	185	160	105	168	85	98	121
P 2	68	70	72	75	86	175	140	95	174	92	105	132
P 3	88	104	94	150	144	250	240	142	184	107	114	142
P 4	56	124	96	128	226	360	310	210	196	118	126	190

Tabela 8 - Valores da Alcalinidade da água superficial do Ribeirão Tatu

	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Out/05	Nov/05	Dez/05	Jan/06	Fev/06	Mar/06
P 1	60	46	50	66	115	147	110	86	130	74	82	62
P 2	68	45	64	72	120	180	111	98	125	85	70	50
P 3	104	88	106	173	239	270	140	130	132	116	93	92
P 4	129	101	109	178	241	313	145	180	245	105	107	86

Tabela 9 - Valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) da água superficial do Ribeirão Tatu

	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	**Out/05**	**Nov/05**	**Dez/05**	**Jan/06**	**Fev/06**	**Mar/06**
P 1	21,3	7,2	2,2	22,0	23,7	31,0	33,2	66,7	95,2	23,3	16,2	43,1
P 2	21,8	10,9	12,9	18,3	21,0	45,0	46,7	72,5	83,4	30,4	17,3	40,7
P 3	42,6	28,7	14,4	16,9	25,0	95,0	55,0	95,0	160	58,0	27,0	93,0
P 4	44,2	54,8	22,7	27,8	24,6	72,0	76,6	126	124	43,2	39,4	95.2

Tabela 10 - Valores da Demanda Química de Oxigênio (DQO) da água superficial do Ribeirão Tatu

	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Out/05	Nov/05	Dez/05	Jan/06	Fev/06	Mar/06
P 1	52,5	21,4	39,1	90,3	46,3	50,1	47,2	110	156,2	115,2	54,3	76,2
P 2	36,5	24,1	36,1	150,8	121,1	63,5	56,1	77,1	193,4	126,6	63,7	72,6
P 3	57,4	85,3	131,2	336,2	295,5	376,0	67,1	388,0	307,0	219,4	77,0	85,4
P 4	81,7	92,7	122,9	268,3	336,6	405,0	89,2	395,1	224,0	239,8	146,2	182,0

8.1.2. Registro dos dados do teste de toxicidade aguda e crônica da água e do sedimento da margem coletados em diferentes pontos do Ribeirão Tatu.

Tabela 11 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referentes ao mês de março de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra	**Nº de organismos imóveis**			**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	2	1	3	6	40,0
Ponto 2	4	5	5	14	93,3
Ponto 3	5	5	5	15	100
Ponto 4	4	3	4	11	73,3

Tabela 12 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referentes ao mês de março de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra	**Nº de organismos imóveis**			**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	0	1	1	6,7
Ponto 3	0	0	0	0	0
Ponto 4	5	0	4	9	60,0

Tabela 13 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referentes ao mês de abril de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra	**Nº de organismos imóveis**			**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	2	2	13,3
Ponto 2	0	0	0	0	0
Ponto 3	4	3	3	10	66,7
Ponto 4	0	0	0	0	0

Tabela 14 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referentes ao mês de abril de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra	**Nº de organismos imóveis**			**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	1	3	3	7	46,7
Ponto 2	0	0	0	0	0
Ponto 3	0	0	0	0	0
Ponto 4	0	0	0	0	0

Tabela 15 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de maio de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	0	0	0	0
Ponto 3	0	0	0	0	0
Ponto 4	0	0	0	0	0

Tabela 16 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento referente ao mês de maio de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	2	0	1	3	20,0
Ponto 2	0	0	0	0	0
Ponto 3	0	0	0	0	0
Ponto 4	4	0	0	0	0

Tabela 17 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de junho de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	1	0	1	6,7
Ponto 2	0	2	1	3	20,0
Ponto 3	4	3	5	12	80,0
Ponto 4	1	0	2	3	20,0

Tabela 18 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de junho de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	1	0	0	1	6,7
Ponto 3	3	2	1	6	40,0
Ponto 4	1	0	1	2	13,3

Tabela 19 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de julho de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	0	0	0	0
Ponto 3	5	5	4	14	93,3
Ponto 4	3	2	5	10	66,7

Tabela 20 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de julho de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	0	0	0	0
Ponto 3	0	0	0	0	0
Ponto 4	0	0	0	0	0

Tabela 21 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de agosto de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	0	0	0	0
Ponto 3	0	0	0	0	0
Ponto 4	3	0	0	3	20,0

Tabela 22 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de agosto de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	2	0	2	13,3
Ponto 3	1	0	0	1	6,7
Ponto 4	0	0	0	0	0

Tabela 23 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de outubro de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	0	0	0	0
Ponto 3	0	0	0	0	0
Ponto 4	0	0	0	0	0

Tabela 24 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de outubro de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	0	0	0	0
Ponto 3	0	0	0	0	0
Ponto 4	0	0	0	0	0

Tabela 25 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de novembro de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	4	3	2	9	60,0
Ponto 3	1	1	1	3	20,0
Ponto 4	2	1	1	4	26,7

Tabela 26 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de novembro de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	2	0	1	3	20,0
Ponto 3	2	2	0	4	26,7
Ponto 4	0	0	0	0	0

Tabela 27 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de dezembro de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	2	0	0	2	13,3
Ponto 2	0	1	1	2	13,3
Ponto 3	1	2	2	5	33,3
Ponto 4	1	1	3	5	33,3

Tabela 28 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de dezembro de 2005

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	3	3	20,0
Ponto 2	0	0	1	1	6,7
Ponto 3	0	1	0	1	6,7
Ponto 4	0	0	0	0	0

Tabela 29 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de janeiro de 2006

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	1	1	2	13,3
Ponto 3	0	2	1	3	20,0
Ponto 4	0	1	2	3	20,0

Tabela 30 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de janeiro de 2006

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	0	2	2	13,3
Ponto 3	1	0	1	2	13,3
Ponto 4	0	0	0	0	0

Tabela 31 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de fevereiro de 2006

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	1	0	1	6,7
Ponto 3	2	0	1	3	20,0
Ponto 4	0	2	2	4	26,7

Tabela 32 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de fevereiro de 2006

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	0	1	1	6,7
Ponto 3	0	1	0	0	6,7
Ponto 4	0	0	0	0	0

Tabela 33 - Resultados do teste de toxicidade aguda da água superficial, referente ao mês de março de 2006

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	1	0	1	6,7
Ponto 2	2	0	2	4	26,7
Ponto 3	1	2	1	4	26,7
Ponto 4	0	1	2	3	20,0

Tabela 34 - Resultados do teste de toxicidade aguda do sedimento, referente ao mês de março de 2006

RESULTADO DO TESTE AGUDO					
Amostra		**Nº de organismos imóveis**		**imobilidade**	
	1	**2**	**3**	**total**	**%**
Controle	0	0	0	0	0
Ponto 1	0	0	0	0	0
Ponto 2	0	0	0	0	0
Ponto 3	1	0	0	1	6,7
Ponto 4	0	0	1	1	6,7

Tabela 35 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de maio de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	7,02	162,4	52
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,6	7,88	156,6	59
	4.º	2	1	0	1	0	2	0	2	0	1	7,2	8,51	131,4	59
	6.º	2	5	3	3	2	4	3	3	3	3	6.8	8,20	158,4	68
	8.º	7	6	9	8	13	11	10	7	9	9	6,9	9,44	161,8	65
	T	11	12	12	12	15	17	13	12	12	13				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,1	4,43	161,6	70
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	6,66	153,4	72
	4.º	2	0	0	2	1	1	0	2	0	1	7,0	7,15	162,4	74
	6.º	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	7,1	6,91	162,2	74
	8.º	6	8	8	10	9	9	9	7	8	8	6,9	6,63	158,9	81
	T	11	12	10	14	12	13	12	12	11	12				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	4,35	172,8	72
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	6,98	168,4	80
	4.º	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	6,9	7,32	160,2	85
	6.º	2	0	4	2	4	0	3	0	0	1	6,7	7,63	171.4	55
	8.º	10	0	6	9	7	0	6	0	0	6	7,1	7,02	177,4	71
	T	12	0	10	11	13	0	11	0	0	7				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,1	0,39	276,8	94
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	5,88	271,5	92
	4.º	0	1	0	2	2	0	0	1	1	0	7,0	6,02	256,4	88
	6.º	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	6,9	7,32	288,4	96
	8.º	2	1	0	3	3	0	0	0	1	0	6,8	7,56	236,6	102
	T	3	2	0	6	6	0	0	2	3	0				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	0,10	316,4	96
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	4,25	309,5	92
	4.º	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	6.9	5,21	298,7	52
	6.º	0	4	5	5	5	0	5	3	3	5	6,8	4,02	302,5	51
	8.º	0	7	6	7	6	0	5	4	6	7	7,0	4.12	318,6	88
	T	0	12	11	12	12	0	11	7	9	13				

Tabela 36 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de maio de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica

amostra	dia	réplicas										pH	OD	Cond.	Dureza
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	7,02	162,4	52
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,6	7,88	156,6	59
	4.º	0	0	3	2	4	3	0	2	5	2	7,2	8,51	131,4	59
	6.º	0	6	8	5	6	8	7	5	9	8	6,8	8,20	158,4	68
	8.º	9	9	8	7	9	10	9	11	15	9	6,9	9,44	161,8	65
	T	9	15	19	14	19	21	16	18	29	19				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	6,56	176,5	59
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	7,42	159,8	49
	4.º	3	2	0	5	4	2	2	3	2	0	6,9	9,02	133,7	45
	6.º	9	8	8	5	7	5	6	8	9	8	6,2	8,21	161,2	36
	8.º	11	9	8	4	7	6	5	8	6	9	6,5	9,04	170,6	66
	T	23	19	16	14	18	13	13	19	17	17				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5	6,82	252,2	59
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	6,95	225,5	62
	4.º	0	1	0	2	0	2	0	3	2	1	7,6	7,95	202,6	76
	6.º	4	6	7	5	4	5	8	5	6	4	7,6	7,99	204,5	71
	8.º	8	7	8	9	8	5	9	5	8	10	7,5	9,26	231,2	102
	T	12	14	15	16	12	12	17	13	16	15				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5	5,00	199,3	61
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5	7,01	175,5	59
	4.º	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	7,2	7,52	178,1	56
	6.º	0	0	3	0	4	0	0	2	2	0	7,1	6,92	179,7	70
	8.º	0	0	4	0	5	0	0	5	4	0	7,8	8,22	222,2	82
	T	0	0	8	0	10	0	0	7	8	0				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5	5,26	192,2	61
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5	7,22	172,5	58
	4.º	0	1	0	1	1	2	3	2	1	0	7,2	7,15	178,5	56
	6.º	0	1	0	2	2	2	3	2	1	0	7,1	6,82	188,7	72
	8.º	0	2	0	2	2	2	3	3	3	0	7,8	7,72	201,0	78
	T	0	4	0	5	5	6	9	7	5	0				

Tabela 37 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de junho de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,51	7,11	163,5	61
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,82	7,45	151,1	63
	4.º	2	1	0	1	2	3	0	2	1	2	7,99	8,12	132,2	45
	6.º	6	4	8	5	9	5	8	7	4	7	7,45	9,02	151,2	51
	8.º	11	19	18	15	14	11	9	8	9	14	7,66	7,01	142,2	53
	T	19	24	26	21	25	19	17	17	14	23				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,18	5,14	181,6	70
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,10	6,45	175,2	73
	4.º	2	1	0	1	2	0	2	0	3	5	7,01	7,12	176,3	81
	6.º	10	8	4	8	5	6	4	5	5	6	7,25	7,02	195.2	52
	8.º	8	7	5	9	8	8	9	7	7	6	7,71	6,96	205.1	56
	T	20	16	9	18	15	14	15	12	15	17				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,29	4,99	189,1	75
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,78	5,07	162.1	81
	4.º	1	1	0	2	0	1	1	2	0	0	7,81	7,15	170.5	89
	6.º	3	4	3	5	3	2	5	2	5	6	7,12	6,12	197,7	59
	8.º	8	9	7	10	11	9	8	5	7	8	7,56	6,99	198,9	82
	T	12	14	9	17	14	12	14	9	12	14				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,02	3,18	333,9	150
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,32	4,99	302,2	112
	4.º	0	0	2	1	0	0	1	2	3	1	7,25	6,02	297,5	92
	6.º	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	6,89	7,45	311,5	85
	8.º	0	0	2	1	1	0	0	2	2	3	7,56	7,05	298,1	52
	T														
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,77	1,92	365,5	128
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,98	5,05	305,4	145
	4.º	0	1	0	2	0	2	0	2	0	1	7,05	6,32	236,2	123
	6.º	0	2	0	1	1	2	1	2	0	2	7,15	7,45	345,5	98
	8.º	0	4	0	3	5	4	3	5	0	5	7,45	6,99	374,2	102
	T	0	7	0	6	6	8	4	9	0	8				

Tabela 38 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de junho de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,51	7,11	163,5	61
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,82	7,45	151,1	63
	4.º	3	2	3	5	3	4	5	2	1	3	7,99	8,12	132,2	45
	6.º	10	9	5	2	11	7	8	8	6	5	7,45	9,02	151,2	51
	8.º	11	12	8	6	9	8	9	9	7	9	7,66	7,01	142,2	53
	T	24	23	16	13	24	19	22	19	14	17				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,52	7,02	175,5	54
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,12	7,22	163,7	62
	4.º	0	3	0	2	0	0	3	0	1	2	7,05	9,00	140,1	43
	6.º	3	1	5	3	6	5	4	6	8	7	6,56	8,25	162,6	28
	8.º	9	6	5	6	4	4	2	5	5	3	6,95	9,78	169,8	47
	T	12	10	10	11	10	9	9	11	14	12				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,48	6,25	289,9	51
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,55	6,85	220,3	62
	4.º	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	7,25	7,98	202,2	76
	6.º	3	4	2	0	3	2	0	4	1	2	7,56	7,71	211,5	71
	8.º	10	8	9	0	6	8	0	10	8	9	7,60	9,02	245,4	102
	T	13	13	11	0	9	11	0	16	9	11				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,22	5,76	183,6	57
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,01	6,96	144,4	51
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,25	7,25	158,1	56
	6.º	4	5	0	3	2	2	3	2	0	4	7,31	6,66	181,5	72
	8.º	6	7	0	5	7	5	4	5	0	7	7,98	7,95	210,3	86
	T	10	12	0	8	9	7	7	7	0	11				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,55	5,99	179,9	63
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,23	6,32	154,5	59
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,45	7,01	188,1	56
	6.º	6	3	2	0	0	3	0	3	2	2	7,33	6,85	168,7	72
	8.º	6	4	5	0	0	8	0	9	7	9	7,74	7,89	211,4	81
	T	12	7	7	0	0	11	0	12	9	11				

Tabela 39 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de julho de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,10	7,56	168,2	56
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,02	7,92	170,2	59
	4.º	0	2	0	0	3	3	2	0	2	3	7,25	7,99	175,2	44
	6.º	1	2	0	2	3	2	5	3	2	6	7,52	8,02	201,1	55
	8.º	9	8	0	5	4	5	6	7	7	9	7,70	8,65	211,1	59
	T	10	12	0	7	10	10	13	10	11	18				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,76	3,96	240,2	72
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,95	4,02	203,2	76
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,97	5,45	195,5	71
	6.º	4	0	4	0	0	0	5	3	6	6	7,01	7,88	152,2	68
	8.º	8	5	7	4	9	0	6	3	8	3	6,85	6,52	189,3	88
	T	12	5	11	4	9	0	10	6	14	9				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,46	4,17	261,6	86
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,56	5,25	241,5	101
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,50	6,48	220,5	78
	6.º	3	3	4	3	5	4	2	5	5	1	7,56	7,22	262,5	74
	8.º	8	7	7	9	10	9	10	7	8	7	7,45	7,65	185,2	76
	T	11	10	11	12	15	13	12	12	13	8				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,25	2,12	536,4	144
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,32	3,01	356,5	122
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,30	5,56	295,4	95
	6.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,65	6,08	230,2	90
	8.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,72	7,98	198,8	75
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,20	0,11	618,1	226
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,31	2,32	456,5	102
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.85	4,75	256,5	95
	6.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,40	6,52	125,8	98
	8.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,29	7,56	231,7	94
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Tabela 40 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de julho de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica

amostra	dia	réplicas										pH	OD	Cond.	Dureza
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,10	7,56	168,2	56
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,02	7,92	170,2	59
	4.º	0	2	0	0	0	2	2	3	2	1	7,25	7,99	175,2	44
	6.º	1	2	0	1	4	2	3	2	3	2	7,52	8,02	201,1	55
	8.º	9	8	0	4	8	7	5	7	7	8	7,70	8,65	211,1	59
	T	10	12	0	5	12	11	10	12	12	11				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,68	6,95	175,2	59
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,26	7,05	168,4	56
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,88	7,11	145,2	52
	6.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,02	6,95	165,4	43
	8.º	0	2	4	3	2	0	0	0	0	6	7,15	7,05	159,8	58
	T	0	2	4	3	2	0	0	0	0	6				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,25	6,02	178,5	62
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,21	6,15	165,4	58
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7,45	6,59	154,6	75
	6.º	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7,54	7,05	164,2	74
	8.º	0	3	3	0	0	0	2	0	0	0	7,45	8,56	181,4	95
	T	0	3	3	0	0	0	2	0	0	0				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,52	6,05	182,5	85
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,45	5,56	188,9	75
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,14	6,05	209,5	79
	6.º	0	4	5	3	3	4	5	0	2	2	7,02	6,25	198,7	81
	8.º	6	8	3	6	2	5	2	0	6	3	7,25	6,85	189,4	75
	T	6	12	8	9	5	9	7	0	8	5				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,45	6,02	289,5	156
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,28	7,25	270,4	125
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,35	7,15	210,5	106
	6.º	0	2	4	6	2	3	2	3	2	0	7,81	7,98	178,4	125
	8.º	0	6	3	3	2	8	5	3	3	3	7,56	8,02	198,7	102
	T	0	8	7	9	4	11	7	6	5	3				

Tabela 41 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de agosto de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,45	7,14	175,7	61
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,56	7,98	165,9	64
	4.º	0	2	0	2	0	1	2	1	2	0	7,52	8,25	145,2	56
	6.º	2	3	5	2	3	5	4	2	3	5	7,61	9,56	135,8	59
	8.º	8	6	2	5	8	10	9	8	7	8	7,35	7,45	145,5	60
	T	10	11	7	9	11	16	15	11	12	13				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,90	1,08	463,2	185
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,05	4,05	325,2	145
	4.º	0	0	0	2	0	2	2	0	2	2	7,14	5,17	314,9	123
	6.º	2	6	3	4	6	4	6	3	3	3	7,02	6,05	298,8	115
	8.º	9	3	8	4	6	6	8	6	5	6	7,15	6,02	287,5	125
	T	11	9	11	10	12	12	16	9	10	11				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,02	1,68	444,3	175
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,14	2,89	318,5	114
	4.º	2	0	0	0	1	2	2	2	0	0	7,21	3,89	295,4	106
	6.º	7	0	3	0	3	7	3	7	4	7	7,05	4,56	206,3	110
	8.º	4	4	9	0	6	8	9	11	10	7	7,15	6,75	214,5	118
	T	13	4	12	0	10	17	14	20	14	14				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,96	1,52	632,2	250
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,05	1,95	322,5	202
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,15	3,45	301,8	145
	6.º	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	7,52	4,98	245,7	175
	8.º	0	0	0	3	1	3	0	0	1	0	7,08	6,85	205,7	104
	T	0	0	0	4	1	5	0	0	2	0				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,04	0,82	793,1	360
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,25	2,20	485,5	259
	4.º	0	2	1	0	2	1	0	1	0	1	7,45	2,75	295,4	245
	6.º	0	1	3	3	3	3	3	4	1	2	7,14	3,45	256,5	214
	8.º	0	6	4	6	3	7	8	10	2	4	7,25	4,05	298,7	189
	T	0	9	8	8	8	11	11	15	3	7				

Tabela 42 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de agosto de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,45	7,14	175,7	61
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,56	7,98	165,9	64
	4.º	0	2	0	2	1	0	1	2	0	1	7,52	8,25	145,2	56
	6.º	1	2	3	3	2	0	2	3	2	3	7,61	9,56	135,8	59
	8.º	1	3	4	5	5	0	5	5	5	6	7,35	7,45	145,5	60
	T	2	6	6	10	8	0	8	10	7	10				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,02	5,35	128,3	75
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,14	7,18	108,9	69
	4.º	0	0	2	1	3	0	1	0	2	1	7,52	7,72	102,4	54
	6.º	3	0	1	3	1	1	1	0	1	1	7,25	8,16	105,2	51
	8.º	2	3	2	3	4	4	2	0	1	2	7,32	8,72	145,6	50
	T	5	3	5	7	8	5	4	0	4	4				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,14	6,33	228,1	81
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,00	7,41	197,9	84
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,98	8,06	253,6	92
	6.º	0	2	1	2	0	1	1	0	2	3	6,87	8,12	288,8	65
	8.º	0	10	6	9	0	6	7	0	4	5	7,05	7,50	202,1	71
	T	0	12	7	11	0	7	8	0	6	8				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,25	5,62	302,5	94
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,48	6,23	356,4	91
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,88	7,54	312,6	89
	6.º	3	3	1	3	3	5	1	4	6	3	7,76	7,82	265,8	92
	8.º	6	8	7	5	9	7	4	6	12	6	7,52	6,38	198,7	77
	T	9	11	8	9	12	12	5	10	18	9				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,02	5,47	356,8	83
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,14	6,89	299,7	87
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,32	7,25	289,3	81
	6.º	1	0	3	3	3	0	0	0	4	0	7,06	7,12	302,6	83
	8.º	6	0	6	3	3	3	1	0	4	6	7,12	8,40	229,7	90
	T	7	0	9	6	6	3	1	0	8	6				

Tabela 43 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de outubro de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	7,48	207,2	62
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	7,39	178,4	65
	4.º	4	0	0	0	2	1	0	1	0	6	7	7,21	189,7	64
	6.º	6	4	5	4	3	4	6	6	4	3	7,2	7,18	156,7	68
	8.º	4	8	6	8	9	7	9	11	12	9	6,8	6,98	188,2	61
	T	14	12	11	12	14	12	15	17	16	18				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	5,02	397,5	160
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	6,15	358,7	148
	4.º	0	0	1	1	0	0	0	2	0	1	7	6,58	305,2	122
	6.º	0	2	2	1	2	1	3	4	2	2	6,8	5,52	288,3	95
	8.º	0	4	3	2	3	2	4	6	5	4	6,9	5,96	227,5	72
	T	0	6	6	4	6	3	7	12	7	7				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	4,17	429,1	140
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	5,25	358,2	95
	4.º	0	5	0	2	0	2	1	1	1	2	7,1	6,02	305,5	68
	6.º	0	7	2	4	0	4	7	6	4	8	7,1	5,59	258,4	72
	8.º	0	4	4	10	0	8	9	8	6	6	7	5,48	221,2	67
	T	0	16	6	16	0	14	17	15	11	16				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,4	0,25	507,4	240
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	2,08	421,2	128
	4.º	3	2	0	2	1	1	3	1	0	0	7	4,28	308,7	114
	6.º	4	3	0	4	5	4	6	5	0	0	7,1	5,05	256,7	85
	8.º	6	7	0	6	3	6	2	6	0	0	6,9	5,48	308,1	75
	T	13	12	0	12	9	11	11	12	0	0				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	0,11	577,1	310
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	2,25	527,2	268
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	3,25	451,5	157
	6.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	4,66	484,4	98
	8.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,1	4,68	322,1	105
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Tabela 44 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de outubro de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,7	6,65	213,1	69
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	6,84	205,4	71
	4.º	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	6,9	5,47	168,4	67
	6.º	4	7	3	6	5	6	9	10	8	7	7,2	5,88	175,5	64
	8.º	7	6	5	6	7	8	6	4	6	8	7,1	5,24	145,4	67
	T	12	13	8	12	12	14	16	14	14	15				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	4,28	301,2	72
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,7	4,68	324,1	76
	4.º	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	7	5,02	244,7	68
	6.º	4	3	8	4	7	6	5	4	3	6	7,2	4,85	211,8	69
	8.º	2	9	8	6	6	9	8	9	8	6	7,6	4,23	197,8	75
	T	6	12	16	12	15	15	15	13	11	12				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	5,05	287,4	85
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	4,28	268,7	78
	4.º	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6,6	4,03	214,8	71
	6.º	0	0	4	7	3	4	5	3	6	5	6,2	3,98	211,7	68
	8.º	0	0	4	6	3	2	4	2	4	3	6,1	4,85	155,7	62
	T	0	0	8	13	6	6	11	6	10	8				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	5,02	325,4	155
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,7	5,65	307,4	124
	4.º	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	6,9	4,68	258,7	108
	6.º	2	3	4	2	3	0	0	4	5	3	6,2	4,89	224,8	98
	8.º	5	6	6	5	5	0	0	3	4	6	6,6	4,99	157,7	75
	T	7	9	10	7	9	0	0	7	9	10				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,2	4,98	225,4	188
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	4,25	228,7	145
	4.º	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	7	4,22	224,0	106
	6.º	0	0	2	3	2	0	2	2	3	1	6,9	4,57	158,7	98
	8.º	0	0	2	4	1	0	4	3	4	4	6,8	3,87	148,7	81
	T	0	0	4	7	3	0	6	5	9	7				

Tabela 45 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de novembro de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	7,2	185,4	74
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	7,1	147,8	71
	4.º	2	2	3	2	2	3	2	1	2	1	7,2	6,9	158,7	69
	6.º	12	6	7	5	8	9	7	6	7	8	7,4	6,8	123,6	66
	8.º	11	12	9	10	9	12	11	10	11	10	7,3	7	122,7	59
	T	25	20	20	17	19	24	20	17	20	19				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	5,05	344,7	98
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5	4,58	258,4	91
	4.º	9	8	0	7	8	7	6	4	9	2	6,9	5,56	214,9	85
	6.º	4	3	2	3	2	2	3	2	2	1	6,9	5,02	168,7	72
	8.º	7	10	9	6	8	9	4	6	7	10	7	5,60	197,4	69
	T	20	21	11	16	18	18	13	12	18	13				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,2	4,02	405,5	84
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	4,58	322,4	82
	4.º	6	9	6	4	3	4	2	5	4	2	6,6	5,25	235,7	74
	6.º	4	5	5	7	6	7	8	7	6	5	6,9	5,54	204,7	72
	8.º	6	5	10	8	9	9	6	9	8	7	6,8	6,14	198,2	67
	T	16	19	21	19	18	20	16	21	18	14				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,7	1,02	354,7	128
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	2,85	265,4	109
	4.º	5	1	2	4	0	0	2	3	4	2	7,1	3,54	221,7	95
	6.º	6	4	3	8	0	0	4	4	6	4	6,9	3,96	198,2	79
	8.º	6	5	4	2	0	0	6	5	7	9	7	4,35	154,4	72
	T	17	10	9	14	0	0	12	12	17	15				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,1	0,88	588,4	168
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,4	1,65	325,7	156
	4.º	1	2	1	0	0	5	0	0	0	0	6,8	2,95	211,7	147
	6.º	4	5	4	7	6	8	4	4	3	5	6,9	4,25	205,4	128
	8.º	6	7	8	10	10	8	7	9	10	6	6,6	5,13	195,7	95
	T	11	14	13	17	16	21	11	13	13	11				

Tabela 46 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de novembro de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	4,21	189,4	71
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	4,68	175,3	69
	4.º	4	6	8	5	6	7	8	9	6	7	6,7	5,25	156,2	66
	6.º	10	9	8	10	9	7	9	11	8	10	7,2	3,65	144,8	58
	8.º	13	12	8	12	14	7	10	12	12	13	6,9	5,02	135,7	68
	T	27	27	24	27	29	21	27	32	26	30				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,7	5,24	208,7	68
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	5,14	204,4	59
	4.º	1	6	1	1	1	4	17	6	4	6	7,2	4,28	214,7	62
	6.º	10	8	9	10	7	8	4	5	7	8	7,4	4,68	168,7	64
	8.º	10	9	10	6	7	9	9	6	7	8	7,2	6,05	158,4	59
	T	21	23	20	17	15	21	30	17	18	22				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5	4,01	258,4	75
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,4	3,68	205,7	72
	4.º	2	4	4	3	6	0	1	5	3	1	6,9	5,01	201,1	70
	6.º	6	7	4	3	4	6	5	3	2	2	7,2	4,17	168,9	69
	8.º	7	6	5	6	7	9	7	9	6	7	6,9	3,84	198,7	66
	T	15	17	13	12	17	15	13	17	11	10				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5	4,58	195,4	88
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,7	4,35	168,7	76
	4.º	7	0	3	2	3	2	6	3	4	0	6,8	4,87	154,1	72
	6.º	5	3	6	4	4	2	3	7	6	0	7,2	3,85	154,7	69
	8.º	4	5	10	8	6	7	6	8	7	0	7	4,08	168,9	62
	T	16	8	19	14	13	11	15	18	17	0				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,2	3,28	204,7	96
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,4	4,01	198,1	88
	4.º	2	2	3	4	5	0	4	6	2	0	6,9	4,25	208,3	72
	6.º	6	8	6	7	5	0	5	6	8	0	6,5	3,98	185,4	70
	8.º	8	10	8	9	8	0	6	4	7	0	6,7	4,57	156,4	69
	T	16	20	17	20	18	0	15	16	17	0				

Tabela 47 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de dezembro de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	6,05	189,4	71
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,1	6,87	174,5	75
	4.º	8	10	9	6	9	11	7	9	6	12	7,4	4,28	168,7	79
	6.º	9	12	6	7	9	12	10	9	11	9	6,9	4,57	162,4	82
	8.º	13	12	7	9	10	12	13	9	9	11	7	4,97	169,7	74
	T	30	34	22	22	28	35	30	27	26	32				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,4	2,25	456,7	159
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	2,97	385,7	122
	4.º	2	1	1	6	7	6	9	8	7	5	6,9	3,56	328,4	95
	6.º	6	6	7	9	8	7	6	8	9	8	6,3	4,05	258,4	92
	8.º	7	6	4	8	8	9	7	8	9	7	6,8	4,96	203,6	85
	T	15	13	12	23	23	22	22	24	25	20				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5	0,65	467,3	162
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,7	2,05	422,1	126
	4.º	1	3	3	4	6	4	6	7	5	3	6,8	3,47	385,4	97
	6.º	4	3	2	4	6	4	3	4	4	3	6,8	3,98	368,7	85
	8.º	6	2	3	5	7	6	6	3	2	4	7,2	4,08	288,7	92
	T	11	8	5	13	19	14	15	14	11	10				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,78	554,3	175
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	2,45	484,4	158
	4.º	0	0	0	0	3	4	2	0	3	2	6,8	2,97	425,4	140
	6.º	4	0	0	3	5	3	2	0	3	3	6,9	3,04	385,7	95
	8.º	3	0	0	3	5	5	4	0	6	5	7,3	3,08	265,7	75
	T	7	0	0	6	13	12	8	0	12	10				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,2	0,12	689,7	185
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	1,87	458,1	145
	4.º	0	0	3	4	0	4	2	3	0	0	6,8	2,56	355,4	128
	6.º	0	4	4	5	0	6	3	4	0	0	6,6	3,87	214,4	95
	8.º	0	6	5	7	0	5	3	3	0	0	6,9	3,91	205,4	82
	T	0	10	12	16	0	15	8	10	0	0				

Tabela 48 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de dezembro de 2005

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	6,35	245,6	68
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	6,24	214,7	69
	4.º	4	6	7	5	4	5	7	9	8	7	7,2	6,87	204,8	65
	6.º	7	9	10	7	9	10	7	8	9	9	7,1	6,91	254,4	56
	8.º	8	9	10	9	9	11	12	12	10	11	6,7	6,28	224,3	62
	T	19	24	27	21	22	26	26	29	27	27				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	5,47	287,4	72
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5,28	269,7	69
	4.º	6	4	5	6	3	6	4	3	2	5	6,6	6,05	289,2	65
	6.º	7	9	8	6	4	6	9	7	10	9	6,8	6,22	224,1	62
	8.º	12	14	7	9	7	9	10	9	7	10	6,9	5,32	198,9	60
	T	25	27	20	21	14	21	23	19	19	24				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,2	4,89	298,5	82
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5	4,98	268,7	75
	4.º	4	6	3	5	3	4	4	6	5	4	6,8	6,02	257,4	71
	6.º	6	7	4	5	6	5	7	9	4	7	6,7	5,66	224,7	68
	8.º	8	7	4	4	5	6	7	7	4	7	7	5,27	195,1	62
	T	18	20	11	14	14	15	18	22	13	18				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	3,85	245,8	95
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	4,08	254,1	88
	4.º	2	0	0	0	2	3	4	3	0	0	6,6	4,68	235,4	75
	6.º	2	0	0	0	3	4	4	2	0	0	7,2	4,37	206,5	71
	8.º	2	0	0	0	3	3	4	3	0	0	7,3	3,26	201,2	70
	T	6	0	0	0	8	10	12	8	0	0				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	4,66	224,5	85
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	4,98	254,4	72
	4.º	0	2	0	2	3	0	0	0	3	0	6,6	5,02	205,4	70
	6.º	0	3	0	3	4	0	0	0	4	0	6,4	4,07	257,4	69
	8.º	0	4	0	5	6	0	0	0	5	0	6,8	3,58	235,4	74
	T	0	9	0	10	13	0	0	0	12	0				

Tabela 49 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de janeiro de 2006

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6,89	175,4	68
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	6,99	168,7	66
	4.º	4	6	8	3	5	6	7	6	8	3	7	6,78	164,7	62
	6.º	9	8	10	12	10	9	7	11	10	8	6,9	7,08	165,7	59
	8.º	11	10	14	12	11	8	8	11	9	8	7,4	7,05	135,4	62
	T	23	24	32	27	26	23	22	28	27	19				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	6,99	186,5	85
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	6,87	158,7	78
	4.º	4	5	4	7	9	5	3	5	4	7	7	5,82	147,8	75
	6.º	8	7	9	6	6	8	9	8	8	7	7,2	5,47	168,7	82
	8.º	9	8	10	9	8	8	9	11	10	8	6,9	5,98	189,7	86
	T	21	20	21	22	23	21	21	24	22	22				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	6,74	189,4	89
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	6,85	178,4	75
	4.º	4	5	4	2	5	4	5	4	6	2	6,9	6,77	175,7	71
	6.º	8	7	7	9	8	7	5	4	5	8	6,8	5,48	152,4	68
	8.º	9	10	11	9	8	9	11	10	12	11	6,8	4,85	135,7	69
	T	21	22	22	20	21	20	21	18	23	21				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	5,28	249.8	91
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5	6,27	225,9	88
	4.º	6	7	6	5	6	2	6	5	6	4	6,8	6,87	213,5	82
	6.º	8	9	7	8	5	9	6	8	8	9	6,6	6,22	187,5	74
	8.º	6	7	6	9	8	5	8	6	5	8	6,9	5,84	175,1	69
	T	20	23	19	22	19	16	20	19	19	21				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	4,20	248,9	102
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,1	4,85	235,7	97
	4.º	3	2	3	1	3	4	3	2	2	1	7,6,6	5,02	224,7	92
	6.º	4	5	4	3	2	3	2	2	4	1	6,8	5,47	138,6	88
	8.º	3	4	3	2	3	2	2	2	3	1	6,9	5,24	125,8	75
	T	10	11	10	6	8	9	7	6	9	3				

Tabela 50 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de janeiro de 2006

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	6,45	187,4	71
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	6,87	168,4	69
	4.º	6	9	10	5	8	9	11	12	11	13	7,1	6,45	169,7	66
	6.º	8	9	6	9	8	8	9	10	8	9	6,9	6,28	125,9	72
	8.º	11	15	10	11	8	9	7	11	14	15	6,7	5,84	138,5	68
	T	25	33	26	25	24	26	27	33	33	37				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	6,05	198,2	82
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	6,54	168,7	75
	4.º	5	6	5	2	5	2	6	8	6	4	6,8	6,97	154,9	78
	6.º	6	7	6	8	6	9	9	7	5	8	6,9	7,02	162,7	68
	8.º	8	9	5	9	8	11	10	8	6	8	7	6,58	154,8	69
	T	19	22	16	19	19	22	25	23	17	20				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	6,41	498,2	76
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,1	6,28	185,4	74
	4.º	4	5	6	6	5	6	8	6	5	6	6,9	6,87	161,3	70
	6.º	6	8	6	9	8	7	2	5	8	6	6,6	4,05	147,9	62
	8.º	5	8	8	7	9	5	8	8	6	7	6,9	5,24	204,8	74
	T	15	21	20	22	22	18	18	19	19	19				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	6,84	197,5	95
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	6,87	205,4	85
	4.º	2	3	2	3	4	5	0	3	2	0	6,9	6,24	224,1	71
	6.º	5	4	2	5	2	3	0	4	2	0	7	6,27	208,3	68
	8.º	2	3	5	4	5	4	0	3	5	0	7,2	6,05	185,3	75
	T	9	10	9	12	11	12	0	10	9	0				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	6,02	199,4	85
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6,51	207,8	74
	4.º	4	3	2	3	4	3	2	1	1	2	6,7	6,41	214,9	69
	6.º	3	2	1	2	5	2	1	3	3	3	6,8	5,28	167,3	62
	8.º	4	2	2	2	3	3	3	2	1	1	6,7	5,84	185,1	71
	T	11	7	5	7	12	8	6	6	5	6				

Tabela 51 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de fevereiro de 2006

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	7,88	158,2	68
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,7	7,54	146,1	66
	4.º	6	5	6	4	9	5	4	3	5	5	6,9	7,32	142,8	62
	6.º	6	5	6	5	4	5	2	5	5	4	7	7,05	158,7	58
	8.º	9	9	8	11	12	11	15	12	9	9	6,8	7,14	132,7	67
	T	21	19	20	20	25	21	21	20	19	19				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	5,05	132,3	69
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,1	5,98	148,2	58
	4.º	3	2	3	5	3	9	8	8	7	8	6,8	6,28	156,7	68
	6.º	8	8	9	8	7	5	5	8	9	6	7	6,74	125,4	62
	8.º	9	11	9	8	9	8	7	5	5	8	6,9	7,07	135,1	58
	T	20	21	21	21	19	22	20	21	21	22				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	3,98	235,8	98
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,1	4,25	205,1	88
	4.º	6	5	3	3	2	3	2	3	5	5	6,9	4,85	198,2	82
	6.º	3	5	3	4	3	4	3	2	3	5	6,6	4,04	158,7	75
	8.º	2	3	5	4	2	3	5	2	4	4	6,8	4,52	164,8	69
	T	11	13	11	11	7	10	10	7	12	14				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	2,25	204,7	105
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5	3,45	174,5	98
	4.º	2	0	0	5	0	4	0	2	2	4	6,8	3,98	153,2	88
	6.º	4	0	0	4	0	4	0	5	5	4	6,9	4,85	147,8	75
	8.º	5	0	0	5	0	6	0	7	7	5	6,7	5,47	128,3	71
	T	11	0	0	14	0	14	0	14	14	13				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	1,89	317,2	108
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	4,05	238,7	99
	4.º	0	2	3	2	1	1	2	1	0	0	7,1	4,55	214,1	85
	6.º	0	4	2	4	2	3	3	2	0	0	6,8	4,21	195,4	87
	8.º	0	5	2	4	2	2	2	1	0	0	6,8	4,86	162,2	71
	T	0	11	7	10	5	6	7	3	0	0				

Tabela 52 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de fevereiro de 2006

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	7,27	162,4	68
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	7,04	167,4	66
	4.º	6	5	8	5	6	4	5	4	8	7	7,1	6,85	158,4	68
	6.º	8	9	6	9	8	10	11	10	11	9	6,8	6,94	156,2	65
	8.º	9	11	9	11	9	8	9	12	11	9	7	7,24	145,2	67
	T	23	25	23	25	23	22	25	26	30	22				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	6,04	202,1	71
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	6,25	198,4	75
	4.º	6	4	5	6	8	6	5	5	4	3	7,2	6,84	174,5	72
	6.º	8	9	8	5	8	9	7	8	7	6	6,9	6,54	162,2	69
	8.º	9	8	7	5	9	8	8	9	10	11	7,1	6,74	154,6	67
	T	23	21	20	16	25	23	20	22	21	20				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,1	6,84	198,5	76
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	6,85	187,4	72
	4.º	3	2	5	5	6	3	2	3	2	1	6,7	6,47	169,7	69
	6.º	6	4	5	6	7	6	5	6	7	6	6,8	5,25	144,8	70
	8.º	6	6	5	4	5	5	5	4	5	4	7	5,02	125,7	68
	T	15	12	15	15	12	14	12	13	14	11				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	5,47	185,4	82
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	5,07	195,1	79
	4.º	0	2	0	0	2	0	3	5	4	6	7,3	5,89	167,4	81
	6.º	0	3	0	0	5	0	6	6	8	6	6,9	6,02	175,1	76
	8.º	0	4	0	0	6	0	8	7	8	8	7	6,27	154,2	68
	T	0	9	0	0	13	0	17	18	20	20				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	6,02	197,8	88
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5	6,87	199,4	79
	4.º	2	3	2	2	3	0	0	2	3	4	7,2	6,45	156,4	68
	6.º	3	3	5	3	5	0	0	8	5	8	6,8	6,34	135,7	66
	8.º	8	6	8	5	8	0	0	7	7	7	6,7	6,89	162,4	72
	T	13	12	15	10	16	0	0	17	15	19				

Tabela 53 - Resultados do teste de toxicidade crônica da água superficial, referente ao mês de março de 2006

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	7,52	174,3	68
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	7,08	162,7	66
	4.º	2	0	12	2	7	4	1	0	1	1	6,9	7,37	154,8	62
	6.º	6	0	11	12	8	9	11	9	7	6	7,1	6,97	172,4	69
	8.º	12	0	12	11	10	11	9	8	11	7	6,9	7,54	159,8	65
	T	20	0	35	25	25	24	21	17	18	14				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5	4,24	154,2	119
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	5,25	165,7	95
	4.º	8	3	3	0	0	1	1	0	1	1	6,8	5,47	154,8	85
	6.º	6	8	6	6	7	10	9	7	9	10	6,9	6,28	162,1	88
	8.º	6	7	9	10	7	9	10	10	11	8	7,2	5,22	148,1	87
	T	20	18	18	16	14	20	20	17	21	19				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3,98	152,1	122
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	5,37	159,7	95
	4.º	1	1	0	1	1	2	4	4	0	2	7,1	5,67	162,3	85
	6.º	6	7	8	7	6	9	7	8	6	7	6,8	4,89	147,8	65
	8.º	7	9	6	7	7	6	9	10	8	9	6,8	3,98	139,8	69
	T	14	17	14	15	14	17	20	20	14	18				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	2,07	269,9	131
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,7	3,85	205,4	88
	4.º	0	4	3	3	0	4	2	0	3	2	6,7	4,27	200,1	82
	6.º	0	7	6	7	0	5	4	0	7	6	6,9	4,58	168,7	67
	8.º	0	11	9	7	0	7	9	0	6	7	7,2	5,88	175,4	77
	T	0	22	18	17	0	16	15	0	16	15				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	0,87	340,8	182
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	2,28	298,1	119
	4.º	0	2	0	3	0	0	0	1	2	1	6,7	2,87	251,1	102
	6.º	0	2	0	2	0	0	0	2	3	3	6,9	3,57	201,3	95
	8.º	0	2	0	3	0	0	0	3	3	3	7	4,68	185,4	88
	T	0	6	0	8	0	0	0	6	8	7				

Tabela 54 - Resultados do teste de toxicidade crônica do sedimento, referente ao mês de março de 2006

Registro dos dados/ testes de toxicidade crônica															
amostra	**Dia**	**réplicas**										**pH**	**OD**	**Cond.**	**Dureza**
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D	D	D	D
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	6,35	185,2	65
	2.º	0	0	0	0	3	0	1	0	1	0	6,8	6,87	168,7	67
	4.º	1	6	4	8	6	3	4	2	2	5	6,7	6,97	162,4	75
	6.º	8	9	7	7	9	5	6	6	3	6	6,9	7,02	152,4	72
	8.º	11	9	11	12	10	12	12	14	12	10	7,2	7,05	162,1	69
	T	20	24	22	27	28	20	23	22	18	21				
Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	5,48	195,7	72
	2.º	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6,7	5,97	192,1	69
	4.º	2	3	0	2	3	4	5	2	3	0	6,8	6,02	184,2	66
	6.º	4	6	0	6	9	8	6	4	6	0	7,2	6,87	155,8	58
	8.º	7	8	0	9	10	6	9	8	7	0	7	5,99	164,2	66
	T	13	17	0	17	23	18	20	14	16	0				
Ponto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,7	6.27	175,4	77
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	6.87	169,1	69
	4.º	2	1	3	4	3	2	1	3	4	0	6,8	7.24	154,8	68
	6.º	6	5	7	6	4	5	6	7	6	0	6,7	6.27	161,2	66
	8.º	8	9	10	8	6	7	9	10	11	0	6,9	5.47	174,1	59
	T	16	15	20	18	13	14	16	20	21	0				
Ponto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5	6.87	185,1	69
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	6.27	181,2	72
	4.º	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	6,8	6.57	175,4	68
	6.º	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	6,7	6.47	165,4	66
	8.º	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	6,9	6.89	142,4	67
	T	0	0	0	0	12	11	0	0	0	0				
Ponto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5	5.48	195,4	85
	2.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,7	5.05	191,1	78
	4.º	0	4	3	2	3	2	0	4	1	0	6,8	5.87	184,7	71
	6.º	0	5	4	5	4	4	0	5	8	0	6,5	4.98	168,7	70
	8.º	0	6	5	9	7	6	0	6	6	0	6,9	5.04	158,4	66
	T	0	15	12	16	14	12	0	15	15	0				

8.1.3. Resultados da análise estatística da toxicidade crônica da água superficial e do sedimento.

Tabela 55 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de maio de 2005

Ribeirao Tatu
File: Tatu Transform: NO TRANSFORMATION

DUNN'S MULTIPLE COMPARISON - KRUSKAL - WALLIS - TABLE 2 OF 2 (p=0.05)

GROUP	IDENTIFICATION	TRANSFORMED MEAN	ORIGINAL MEAN	GROUP 0 4	0 3	0 5	0 2	0 1
4	ponto 3	2.200	2.200	\				
3	ponto2	6.400	6.400	.	\			
5	ponto 4	8.700	8.700	.	.	\		
2	ponto 1	11.900	11.900	*	.	.	\	
1	controle	12.900	12.900	*	*	.	.	\

* = significant difference (p=0.05) . = no significant difference
Table q value (0.05,5) = 2.807 SE = 6.409

Tabela 56 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de maio de 2005

Ribeirao tatu
File: tatu2 Transform: NO TRANSFORMATION

DUNN'S MULTIPLE COMPARISON - KRUSKAL - WALLIS - TABLE 2 OF 2 (p=0.05)

GROUP	IDENTIFICATION	TRANSFORMED MEAN	ORIGINAL MEAN	GROUP 0 5	0 4	0 3	0 2	0 1
5	ponto 4	4.100	4.100	\				
4	ponto 3	11.300	11.300	.	\			
3	ponto2	14.200	14.200	.	.	\		
2	ponto 1	16.900	16.900	*	*	.	\	
1	controle	17.900	17.900	*	*	.	.	\

* = significant difference (p=0.05) . = no significant difference
Table q value (0.05,5) = 2.807 SE = 6.491

Tabela 57 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de junho de 2005

Ribeirao Tatu
File: tatu3 Transform: NO TRANSFORMATION

DUNN'S MULTIPLE COMPARISON - KRUSKAL - WALLIS - TABLE 2 OF 2 (p=0.05)

GROUP	IDENTIFICATION	TRANSFORMED MEAN	ORIGINAL MEAN	GROUP 0 4	0 5	0 3	0 2	0 1
4	ponto3	2.900	2.900	\				
5	ponto4	4.800	4.800	.	\			
3	ponto2	12.700	12.700	*	.	\		
2	ponto1	15.100	15.100	*	*	.	\	
1	controle	20.500	20.500	*	*	.	.	\

* = significant difference (p=0.05) . = no significant difference
Table q value (0.05,5) = 2.807 SE = 6.500

Tabela 58 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de junho de 2005

```
Ribeirao Tatu
File: tatu4        Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------
                                                  GROUP
                          TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION        MEAN        MEAN     5 4 3 2 1
-----  ---------------    -----------  ---------  - - - - -
  5            ponto4        6.900       6.900   \
  4            ponto3        7.100       7.100   . \
  3            ponto2        9.300       9.300   . . \
  2            ponto1       10.800      10.800   . . . \
  1           controle      19.100      19.100   * * * * \
-------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)                 . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                  SE =     6.483
```

Tabela 59 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de julho de 2005

```
Ribeirao Tatu
File: tatu5        Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------
                                                  GROUP
                          TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION        MEAN        MEAN     4 5 2 1 3
-----  ---------------    -----------  ---------  - - - - -
  4            ponto3        0.000       0.000   \
  5            ponto4        0.000       0.000   . \
  2            ponto1        8.000       8.000   * * \
  1           controle      10.100      10.100   * * . \
  3            ponto2       11.700      11.700   * * . . \
-------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)                 . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                  SE =     6.224
```

Tabela 60 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de julho de 2005

```
Ribeirao Tatu
File: tatu006        Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------
                                                  GROUP
                          TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION        MEAN        MEAN     3 2 5 4 1
-----  ---------------    -----------  ---------  - - - - -
  3            ponto2        0.800       0.800   \
  2            ponto1        1.700       1.700   . \
  5            ponto4        6.000       6.000   . . \
  4            ponto3        6.900       6.900   * . . \
  1           controle       9.500       9.500   * * . . \
-------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)                 . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                  SE =     6.420
```

Tabela 61 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de agosto de 2005

```
tatu7
File: tatu007          Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-----------------------------------------------------------------------------
                                                   GROUP
                        TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION     MEAN        MEAN     4 5 2 1 3
-----  ---------------  -----------  ---------  - - - - -
  4            ponto3       1.200       1.200  \
  5            ponto4       8.000       8.000  . \
  2            ponto1      11.100      11.100  * . \
  1           controle     11.500      11.500  * . . \
  3            ponto2      11.800      11.800  * . . . \
-----------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)              . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                SE =     6.486
```

Tabela 62 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de agosto de 2005

```
Ribeirao Tatu
File: tatu008          Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-----------------------------------------------------------------------------
                                                   GROUP
                        TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION     MEAN        MEAN     2 5 3 1 4
-----  ---------------  -----------  ---------  - - - - -
  2            ponto1       4.500       4.500  \
  5            ponto4       4.600       4.600  . \
  3            ponto2       5.900       5.900  . . \
  1           controle      6.700       6.700  . . . \
  4            ponto3      10.300      10.300  * * . . \
-----------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)              . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                SE =     6.487
```

Tabela 63 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de outubro de 2005

```
R 8
File: Rtatu            Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-----------------------------------------------------------------------------
                                                   GROUP
                        TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION     MEAN        MEAN     5 2 4 3 1
-----  ---------------  -----------  ---------  - - - - -
  5                p4       0.000       0.000  \
  2                p1       5.800       5.800  . \
  4                p3       8.000       8.000  . . \
  3                p2      11.100      11.100  * . . \
  1           controle     14.100      14.100  * * . . \
-----------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)              . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                SE =     6.397
```

Tabela 64 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de outubro de 2005

```
rtatu
File: rtatu        Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------------
                                                      GROUP
                         TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION       MEAN        MEAN     5 4 3 2 1
-----  ---------------  -----------  ---------  - - - - -
  5                p4       4.100       4.100   \
  4                p3       6.800       6.800   . \
  3                p2       6.800       6.800   . . \
  2                p1      12.700      12.700   * * * \
  1              cont      13.000      13.000   * * * . \
-------------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)              . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807               SE =     6.493
```

Tabela 65 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de novembro de 2005

```
r Tatu
File: R Tatu       Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------------
                                                      GROUP
                         TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION       MEAN        MEAN     4 5 2 3 1
-----  ---------------  -----------  ---------  - - - - -
  4                p3      10.600      10.600   \
  5                p4      14.000      14.000   . \
  2                p1      16.000      16.000   . . \
  3                p2      18.200      18.200   * . . \
  1           controle     20.100      20.100   * * . . \
-------------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)              . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807               SE =     6.497
```

Tabela 66 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de novembro de 2005

```
R Tatu
File: r Tatu       Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------------
                                                      GROUP
                         TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION       MEAN        MEAN     4 5 3 2 1
-----  ---------------  -----------  ---------  - - - - -
  4                p3      13.100      13.100   \
  5                p4      13.900      13.900   . \
  3                p2      14.000      14.000   . . \
  2                p1      20.400      20.400   . . * \
  1           controle     27.000      27.000   * * * . \
-------------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)              . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807               SE =     6.497
```

Tabela 67 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de dezembro de 2005

```
R tatu
File: R tatu        Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------------
                                                   GROUP
                          TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION        MEAN        MEAN     4 5 3 2 1
-----  ---------------   -----------  ---------  - - - - -
  4                p3        6.800       6.800   \
  5                p4        7.100       7.100   . \
  3                p2       12.000      12.000   . . \
  2                p1       19.900      19.900   * * . \
  1           controle      28.600      28.600   * * * . \
-------------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)              . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                SE =     6.503
```

Tabela 68 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de dezembro de 2005

```
R Tatu
File: R tatu        Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------------
                                                   GROUP
                          TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION        MEAN        MEAN     4 5 3 2 1
-----  ---------------   -----------  ---------  - - - - -
  4                p3        4.400       4.400   \
  5                p4        4.400       4.400   . \
  3                p2       16.300      16.300   . . \
  2                p1       21.300      21.300   * * . \
  1           controle      24.800      24.800   * * . . \
-------------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)              . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                SE =     6.479
```

Tabela 69 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de janeiro de 2006

```
R Tatu
File: R Tatu        Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------------
                                                   GROUP
                          TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION        MEAN        MEAN     5 4 3 2 1
-----  ---------------   -----------  ---------  - - - - -
  5                p4        7.900       7.900   \
  4                p3       19.800      19.800   . \
  3                p2       20.900      20.900   * . \
  2                p1       21.700      21.700   * . . \
  1           controle      25.100      25.100   * * . . \
-------------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)              . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                SE =     6.484
```

Tabela 70 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de janeiro de 2006

```
R. Tatu
File: R Tatu          Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------------
                                                   GROUP
                         TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION       MEAN        MEAN     5 4 3 2 1
-----  ----------------  -----------  ---------  - - - - -
  5                 p4       7.300       7.300   \
  4                 p3       8.200       8.200   . \
  3                 p2      19.300      19.300   * . \
  2                 p1      20.200      20.200   * * . \
  1            controle     28.900      28.900   * * . . \
-------------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)              . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                SE =    6.508
```

Tabela 71 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de fevereiro de 2006

```
R tatu
File: R tatu          Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------------
                                                   GROUP
                         TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION       MEAN        MEAN     5 4 3 1 2
-----  ----------------  -----------  ---------  - - - - -
  5                 p4       4.900       4.900   \
  4                 p3       8.000       8.000   . \
  3                 p2      10.600      10.600   . . \
  1            controle     20.500      20.500   * * * \
  2                 p1      20.800      20.800   * * * . \
-------------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)              . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                SE =    6.484
```

Tabela 72 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de fevereiro de 2006

```
R. Tatu
File: R Tatu          Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------------
                                                   GROUP
                         TRANSFORMED  ORIGINAL   0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION       MEAN        MEAN     4 5 3 2 1
-----  ----------------  -----------  ---------  - - - - -
  4                 p3       9.700       9.700   \
  5                 p4      11.700      11.700   . \
  3                 p2      13.300      13.300   . . \
  2                 p1      21.100      21.100   * * * \
  1            controle     24.400      24.400   * * * . \
-------------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)              . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                SE =    6.499
```

Tabela 73 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica da água referente ao mês de março de 2006

```
R Tatu
File: R Tatu          Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------------
                                                   GROUP
                         TRANSFORMED  ORIGINAL    0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION       MEAN        MEAN      5 4 3 2 1
-----  ---------------   -----------  ---------   - - - - -
  5                p4        3.500       3.500   \
  4                p3       11.900      11.900   . \
  3                p2       16.300      16.300   . . \
  2                p1       18.300      18.300   * . . \
  1           controle      19.900      19.900   * . . . \
-------------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)                 . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                 SE =     6.481
```

Tabela 74 – Resultado da análise estatística da toxicidade crônica do sedimento referente ao mês de março de 2006

```
R Tatu
File: R Tatu          Transform: NO TRANSFORMATION

 DUNN'S MULTIPLE COMPARISON -  KRUSKAL - WALLIS  -  TABLE 2 OF 2  (p=0.05)
-------------------------------------------------------------------------------
                                                   GROUP
                         TRANSFORMED  ORIGINAL    0 0 0 0 0
GROUP  IDENTIFICATION       MEAN        MEAN      4 5 2 3 1
-----  ---------------   -----------  ---------   - - - - -
  4                p3        2.300       2.300   \
  5                p4        9.900       9.900   . \
  2                p1       13.800      13.800   . . \
  3                p2       15.300      15.300   * . . \
  1           controle      22.500      22.500   * * . . \
-------------------------------------------------------------------------------
* = significant difference (p=0.05)                 . = no significant difference
Table q value (0.05,5) =   2.807                 SE =     6.439
```

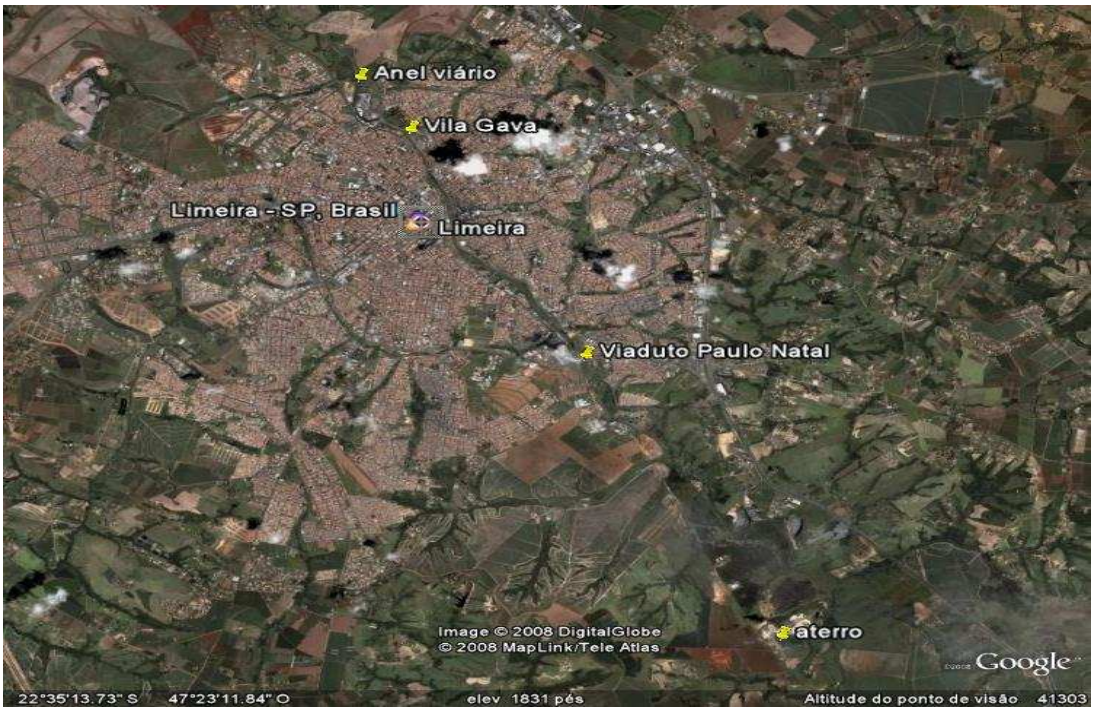

Figura 15 – Vista aérea do município de Limeira-SP destacando os pontos de coleta no ribeirão Tatu (Fonte: Google Earth)

Figura 16 – Vista aérea do ribeirão Tatu indicando o ponto de coleta 1 (Fonte: Google Earth)

Figura 17 - Ponto de coleta 1

Figura 18 - Ponto de coleta 1

Figura 19 - Vista aérea do ribeirão Tatu indicando o ponto de coleta 2 (Fonte: Google Earth)

Figura 20 – Ponto de coleta 2

Figura 21 – Ponto de coleta 2

Figura 22 - Vista aérea do ribeirão Tatu indicando o ponto de coleta 3 (Fonte: Google Earth)

Figura 23 – Ponto de coleta 3

Figura 24 – Ponto de coleta 3

Figura 25 - Vista aérea do ribeirão Tatu indicando o ponto de coleta 4 (Fonte: Google Earth)

Figura 26 – Ponto de coleta 4

Figura 27 – Ponto de coleta 4