

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

WEDNER ROGÉRIO COUTO

BIOMONITORAMENTO DO SOLO E DA ÁGUA NA AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS
AMBIENTAIS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO APIAÍ-GUAÇÚ

SÃO PAULO - JUNHO DE 2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

WEDNER ROGÉRIO COUTO

BIOMONITORAMENTO DO SOLO E DA ÁGUA NA AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS
AMBIENTAIS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO APIAÍ-GUAÇÚ

Projeto de Dissertação apresentado para Exame de Qualificação, como exigência parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado em Tecnologia: Gestão, Desenvolvimento e Formação, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Elisabeth Pelosi Teixeira e co-orientação da Prof^a. Dr^a. Sílvia Pierre Irazusta.

SÃO PAULO
JUNHO – 2008

Couto, Wedner Rogério

C871b Biomonitoramento do solo e da água na avaliação de parâmetros ambientais da sub-bacia hidrográfica do baixo Apiaí-Guaçu / W. R. Couto. - São Paulo: CEETEPS, 2008.

94 f. + apêndices

Dissertação (Mestrado) - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2008.

1. Biomonitoramento. 2. Sub-bacia hidrográfica UGRHI-14. 3. Meso-fauna. 4. Solo. 5. Água de rio. I. Título.

CDU 631.4:556.1

WEDNER ROGÉRIO COUTO

BIOMONITORAMENTO DO SOLO E DA ÁGUA NA
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS AMBIENTAIS DA SUB-BACIA
HIDROGRÁFICA DO BAIXO APIAÍ-GUAÇU

Elisabeth Pelosi Teixeira

PROF. DR. ELISABETH PELOSI TEIXEIRA

Dirceu D'Alkmin Telles

PROF. DR. DIRCEU D'ALKMIN TELLES

Marcela Pelegrini Peçanha

PROF. DR. MARCELA PELEGRINI PEÇANHA

São Paulo, 09 de junho de 2008

WEDNER ROGÉRIO COUTO

BIOMONITORAMENTO DA ÁGUA E DO SOLO NA
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS AMBIENTAIS DA SUB-BACIA
HIDROGRÁFICA DO BAIXO APIAÍ-GUAÇU

PROF. DR. ELIZABETH PELOSI TEIXEIRA

PROF. DR. DIRCEU D' ALKIMIN TELLES

PROF. DR. MARCELA PELEGRINI PEÇANHA

São Paulo, 09 de junho de 2008

DEDICATÓRIA

Às mulheres da minha vida!

Tantos foram os ensinamentos.

Tantas foram as alegrias, momentos tristes também tivemos.

Mas os exemplos, jamais esquecerei!

A bondade, dedicação e carinho para com os netos foram marcantes em vovó Rosária. Que grande mulher! Que saudade!

Vovó Ercília, a perseverança e, habilidade em conduzir a vida com simplicidade e fé, fizeram de você uma grande mulher. Que saudade!

Um amor infinito, abnegação e extremada atenção com seus filhos e netos fazem de você mamãe Nelly, maravilhosa! Que grande mulher!

A coragem e determinação, o amor e o carinho possibilitaram a edificação desta família. Minha amada Regina, você é uma grande mulher!

Grandes mulheres deixam grandes legados!

Um pouquinho do legado de cada uma dessas grandes mulheres irá possibilitar a personalização da grande mulher que você quer ser, Camila.

Para mim, querida filha, você já é uma grande mulher!

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a. Elisabeth Pelosi Teixeira, pela orientação, incentivo, compreensão, paciência e amizade.

À Prof^a. Dr^a. Sílvia Pierre Irazusta, pela co-orientação, pelo incentivo e amizade.

Aos Professores do Programa de Mestrado em Tecnologia: Gestão, Desenvolvimento e Formação, do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, pela dedicação e por minha introdução na área da pesquisa científica.

Aos colegas mestrados pelos bons momentos e amizade.

Aos amigos professores Simone, Ananias, Jéferson, Heron, Rita que contribuíram com seu apoio para meu ingresso neste programa de mestrado.

À ETEC Dr. Dario Pacheco Pedroso, representada pela Prof^a.Dir. Rita A. Navarro pelo valioso apoio e incentivo.

À SABESP – Unidade de Negócios do Alto Paranapanema, Divisão de Itapeva, ao Dir.Wagner C. Camargo, aos Engenheiros Jorge e Tadeu França, ao Paulo Alcino, ao Sr. Antônio Loureiro e aos funcionários da ETA desta unidade pelo valioso apoio e consideração.

À ETEC Demétrio A. Junior, representada pela Dir. Mirtes B. Falcone, ao Prof^o Francisco V. Araújo (Xixo) ao auxiliar de instrução Sandro pelo apoio e consideração.

A Sílvia e Ticiano, da FATEC-Sorocaba, pelo apoio e consideração.

Aos alunos Luiz Fabiano e Adiel, pelo apoio e amizade.

Ao amigo José Carlos Oliveira, pelo grande apoio e consideração.

Ao amigo Alexandre, pelo importante apoio.

As pessoas que prestaram depoimentos sobre a diversidade de peixes do rio Apiaí-Guaçu e todos aqueles que sempre foram prontos em oferecer auxílio e uma palavra de apoio.

LUZ DA EXCELÊNCIA

Composição: Zé Ramalho

Todos os caminhos me levaram a você
Ó, luz da excelência
Aonde me encontrou

És a última das entidades, e tem mais
Não negarás o vício
Nem fecharás a mão
Ó, meu único delírio

Anda
Não vês que a amas e que queres com desejo
É a luz!
Como se fosse a última lembrança
Pense um pouco mais em nós...

Somos o que somos
Nada mais temos a dar
A não ser o precipício
E nunca mergulhou!

RESUMO

COUTO, W. R. **Biomonitoramento do solo e da água na avaliação de parâmetros ambientais da sub-bacia hidrográfica do baixo Apiaí-Guaçu**. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Programa de Mestrado Profissional, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2008.

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 14 (UGRHI 14), correspondente à Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema, está localizada na região sudoeste do Estado de São Paulo. Dentro da sua área de drenagem encontramos a sub-bacia hidrográfica do baixo Apiaí-Guaçu. O rio Apiaí-Guaçu é um dos afluentes da margem esquerda do rio Paranapanema que é o principal corpo hídrico da bacia de drenagem. O objetivo deste trabalho foi determinar parâmetros de qualidade ambiental do solo e da água através do uso de bioindicadores. Foram selecionados para o estudo sete pontos ao longo do trecho do rio Apiaí-Guaçu entre os Municípios de Taquarivaí e Buri. Para o ambiente solo, em cada um dos pontos coletaram-se amostras de serapilheira e solo tanto na área de mata ciliar como na área de agricultura de forma independente. Este material foi levado ao laboratório para a análise da fauna edáfica e variáveis de umidade e pH. No ambiente água foram instalados amostradores com substrato artificial para captura de macroinvertebrados bentônicos, bem como foram coletadas amostras da água utilizada nos experimentos de toxicidade aguda em sementes de alface e bulbos de cebola, e para determinação da turbidez, pH e temperatura. Na fauna edáfica foram analisadas a abundância de 13 grupos de invertebrados onde se pode verificar a presença constante do grupo acari (ácaros) e himenópteros (formigas) em todos os tratamentos, porém com maior abundância no ambiente mata exceto no ponto seis e sete para o grupo dos ácaros e no ponto seis para o grupo das formigas. O grupo dos colêmbolos, reconhecidamente utilizados como indicadores na recuperação de áreas degradadas, foram mais abundantes no tratamento com plantio direto e pouco aparentes ou inexistentes nos tratamentos com agricultura convencional. Os pontos 2 e 5 apresentaram a maior média de capacidade de retenção de água nos tratamentos denominados feijão e pousio, respectivamente, indicando a independência desta característica ao tipo de cobertura de solo e provavelmente se relacionando ao material mineral de origem. Os resultados das análises físico-químicas da água permitiram inferir que existe redução do volume de água ao longo dos pontos de coleta devido à utilização desse recurso natural em sistemas de irrigação por pivô central e abastecimento urbano. Resultados indicaram que o pH apresentou-se dentro da média deste parâmetro nos corpos d'águas continentais. Os resultados das análises de toxicidade em alface e

cebola indicaram que a concentração de possíveis substâncias tóxicas existentes na água não foram suficientes para promover mais de 50% (CE50) de inibição de crescimento. A existência de alguma substância eutrofizante, incrementou o crescimento em alguns pontos. Concluimos que o uso e a ocupação do ambiente na sub-bacia do baixo Apiaí-Guaçu não promoveu ainda grandes alterações na qualidade do solo e da água sendo possível à adoção de metodologias de monitoramento que promovam a integração entre análises físico-químicas e biológicas e possam ser aplicadas pela comunidade local.

Palavras chave: biomonitoramento, sub-bacia hidrográfica UGRHI-14, meso-fauna, solo, água de rio.

ABSTRACT

COUTO, W. R. **Soil and water biomonitoring in the evaluation of environmental parameters of the hydrographical sub-basin of the low Apiaí-Guaçu River.** 2008. 94 f. Dissertation (Master in Technology) - Program of Professional Master, State Technological Education Center Paula Souza, São Paulo, 2008.

The Management Office of Water Resources Number 14 (UGRHI 14) corresponding to the Hydrographic Basin of Alto Paranapanema is located in the southwestern of Sao Paulo state. Within its drainage area, the hydrographic sub-basin of the low part of Apiaí-Guaçu is sited. The Apiaí-Guaçu River is one of the affluent of the left bank of the Paranapanema River which is the main body of water drainage basin. The research aimed to establish parameters for the soil and water environmental quality through the use of bioindicators. Seven points along the Apiaí-Guaçu River, between Taquarivaí and Buri towns were selected for the study. For the soil environment, in each one of the sites, litter and soil samples were collected from the riparian forest area as well as from the agriculture area independently. This material was brought to the laboratory for the analysis of fauna and moisture and pH variables. In the water environment, samplers were installed with artificial substrate for capturing of benthic macro invertebrates, and samples of water used in experiments for acute toxicity in seeds of lettuce and onion bulbs were also collected, determining the turbidity, pH and temperature. In fauna were analyzed the abundance of 13 groups of invertebrates where it was possible to verify the presence of the acari group (mites) and hymenoptera (ants) in all treatments, but with greater abundance in the forest environment except in the points six and seven of collection to the group of mites and point six for the group of ants. The group of collembolan, used as indicators in the recovery of degraded areas was more abundant in dealing with the planting area, and less apparent or even inexistent, in treatments with conventional agriculture. Sites 2 and 5 had the highest average capacity of retention of water on treatments called beans and fallow respectively, indicating the independence of this feature to the type of coverage of soil and probably when related to the mineral material of origin. The results of the water physical and chemical analyses allowed inferring that there is reduction in the volume of water over the sites of collection due to the use of this natural resource in irrigation systems by the central pivot and urban supply. Results indicated that the water pH was presented within the average of this parameter in the bodies of continental waters. The results of analysis of toxicity in lettuce and onion indicated that the concentration of possible toxic substances in

the water were not sufficient to promote more than 50% (EC50) of growth inhibition. The existence of some eutrophying substance increased the growth in some points. It is concluded that the use and occupancy of the environment in the sub-basin of the low Apiaí-Guaçu River have not promoted major changes in soil and water quality and it is possible the adoption of tracking methodologies that promote integration between physical-chemical and biological analyses and could be implemented by the local community.

Keywords: Biomonitoring, Hydrographic Sub-basin UGRHI-14, Meso-fauna, Soil, River Water.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.....	41
Figuras 2a e 2b – Ponto de coleta 1 - Ponte do bairro rural da Taipinha para Areia Branca no município de Itapeva.....	42
Figuras 3a e 3b – Ponto de coleta 2 - Ponte da estrada do Bairro de Vila Velha no município de Taquarivaí para o Bairro das Formigas no município de Itapeva.....	43
Figuras 4a e 4b – Ponto de coleta 3 - Ponte da estrada para estação de captação de água da SABESP e Fazenda Cerrado de Cima no município de Taquarivaí.....	44
Figuras 5a e 5b – Ponto de coleta 4 - Ponte na rodovia SP 258 no município de Taquarivaí.....	44
Figuras 6a, 6b – Ponto de coleta 5 - Ponte da rodovia vicinal que liga a SP 258 com o município de Buri.....	45
Figuras 7a e 7b – Ponto de coleta 6 - Ponte na zona urbana da cidade de Buri (Restaurante Tubarão), saída da cidade com direção a Campina do Monte Alegre.....	46
Figuras 8a e 8b – Ponto de coleta 7 - Ponte da zona rural de Buri do Bairro dos Espanhóis a 500 m da foz do rio Apiaí-Guaçu com o rio Paranapanema.....	46
Figura 9 – Gráfico da Vazão do rio Apiaí-Guaçu obtidos pelo método do flutuador.....	65
Figura 10 – Gráfico da Vazão do rio Apiaí-Guaçu no ponto 6.....	67
Figura 11 – Gráfico da vazão mínima, média e máxima do posto fluviométrico do rio Apiaí-Guaçu, em Buri nas coordenadas de Latitude 23° 55' 27" e Longitude 48° 39' 32".....	67
Figura 12 – Gráfico do pH da água do rio Apiaí-Guaçu no ponto 1.....	71
Figura 13– Gráfico do pH da água do rio Apiaí-Guaçu no ponto 3.....	71
Figura 14 – Gráfico do pH da água do rio Apiaí-Guaçu no ponto 7.....	71
Figura 15 – Gráfico da variação de crescimento das radículas de alface.....	76
Figura 16 – Gráfico de crescimento e inibição das radículas de alface.....	77
Figura 17 – Gráfico de crescimento e inibição das radículas de alface no ponto 3.....	78
Figura 18 – Gráfico da variação de crescimento das raízes da cebola.....	79
Figura 19 – Gráfico de crescimento e inibição das raízes da cebola.....	80
Figura 20 – Gráfico de crescimento e inibição das raízes da cebola no ponto 3.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Umidade relativa (%) das amostras de solo da mata ciliar (região de mata e região cultivável) no período de outubro de 2006 a outubro de 2007.....	48
Tabela 2 – Capacidade de retenção de água (%) das amostras de solo da mata ciliar (região de mata e região cultivável) no período de outubro de 2006 a outubro de 2007.....	50
Tabela 3 – pH das amostras de solo da mata ciliar (região de mata e região cultivável) no período de outubro de 2006 a outubro de 2007.....	51
Tabela 4 – Número total de indivíduos e percentual de abundância na população de macro e mesofauna do solo.....	53
Tabela 5 – Número total de coleopteros por ponto e por ambiente.....	56
Tabela 6 – Número total de crustáceos por ponto e por ambiente.....	57
Tabela 7 – Número total de diplópodes por ponto e por ambiente.....	57
Tabela 8 – Número total de colêmbolo por ponto e por ambiente.....	58
Tabela 9 – Número total de himenópteros por ponto e por ambiente.....	59
Tabela 10 – Número total de pseudo-escorpião por ponto e por ambiente.....	60
Tabela 11 – Número total de chilópodes por ponto e por ambiente.....	61
Tabela 12 – Número total de anelídeos por ponto e por ambiente.....	62
Tabela 13 – Número total de aranhas por ponto e por ambiente.....	62
Tabela 14 – Número total de indivíduos da comunidade de macro e mesofauna do solo.....	63
Tabela 15 – Parâmetros físico-químicos e Biológicos do solo da mata.....	64
Tabela 16 – Parâmetros físico-químicos e Biológicos do solo da área de cultivo.....	64
Tabela 17 – Vazão do rio Apiaí-Guaçu obtidos pelo método do flutuador.....	66
Tabela 18 – Turbidez da água do rio Apiaí-Guaçu.....	69
Tabela 19 – pH da água do rio Apiaí-Guaçu.....	70
Tabela 20 – Temperatura da água do rio Apiaí-Guaçu.....	73
Tabela 21 – Médias de crescimento e inibição das radículas do alface.....	77
Tabela 22 – Médias de crescimento e inibição das radículas do alface no ponto 3.....	78
Tabela 23 – Médias de crescimento e inibição das raízes de cebola.....	79
Tabela 24 – Médias de crescimento e inibição das raízes de cebola do ponto 3.....	80
Tabela 25 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 1 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007.....	95

Tabela 26 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 2 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007.....	96
Tabela 27 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 3 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007.....	97
Tabela 28 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 4 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007.....	98
Tabela 29 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 5 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007.....	99
Tabela 30 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 6 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007.....	100
Tabela 31 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 7 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007.....	101

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANOVA – Análise Estatística de Variância

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CNUMAD - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO - demanda bioquímica de oxigênio

DQO - demanda química de oxigênio

ETA – Estação de Tratamento de Água

IAP – índice de qualidade da água bruta para fins de abastecimento público

IVA - índice de proteção da vida aquática

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

RAOC – Laboratório da Divisão de Controle Sanitário

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SEAD - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

UGRHI - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Introdução	14
1. A Relação da Sociedade e o Meio Ambiente.....	14
2. Crescimento e Urbanização da Sociedade Regional: Potencial de Influência Direta na Sub-bacia do Rio Apiaí-Guaçu.....	15
3. Aspectos Gerais da Qualidade do Solo e da Água e sua Inter-relação na Bacia Hidrográfica.....	17
4. Utilização de Organismos Monitores na Determinação de Parâmetros Ambientais.....	18
5. Objetivos.....	20
6. Hipótese Básica.....	20
7. Justificativa.....	21
Capítulo 2 – Referencial Teórico	22
1. Bioindicadores Ambientais.....	22
2. Parâmetros Indicadores da Qualidade Ambiental.....	23
2.1 Indicadores Ambientais.....	23
2.2 A Fauna Edáfica.....	25
2.3 A Fauna Bentônica.....	26
3. Testes Ecotoxicológicos.....	27
Capítulo 3 – Material e Métodos	29
1. Delimitação da Área de Estudo.....	29
2. Delimitação do Período de Estudo.....	29
3. Monitoramento do Solo.....	29
3.1 Definição de Área de Amostragem.....	29
3.2 Determinação da Umidade Relativa.....	29
3.3 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	30
3.4 Capacidade de Retenção da Água.....	30
3.5 Parâmetros Biológicos.....	31
3.5.1 Procedimentos de Campo.....	31
3.5.2 Procedimentos de Laboratório.....	32
4. Monitoramento da Água.....	33
4.1 Caracterização dos Pontos de Coleta.....	33

4.2 Determinação do pH.....	33
4.3 Determinação da Temperatura.....	33
4.4 Determinação da Turbidez.....	34
4.5 Determinação da Profundidade da Coluna D'Água.....	34
4.6 Velocidade de Escoamento da Água.....	34
4.7 Determinação da Vazão do Rio.....	35
4.8 Pesquisa de Macroinvertebrados Bentônicos.....	35
4.9 Bioensaio de Toxicidade Aguda.....	36
4.9.1 Com sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	36
4.9.2 Com bulbos de cebola (<i>Allium cepa</i> L.).....	37
Capítulo 4 – Resultados.....	40
1. Delimitação da Área de Estudo.....	40
1.1 Localização Geográfica.....	40
1.2 Caracterização dos Pontos de Coleta.....	42
2. Monitoramento do Solo.....	47
2.1 Parâmetros Físicos.....	47
2.1.1 Determinação da Umidade Relativa.....	47
2.1.2 Determinação da Capacidade de Retenção da Água.....	48
2.2 Parâmetro Químico.....	51
2.2.1 Determinação do pH.....	51
2.3 Parâmetro Biológico.....	53
3. Monitoramento da Água.....	65
3.1 Parâmetros Físicos.....	65
3.1.1 Determinação da Vazão do Rio.....	65
3.1.2 Determinação da Turbidez da Água.....	68
3.1.3 Determinação do pH da Água.....	70
3.1.4 Determinação da Temperatura da Água.....	72
3.2 Parâmetros Biológicos.....	74
3.2.1 Macroinvertebrados Bentônicos.....	74
3.2.2 Bioensaios de Toxicidade Aguda.....	75
5. Conclusões.....	82
6. Referências Bibliográficas.....	84
7. Anexo.....	89
8. Apêndice.....	95

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1 A RELAÇÃO DA SOCIEDADE E O MEIO AMBIENTE

Qualquer que seja a intervenção do homem no meio ambiente, ela é impactante. O homem cria técnicas visando possibilitar sua existência e a perpetuação de sua espécie. Nas sociedades antigas existia uma grande diversidade de modos de vida. Apesar dessa diversidade étnico-cultural a intervenção humana no meio ambiente era predominantemente realizada com atividades agro-pastoris. Com o surgimento da primeira revolução industrial no século XVIII, a tecnologia industrial vai gradativamente reduzindo essa diversidade de modos de vida e implantando a organização produtiva. É o princípio da integração da economia e de sua organização em escala mundial (MORANDI; GIL, 1998, p. 4-8).

A produção inicialmente organizada passa a ser sistematizada a partir da chamada segunda revolução industrial. Através dessa sistematização, essa produção seriada alcança grandes volumes e o trabalho humano acompanhando esse novo paradigma é dividido em intelectual e manual. O consumo dos recursos naturais cresce à medida que são utilizados como matéria-prima pela indústria. Os países mais desenvolvidos industrialmente passam a ter o domínio técnico-econômico sobre os países não industrializados direcionando a oferta de matéria-prima e a demanda de bens de consumo (MORANDI; GIL, 1998, p. 4-8).

O modelo de desenvolvimento e de modernização tecnológica da nova sociedade capitalista amplia a capacidade de produção e produtividade das atividades econômicas, mas promove a exclusão social e a degradação ambiental.

A sociedade moderna, desejosa em obter lucro e conforto extrai incessantemente da natureza tudo aquilo que precisa. Não existem limites para apropriação da natureza. Espaços territoriais sem ação impactante do homem são raros. As modificações das condições ambientais naturais são visíveis em todas as regiões do planeta.

A degradação do solo, água e ar ocorrem em escala exponencial a partir dos processos de industrialização. A contaminação e poluição desses recursos naturais podem ultrapassar as fronteiras territoriais e seus efeitos sentidos muito além da fonte geradora. Esta condição, até então sem precedentes na história da humanidade pode gerar conflitos entre municípios, estados e nações (BRAGA *et al.*, 2002; VEGARA, 2002).

2 CRESCIMENTO E URBANIZAÇÃO DA SOCIEDADE REGIONAL: POTENCIAL DE INFLUÊNCIA DIRETA NA SUB-BACIA DO RIO APIAÍ-GUAÇU

A sub-bacia do baixo Apiaí-Guaçu é composta pelos municípios de Taquarivaí e Buri. Historicamente, tanto o município de Taquarivaí, como o município de Buri foram fundados à margem esquerda do rio Apiaí-Guaçu (PREFEITURA MUNICIPAL DE TAQUARIVAÍ, 2007; IBGE, 2007). A água de abastecimento urbano do município de Taquarivaí é captada nesse recurso hídrico, tratada e distribuída pela SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (PREFEITURA MUNICIPAL DE TAQUARIVAÍ, 2007). Em Buri, além da zona rural, o rio Apiaí-Guaçu também corta o perímetro urbano.

O rio Apiaí-Guaçu nasce no município de Apiaí na localização geográfica latitude 24°28'04" sul e longitude 48°48'12" oeste. Da nascente, segue em direção nordeste (30°) do estado de São Paulo, mais ou menos paralelo a rodovia SP-250, atravessa a rodovia SP-252 próximo a Ribeirão Branco. Seguindo para o norte, passa pelo município de Itapeva, estando neste trecho, mais ou menos paralelo a rodovia SP-249. Atravessa a SP-258 praticamente em Taquarivaí e, novamente, desvia-se para nordeste (60°) e, em Buri, recebe na margem direita as águas do rio Apiaí-mirim, e deságua na margem esquerda do rio Paranapanema na localização geográfica, latitude 23°34'13" sul e longitude 48°36'23" oeste, próximo ao município de Campina do Monte Alegre.

Através da análise dos dados de demografia apurados no período 1991/2000, a taxa de crescimento populacional foi de 4,27% e 2,33% para os municípios de Taquarivaí e Buri respectivamente. No período de 2000/2004 os dados obtidos apontaram um crescimento de 3,55% para o município de Taquarivaí e 1,96% para o município de Buri. Comparativamente, no período de 1991/2000 as taxas de crescimento anual foram de 1,08% na média dos municípios pertencentes à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-14) onde a sub-bacia está inserida, 1,81% para o Estado de São Paulo e 1,40% para o Brasil (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO PARANAPANEMA, 2005, p.19). O processo de urbanização da população desses municípios também foi observado. O percentual da população na zona urbana em 1996 era de 41,68% e 72,69% para os municípios de Taquarivaí e Buri respectivamente. Em 2004 a taxa de urbanização desses municípios elevou-se para 57,98% em Taquarivaí e 79,44% em Buri (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO PARANAPANEMA, 2005, p.19).

Um estudo elaborado pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEAD) procurou estabelecer a provável evolução dos índices demográficos do Estado de São Paulo e da UGRHI-14 em um período de 15 anos, de 2005 a 2020, resultando uma projeção da população total e urbana que podem ser comparadas. Para o município de Taquarivaí a população total em 2005 e 2020 foi estimada em 4.397 e 5.866 habitantes para uma taxa de urbanização de 49,56% e 68,50% respectivamente. No município de Buri a projeção estimou em 2005 e 2020 uma concentração total de 20.052 e 26.675 habitantes com uma taxa de urbanização de 77,76% e 88,25% respectivamente (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO PARANAPANEMA, 2005, p.22) Comparando os índices citados com as projeções em área total para UGRHI-14 que foi estimada em 86,19% de urbanização e 96% para o Estado de São Paulo podemos afirmar que existe uma tendência de concentração nos centros urbanos também no interior do Estado de São Paulo.

A partir dos dados de demografia apurados, é possível que a pressão do crescimento da população regional venha a ocasionar impactos no meio ambiente. A manutenção ou aumento desse crescimento demográfico só será possível se as atividades econômicas apresentarem sustentabilidade.

O termo desenvolvimento sustentado pode ser entendido como a melhoria da qualidade de vida da geração atual, através da apropriação dos recursos naturais, porém garantindo a sua disponibilidade para as gerações futuras (BRUNDTLAND *et al.*, 1991).

Os recursos naturais podem ser utilizados pela espécie humana, porém de uma maneira que não afete o equilíbrio da biosfera. O equilíbrio dos fatores climáticos e a biodiversidade atual são importantes componentes dessa relação dinâmica do ambiente. Portanto a utilização dos recursos naturais deve focalizar a manutenção desse equilíbrio. A sustentabilidade dos ecossistemas naturais está diretamente relacionada com a atividade fotossintética, que por consequência possibilita a manutenção da flora e a sobrevivência da fauna associada. As interações entre a atmosfera, biosfera e litosfera são responsáveis pela dinâmica do equilíbrio ambiental (SALATI, Enéas; LEMOS; SALATI, Eneida, 2006, p. 37).

A manutenção da sustentabilidade dos ecossistemas de produção agrícola e florestal e por relação direta ou indireta com o meio urbano dependerá de avanços tecnológicos, de mudanças de estruturas sociais e institucionais e da aplicação de medidas de proteção dos recursos naturais renováveis centrados na conservação do solo, dos recursos hídricos e da biodiversidade (SALATI, Enéas; LEMOS; SALATI, Eneida, 2006, p. 38).

O desenvolvimento de estudos de indicadores e de seu monitoramento poderá avaliar condições ambientais locais sustentáveis e não sustentáveis e subsidiar as ações da sociedade na busca do equilíbrio homem/natureza.

3 ASPECTOS GERAIS DA QUALIDADE DO SOLO E DA ÁGUA E SUA INTER-RELAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA

Segundo Doran e Parkin (1994) *apud* Frighetto e Valarini (2000, p. 13) a qualidade do solo deve ser definida como sendo “a capacidade, de um dado solo, em funcionar no ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde do animal e da planta”.

O aspecto qualitativo do solo certamente é influenciado por diferentes fatores de impacto ambiental tanto de origem industrial como de atividade agrícola. Compostos xenobióticos podem, a partir da sua concentração, contaminá-lo, serem transportados ao longo do seu perfil e atingir as águas superficiais e subterrâneas.

Segundo Frighetto e Valarini (2000, p. 14), o grande desafio é desenvolver ou adaptar métodos para monitorar e avaliar o impacto antropogênico sobre os processos biológicos do solo e sobre os organismos que nele habitam, em condições de campo. A inclusão de parâmetros biológicos e bioquímicos do solo de forma integrada aos índices físico-químicos oficialmente utilizados é indicada para avaliar a qualidade de um ambiente influenciado por uma complexa relação de fatores bióticos e abióticos importantes. Estes parâmetros devem possibilitar a avaliação científica e a abordagem ecossistêmica desse ambiente.

A definição de qualidade da água está diretamente relacionada com a sua forma de utilização. As características físicas, químicas e biológicas da água podem representar importantes parâmetros na avaliação da qualidade ambiental. Nas características físicas são relacionados aspectos estéticos como cor, turbidez, sabor e odor. Para determinação dos aspectos químicos são utilizados parâmetros mais precisos tais como pH, dureza, alcalinidade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), fenóis e compostos tóxicos (metais pesados e pesticidas). Quanto aos aspectos biológicos o interesse está focado principalmente na qualidade para o abastecimento humano, uma vez que esse recurso natural pode ser responsável pela veiculação de doenças (PINHEIRO, 2004, p.57).

A legislação brasileira que trata dos critérios de qualidade da água é a Resolução CONAMA N°. 357, de 17/03/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)

que é praticamente toda baseada em aspectos físicos e químicos, com exceção dos critérios bacteriológicos com base na quantidade de coliformes fecais e totais (BRASIL, MMA, 2005).

O conhecimento sobre os ecossistemas de água doce é uma condição prioritária para o entendimento dos processos ambientais e para o estabelecimento de ações mitigadoras das alterações desse ambiente. A aplicação dessas medidas somente é possível a partir da disponibilidade de informações confiáveis obtidas diretamente no corpo hídrico. Segundo Braga; Porto e Tucci (2006, p. 150 - 151), é assim que os sistemas de monitoramento de qualidade de água devem ser entendidos e planejados e a informação sobre a qualidade da água irá possibilitar o conhecimento dos impactos antrópicos na bacia hidrográfica, o planejamento da ocupação humana e o controle adequado desses impactos. O monitoramento de qualidade da água exige cuidados especiais, pois se espera que os dados representem adequadamente a situação da bacia.

De acordo com a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD: Agenda 21 (1996) observa-se:

O manejo integrado dos recursos hídricos baseia-se na percepção da água como parte integrante do ecossistema, um recurso natural, bem econômico e social cujas quantidade e qualidade determinam a natureza de sua utilização. Com esse objetivo, os recursos hídricos devem ser protegidos, levando-se em conta o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e a perenidade do recurso, a fim de satisfazer e conciliar necessidades de água nas atividades humanas. Ao desenvolver e usar os recursos hídricos deve-se dar prioridade à satisfação das necessidades básicas e à proteção dos ecossistemas.

Informações sobre bacias de pequeno porte (microbacias), essenciais para o gerenciamento de demandas como abastecimento da água, irrigação e conservação ambiental praticamente não existem (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETTO, 2000, p.36). Em especial, a sub-bacia do rio Apiaí-Guaçu praticamente não dispõe de estudos de qualidade ambiental.

4 UTILIZAÇÃO DE ORGANISMOS MONITORES NA DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS AMBIENTAIS

Organismos monitores mostram, qualitativa e quantitativamente, os impactos que a degradação ambiental produzida pela atividade humana ocasiona sobre os seres vivos.

Como solos e rios estão sujeitos a inúmeras perturbações, a biota edáfica e aquática reage a esses estímulos, sejam eles naturais ou provocados pelo homem. A habilidade de

proteger os ecossistemas depende da capacidade de distinguir os efeitos das ações humanas das variações naturais, buscando categorizar a influência das ações humanas sobre os sistemas biológicos (CAIRNS Jr.; McCORMICK; NIEDERLEHNER, 1993 *apud* BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003, p.466). Nesse contexto, a definição de biomonitoramento mais aceita é o uso sistemático das respostas de organismos vivos para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, geralmente causadas por ações antropogênicas (MATTHEWS *et al.*, 1982 *apud* BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003, p.467).

Os efeitos negativos das alterações da composição química do ar sobre a vida das plantas e dos animais foram reconhecidos pela primeira vez há aproximadamente mil anos. A morte do gado na Islândia foi atribuída à contaminação da forragem em consequência da erupção de um vulcão (WEINSTEIN; DAVIDSON; ARNDT, 1998 *apud* KLUMPP, 2001, p.77). Sabe-se atualmente que o alto teor de fluoreto acumulado nas gramíneas foi responsável pela morte desses animais.

A idéia de que espécies podem ser usadas para indicar certas condições ambientais tem sido verificada com bastante freqüência ao longo da história. Um exemplo ocorreu durante a Revolução Industrial (Século XIX), quando canários eram colocados dentro de minas de carvão para monitorar a qualidade do ar. Caso o canário sofresse alguma alteração desfavorável, causada por altas concentrações de monóxido de carbono, as pessoas eram imediatamente retiradas do local, evitando possíveis danos à saúde (CAIRNS, Jr.; PRATT, 1993 *apud* BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003, p.467).

O uso dos seres vivos para a verificação e avaliação dos efeitos da poluição ambiental no ar, água e solo caracterizam a bioindicação sob os aspectos ecotoxicológicos. Conseqüentemente, os poluentes desencadeiam uma série de eventos, que se iniciam a partir de sua emissão, são dispersos no meio ambiente por fatores climáticos como vento e chuva ou diretamente pela mão do homem e terminam com a manifestação dos seus efeitos sobre o meio biótico e abiótico (KLUMPP, 2001, p.77-81).

A utilização de bioindicadores na avaliação da qualidade da água é uma importante ferramenta, já que efluentes, mesmo dentro de padrões legais, são lançados continuamente em corpos d'água. Isso se deve a um processo natural denominado biomagnificação, que é a transmissão de compostos que não são metabolizados ou excretados pelos organismos para o nível superior da cadeia trófica. Em algumas situações esses compostos podem ser tóxicos, se acumulados, como metais pesados e pesticidas organoclorados.

Portanto, mesmo estando dentro das normas legais de lançamento, os efluentes podem estar degradando as inter-relações biológicas, extinguindo espécies e gerando problemas de qualidade de vida para as populações que utilizam aquele recurso.

5 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Determinar parâmetros ambientais do solo e da água na sub-bacia hidrográfica do baixo Apiaí-Guaçu (UGRHI-14) utilizando-se metodologias de monitoramento biológico para avaliação da qualidade ambiental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar, através de bioindicadores, a condição do solo na mata ciliar e em área cultivável ao longo de um trecho de 56 km do rio Apiaí-Guaçu entre os municípios de Taquarivaí e Buri;
- Estudar, através de bioindicadores, a condição da água ao longo de um trecho de 56 km do rio Apiaí-Guaçu entre os municípios de Taquarivaí e Buri;
- Analisar os impactos antrópicos no solo e na água através do uso dos bioindicadores estudados;
- Estabelecer a condição de qualidade ambiental atual do trecho estudado do rio Apiaí-Guaçu e sugerir marcadores para acompanhamento do desenvolvimento sustentável da região.

6 HIPÓTESE BÁSICA

A atual situação de ocupação antrópica na sub-bacia do rio Apiaí-Guaçu parece não ter afetado significativamente a qualidade do solo e da água, sendo possível identificar parâmetros de monitoramento ambiental, através de bioindicadores, e estes poderão ser acompanhados ao longo do tempo como marcadores de desenvolvimento sustentável.

7 JUSTIFICATIVA

A justificativa que moveu a realização deste trabalho foi que não existem estudos das condições ambientais desenvolvidos na sub-bacia hidrográfica do rio Apiaí-Guaçu. Esta sub-bacia compõe a bacia do Alto Paranapanema, que contempla 33 municípios do sudoeste do Estado de São Paulo.

As metodologias tradicionais de avaliação das características físicas, químicas e bacteriológicas não têm sido suficientes para atender os usos múltiplos da água, sendo particularmente deficientes na avaliação da qualidade estética, de recreação e ecológica do ambiente (BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003, p. 466).

Determinações físico-químicas do solo também não são capazes de avaliar as condições ecológicas desse ambiente.

Como o uso sistemático das respostas de organismos vivos às mudanças ocorridas no ambiente, através do biomonitoramento, possibilita inferir as interações ecológicas do meio com os seres vivos que nele habitam, propusemo-nos ao estudo do uso de bioindicadores buscando subsídios para uma análise integrada das condições ambientais dessa sub-bacia.

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

1 BIOINDICADORES AMBIENTAIS

Lima (2001, p. 95) afirma que avaliar o comportamento do poluente no ambiente, ou seja, monitorar a sua ação através de organismos vivos é um tópico relativamente novo nas ciências ambientais, que tem sido chamado de biomonitoramento ou bioindicação. O fundamento disso é que um estímulo ambiental, assim como um estímulo proveniente de um poluente, provoca reações no organismo vivo e pode acarretar várias alterações em seu funcionamento. Nos métodos da bioindicação, o comportamento do organismo ante um agente estressor é utilizado na avaliação da qualidade de uma dada área.

Segundo Rand *et al. apud* Damato (2001, p. 229), o conceito de indicador biológico, bioindicador ou espécie indicadora é de fundamental importância para o monitoramento biológico. Sabe-se que uma espécie não pode sobreviver em um ambiente onde os requisitos físicos e químicos sejam limitantes. A presença de uma determinada espécie no habitat indica que seus requisitos foram atendidos. Entretanto, a ausência da espécie não significa o inverso, porque uma espécie pode ser competitivamente excluída por outra.

Damato (2001, p. 230) afirma que o conceito de indicador pode ser expandido além da simples informação da presença ou ausência de uma espécie; ele pode incluir organismos que sobrevivem em ambientes contaminados e atuam como bio-sensores porque suportam uma ou mais alterações fisiológicas, bioquímicas ou histológicas, como a diminuição na taxa de crescimento e desenvolvimento da capacidade reprodutiva ou alteração do comportamento.

Klumpp (2001, p. 86) em análise dos bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais, afirma:

Apesar das crescentes atividades no campo da ecotoxicologia em geral, e na área de biomonitoramento em particular, desenvolvidas na América do Sul e especialmente no Brasil e na Argentina ainda existem muitas lacunas no conhecimento a serem preenchidas. Em diversas áreas, observa-se uma grande necessidade de estudos metodológicos mais detalhados, a fim de estabelecer novos métodos de bioindicação.

Louzada, Sanches e Schilindwein (2000, p. 77), em seu trabalho de bioindicadores de qualidade e de impactos ambientais da atividade agropecuária citam em sua conclusão:

O uso de bioindicadores é muito mais amplo que o delineado na literatura especializada, e o reconhecimento da amplitude de sua aplicação pode abrir novos horizontes para a pesquisa agropecuária. A utilização em nível de campo ainda carece de metodologia especializada e estudos mais aprofundados.

Rodrigues (2004, p. 12) informa que fatores específicos freqüentemente determinam os organismos que podem ocorrer em determinado ambiente e assim, pode-se avaliar a qualidade dos fatores e do próprio ambiente a julgar pela ocorrência de organismos, especialmente aqueles estenoecos (cuja valência ecológica seja estreita), que configuram os melhores bioindicadores. Assim, completa-se o ciclo conceitual, a análise experimental da distribuição e da abundância dos organismos que fornece a base científica para seleção e utilização de indicadores.

Uma grande variedade e diversidade de indicadores ambientais sejam físicos, químicos, biológicos, sócio-econômicos, ecológicos e de eficiência de processos produtivos está hoje disponível na literatura. Um atributo especial freqüentemente perseguido na composição de indicadores é a possibilidade de integrá-los em índices que melhor espelhem os efeitos de atividades produtivas sobre o ambiente, permitindo realizar avaliações dos impactos ambientais das atividades humanas, objetivo importante para permitir o desenvolvimento sustentável.

2 PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE AMBIENTAL

2.1 INDICADORES AMBIENTAIS

Segundo Anjos e Raij (2004, p. 107), sobre os indicadores de processos de degradação de solos:

É preciso organizar o conhecimento e os procedimentos de avaliação dos mais diversos atributos relativos não só ao solo, como também a água, para que se possa avaliar o uso do solo em diferentes condições, com o objetivo de monitorar os processos de degradação, como erosão, salinização, acidificação, perda de fertilidade e contaminação por elementos ou compostos tóxicos. Os indicadores vão se tornar parte indispensável da gestão ambiental e de procedimentos de auditoria e de certificação ambientais.

Conforme Buss, Baptista e Nessimian (2003, p. 467), o biomonitoramento atua como ferramenta de avaliação da saúde dos ecossistemas de rios. Busca ainda fornecer subsídios para uma análise integrada da qualidade da água, pois as metodologias tradicionais de

avaliação, baseadas em características físicas, químicas e bacteriológicas, não são suficientes para atender aos usos múltiplos da água, sendo particularmente deficientes na avaliação da qualidade estética, de recreação e ecológica do ambiente. Visando colaborar com os gestores de bacias hidrográficas, a aplicação do monitoramento biológico no Brasil contribui para a redução de custos, o aumento da eficiência de análise e a simplificação dos resultados, permitindo a participação comunitária por intermédio de grupos de voluntários.

Para Braga, Porto e Tucci (2006, p. 150), a área de qualidade da água talvez seja uma das que tem menos informações no Brasil. Existe uma grande dificuldade para avaliar a situação da qualidade da água de uma bacia hidrográfica devido ao reduzido número de estações de monitoramento, sua distribuição irregular nas diferentes regiões do país, assim como as variáveis que são avaliadas em cada uma dessas estações. A periodicidade do monitoramento também é irregular.

A informação sobre a qualidade da água é necessária para que se conheça a situação dos corpos hídricos com relação aos impactos antrópicos na bacia hidrográfica e é essencial para que se planeje sua ocupação e seja exercido o necessário controle dos impactos.

De acordo com Lal (1999, p. 3), em seu trabalho sobre os métodos para avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos:

A degradação do solo, apesar de sua característica de resiliência, é um problema grave, particularmente nas regiões tropicais e sub-tropicais, devido ao progressivo aumento da pressão demográfica, ao cultivo de terras marginais, ao uso e manejo incorreto do solo e ao esgotamento da sua fertilidade devido a práticas de agricultura de subsistência, resultado do esforço de pequenos agricultores sem recursos que exploram áreas frágeis em ambientes inóspitos. A degradação do solo, um problema biofísico desencadeado por questões culturais e socioeconômicas, está gerando conseqüências econômicas, ecológicas e políticas. O complexo problema somente poderá ser efetivamente equacionado através do minucioso entendimento das causas, fatores e processos nele envolvidos. Informações disponíveis sobre a extensão e a severidade da degradação do solo e da água em escalas locais, regionais e globais são, na grande maioria, quantitativas e subjetivas. A obtenção de dados quantitativos, objetivos e confiáveis, necessita de uma padronização da terminologia e dos métodos usados para sua obtenção.

Monteiro e Frighetto (2000, p. 37) indicam que são três os parâmetros fundamentais associados ao funcionamento da cadeia biológica e bioquímica dos processos que ocorrem no solo, quais sejam a umidade, o pH e a capacidade de retenção de água.

Pinheiro (2004, p. 60), quando avalia o monitoramento e a qualidade das águas, coloca:

A prática tradicional para o manejo da qualidade da água é baseada na preocupação com a saúde pública humana. Essa prática foi estabelecida com a finalidade de

avaliar, gerenciar e controlar a poluição da água por substâncias tóxicas nocivas. No entanto, ela deve ser ampliada, devido ao reconhecimento da necessidade de proteger os ecossistemas aquáticos. Tal proteção é menos mensurável do que a da saúde humana, porque um número muito maior de espécie está envolvido na avaliação dos ecossistemas aquáticos e todos possuem sensibilidades distintas e requerimentos ecológicos específicos.

Telles e Domingues (2006, p. 325-326), sobre a água na agricultura e pecuária, afirmam que existem diferentes impactos ambientais ocasionados pela utilização da água em sistemas de produção agrícola e pecuário. O uso da água nos sistemas de irrigação, além de gerar conflitos pela baixa relação entre a disponibilidade/demanda em bacias de pequeno volume, pode promover a deterioração da qualidade desta água. A lixiviação, o arraste superficial e a drenagem da água contendo resíduos químicos da agricultura são os responsáveis por essa deterioração. Os efluentes sem tratamento, provenientes da criação de animais, principalmente em sistemas de confinamento, podem poluir diretamente os mananciais pelo escoamento da água das chuvas, ou indiretamente quando são aplicados em grandes quantidades sobre o solo.

2.2 A FAUNA EDÁFICA

Poggiani, Oliveira e Cunha (1996, p. 30) informam sobre a atuação da fauna do solo na fragmentação dos resíduos orgânicos, sua mistura à porção mineral do solo e sua inter-relação com fungos e bactérias através da predação e/ou dispersão dos seus propágulos. O papel desses seres vivos é de fundamental importância no processo de decomposição de resíduos, atuando principalmente como facilitadora da atuação de fungos e bactérias, que são os principais agentes decompositores do solo.

Para Lal (1999, p. 20), a diversidade de fauna e flora no solo influencia vários processos biológicos desse ecossistema. A categoria macrofauna, como as minhocas, atua sobre a estrutura, fertilidade, ciclagem de nutrientes e crescimento de raízes podendo ser bons indicadores desse ambiente. Na categoria microbiota observa-se uma diversidade de atuação sobre reações químicas do solo, atividades de fixação biológica de nitrogênio e outras reações não simbióticas com efeitos positivos e negativos à qualidade do solo. As substâncias húmicas completam essa categorização indicando sua importância na dinâmica da matéria orgânica e dos diferentes processos como a ciclagem de nutrientes entre outros.

De acordo com Anjos e Raij (2004, p. 87), a característica marcante e que diferencia o solo da sua rocha matriz é a existência de organismos vivos, entre eles os invertebrados, sobre

o solo ou sobre o material vegetal que o recobre. Os organismos transformam todo o material orgânico que cai no solo em uma matéria escura denominada húmus que libera nutriente e gás carbônico. A presença de organismos e matéria orgânica proporciona condições adequadas de porosidade e capacidade de retenção de água.

2.3 A FAUNA BENTÔNICA

Esteves (1998, p. 485) classifica a comunidade bentônica em zoobentos, que é formada pelos animais, e fitobentos, pelos vegetais. Esta comunidade caracteriza-se por habitar o sedimento aquático ou a sua superfície. Os zoobentos, que nos interessam mais de perto neste trabalho, são formados por animais invertebrados e vertebrados. Estes organismos podem desempenhar importantes funções na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia de rios e riachos.

Os zoobentos têm sua distribuição controlada principalmente pela disponibilidade e qualidade do alimento, tipo de sedimentos (orgânico ou mineral, entre outros), tipo de substrato como, por exemplo, pedra ou madeira, temperatura do meio, concentração de oxigênio e gás sulfídrico. Os principais grupos taxonômicos de meso e macroinvertebrados bentônicos são *Mollusca*, *Crustacea* e *Insecta*.

Segundo Brandimarte *et al* (2004, p. 213-214), os invertebrados bentônicos constam entre os organismos mais utilizados nas avaliações de efeitos de impactos antrópicos sobre ecossistemas aquáticos. A sua utilização como indicadores de alterações ambientais apresentam, entre outras vantagens, a possibilidade de ser encontrados em uma grande diversidade de ambientes aquáticos, amostragem qualitativa relativamente fácil, uso de equipamento geralmente simples para a sua amostragem.

Porém, as desvantagens observadas são dificuldades na obtenção de amostras quantitativas, que necessitam de grande número de unidades amostrais para aplicar análise estatística convencional, no nível de precisão desejada, já que suas populações apresentam distribuição altamente agregada; necessidade de conhecer o ciclo de vida das espécies envolvidas, pois, muitas vezes, esta informação é essencial para explicar suas ausências e, no Brasil, nem as espécies presentes são conhecidas, muito menos seus ciclos de vidas (BRANDIMARTE *et al.*, 2004, p. 213-214).

3 TESTES ECOTOXICOLÓGICOS

De acordo com Bertolotti (2001, p. 219), a partir da revolução industrial uma ampla e profunda modificação ambiental surge e um grande número de substâncias químicas tem sido lançado nos ecossistemas aquáticos, terrestres e na atmosfera.

O homem sintetiza substâncias químicas em uma escala exponencial, porém a velocidade do conhecimento sobre a ação dessas substâncias sintéticas no meio ambiente é muito lenta. Essas substâncias e seus subprodutos podem ocasionar efeitos adversos ao homem e a outros seres vivos e interferir em suas inter-relações ecológicas.

O estudo sobre os efeitos tóxicos de agentes químicos e físicos sobre os organismos vivos caracteriza a ecotoxicologia. A ecotoxicologia aquática no Brasil, ainda é uma ciência em franco desenvolvimento, sendo que existe um amplo campo de estudos com organismos nativos. Vários testes ecotoxicológicos já foram normalizados em instituições tais como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e outros órgãos ambientais, estando, portanto, disponíveis para o uso rotineiro (BERTOLETTI, E., 2001, p. 227).

Os vários estudos desenvolvidos no Brasil demonstram que os testes ecotoxicológicos, capazes de detectar a biodisponibilidade e a interação entre os agentes químicos, são instrumentos imprescindíveis, tanto no monitoramento da qualidade das águas bem como na previsão de impactos de efluentes líquidos.

Branco, Azevedo e Tundisi (2006, p.248) afirmam que mesmo a existência de métodos de tratamentos da água capazes de assegurar a ausência de organismos patogênicos e garantir gosto e cheiro agradáveis, resta, ainda, o problema da presença de substâncias em concentrações tóxicas, com potencial de provocar danos à saúde humana.

A baixa concentração das substâncias químicas na água deve ser considerada, uma vez que a exposição contínua e prolongada pode causar influências na saúde, provocando até a morte. Esta abordagem pode ser relacionada tanto aos organismos aquáticos como aos seres humanos. Portanto, os testes para determinar a toxicidade dessas substâncias aos seres vivos não podem ser obtidos simplesmente através de dados analíticos.

A toxicidade de uma água, ou seja, sua capacidade de provocar estados mórbidos nem sempre depende da presença de uma única espécie química, mas sim da interação de diferentes espécies e condições físicas e químicas, da qual podem resultar atenuações ou, ao contrário, sinergismos, reduzindo ou acentuando os efeitos tóxicos individuais. [...] O verdadeiro potencial de toxicidade de uma água só pode ser

estimado com relativo grau de segurança por meio de ensaios sintéticos ou empíricos, realizados com seres vivos (BRANCO *et al.*, 2006, p. 248).

Segundo Pinheiro (2004, p.65-66), a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) utiliza índices para avaliação da qualidade da água que leva em consideração a qualidade da água bruta para fins de abastecimento público (IAP) e o índice de proteção da vida aquática (IVA). O IVA possibilita uma avaliação instantânea do grau de contaminação e trofia da água.

O IVA leva em conta a presença e a concentração de poluentes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e dois dos parâmetros considerados essenciais a biota (pH e oxigênio dissolvido), além de incorporar um componente capaz de identificar a qualidade da água quanto ao enriquecimento do meio aquático por nutrientes, notadamente nitrogênio e fósforo (eutrofização) (PINHEIRO, 2004, P. 65-66).

CAPÍTULO 3 - MATERIAL E MÉTODOS

1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A delimitação da área de estudo foi realizada por georreferenciamento. Os pontos de amostragem foram identificados através de coordenadas geográficas utilizando o equipamento GPS – GEO EXPLORER 3 – Trimble, com tecnologia *Quick Start*, tipo dupla frequência, canais 12 L1 e 12 L2/WAAS/EGNOS. RTK: *Quick Start*. Contém indicador de estado, porta de comunicação, antena *standard* SmarTrack AX1202.

2 DELIMITAÇÃO DO PERÍODO DE ESTUDO

As amostras de solo e de água utilizadas para o desenvolvimento deste estudo foram coletadas no período de outubro de 2006 a janeiro de 2008. As amostras de solo foram triadas no Laboratório da Escola Técnica Dr. Dario Pacheco Pedroso no município de Taquarivaí e analisadas no Laboratório da Estação de tratamento de água da SABESP no município de Itapeva. Os testes de ecotoxicidade foram desenvolvidos no Laboratório da Escola Técnica citada acima e as demais análises da água no Laboratório da Estação de tratamento citada acima.

3 MONITORAMENTO DO SOLO

3.1 DEFINIÇÃO DE ÁREA DE AMOSTRAGEM

As amostras de solo foram coletadas na faixa de mata ciliar. Esta faixa é definida pelo Art. 2º da Lei Federal Nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965 e alterada pela Lei Federal Nº. 7.803, de 18 de julho de 1989. Na faixa de mata ciliar foram coletadas amostras em área de cobertura florestal natural e em áreas de cultivo.

3.2 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA

A umidade relativa do solo foi determinada pela pesagem de 5g de solo úmido passado por peneira de 2mm de malha, em recipiente de peso conhecido, em balança analítica

(GEHAKA – AG 200). A amostra foi mantida em estufa a 105°C por 24 h e, após esse período, foi esfriada em dessecador e pesada. A umidade foi calculada pela fórmula:

$$U = \frac{W2 - W3}{W3 - W1} \times 100\%$$

Onde:

W1 = peso do recipiente

W2 = peso do recipiente + solo

W3 = peso do recipiente + solo seco

A umidade foi obtida em porcentagem correspondente à massa de solo.

3.3 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

A determinação do pH do solo foi realizada por meio de um pHâmetro (DIGIMED DM 20) de eletrodo combinado (DME-CV1) imerso em suspensão solo/líquido, na proporção de 1: 2,5. A proporção foi preparada pela pesagem em béquer de 50 mL, de 10g de solo. Foram adicionados 25mL de água deionizada na amostra acondicionada em saquinho plástico e este foi agitado manualmente em intervalos de 2 a 3 minutos até totalizar 15 a 20 minutos. Após decantação por cerca de 30 min, o pH do sobrenadante foi determinado e anotado o valor.

3.4 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

A determinação da capacidade ou porcentagem de retenção de água demonstra as condições do solo aos organismos quanto à disponibilidade de água, condição essencial para seu crescimento e atividade metabólica. Para a determinação, foram pesados 20g de solo com umidade natural, em balança analítica (GEHAKA – AG 200).

A amostra de solo foi colocada sobre um papel de filtro acondicionado em funil e montado sobre frasco coletor previamente pesado. Foram adicionadas à amostra de solo, em pequenas porções, 100g de água destilada, pesadas em balança analítica (GEHAKA – AG 200) e deixada por uma noite, coberta com filme plástico para evitar a evaporação. Este mesmo procedimento foi realizado com a testemunha, porém sobre o papel de filtro foi adicionada somente a água destilada, não contendo solo.

Foi utilizado papel de filtro previamente pesado (seco) em balança analítica (GEHAKA – AG 200) para cada ponto amostrado (1 para cada 10 amostras). Após esse período, foram coletadas as últimas gotas de água aprisionadas na haste do funil e o frasco coletor foi pesado novamente em balança analítica. Nas testemunhas foi realizado o mesmo procedimento anterior. A capacidade de retenção da água foi calculada pela fórmula:

$$\text{Capacidade de retenção (\%)} = [W_t - (W_{ps} + W_r)] / W_t \times 100$$

Onde:

W_t = peso inicial da água destilada (g)

W_{ps} = peso da água percolada da amostra com solo (g)

W_r = peso da água retida no papel filtro

$W_r = W_{pt} - W_{ps}$, onde:

W_{pt} = peso da água percolada da testemunha sem solo (g)

3.5 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

A fauna do solo, para efeito de estudo, é dividida em função do tamanho do corpo dos animais. Esta divisão classifica os animais em microfauna (< 0,2 mm), mesofauna (0,2 - 2,0 mm) e macrofauna (> 2,0 mm). A microfauna comporta os nematóides e os protozoários, a mesofauna, principalmente ácaros e colêmbolos, e na macrofauna são classificados os animais dos grupos dos isópodos, diplópodos, coleópteros, anelídeos, moluscos, entre outros (POGGIANI *et al.*, 1996, p. 30).

Em solos florestais, a mesofauna e a macrofauna, pela sua importância, são os mais frequentemente estudados. A mesofauna geralmente é estimada com o emprego de funis tipo Berlese-Tullgreen. A macrofauna normalmente é estimada através de catação manual nas amostras coletadas no campo.

A pesquisa dos macroinvertebrados do solo foi realizada em amostras de solo coletadas em sacos plásticos com capacidade para 5L. Os procedimentos foram realizados tanto no campo como no laboratório.

3.5.1 Procedimentos de campo

Foram coletadas amostras da serapilheira da área de mata ciliar e das áreas de cultivo que estão inseridas na faixa de mata ciliar. As áreas cultivadas foram identificadas com as seguintes culturas: ponto 1: plantio direto com rotação de milho no verão e aveia branca no inverno; no ciclo seguinte, soja no verão e trigo no inverno; ponto 2: milho em cultivo convencional e feijão; ponto 3 - eucalipto com 2 a 3 anos em cultivo convencional; ponto 4: pastagem de setária; ponto 5: milho em cultivo convencional; ponto 6: eucalipto com mais de 20 anos em cultivo convencional e no ponto 7: pastagem com braquiária e grama batatais.

A serapilheira foi coletada em cinco pontos da mata em pequenas parcelas de aproximadamente 30 x 30 cm. Nesses pontos amostrais, a camada de serapilheira foi coletada até o solo mineral ficar exposto. O solo mineral exposto foi coletado através da utilização de dois cilindros de PVC rígido com 4,5 cm de diâmetro e 5,0 cm de altura. Cada cilindro cravado no solo ao ser retirado coleta o solo e mantém a sua estrutura natural (MELO, 2002, p.3). Os materiais coletados foram embalados em sacos plásticos e levados para o laboratório.

3.5.2 Procedimentos de laboratório

3.5.2.1 Análise da macrofauna

O material coletado foi analisado, separando-se os animais presentes com auxílio de pinças. Os animais foram colocados em placas de Petri contendo uma solução de álcool diluída a 80% e separados em morfo-espécies para serem identificados. Foi utilizada lupa com ampliação de 10 x para observação dos animais menores.

3.5.2.2 Análise da mesofauna

A mesofauna foi avaliada com o emprego do funil de Berlese-Tullgreen modificado. Este aparato consiste em um funil uniformemente cônico que contém uma peneira no seu interior, sobre a qual foi depositada a amostra de solo dentro dos cilindros de PVC e a manta de serapilheira. A peneira pode possuir diferentes tamanhos de malha, conforme o tipo de amostra e o tamanho dos animais que se deseja amostrar, porém foi utilizada a malha de 2 mm. Sobre o funil, a uma altura de 10 a 20 cm da borda, foi colocada uma lâmpada de 60 W. Os animais existentes na amostra tenderão a migrar para baixo, fugindo da luz e do calor e acabam atravessando a malha e caindo no funil. Sob o funil foi colocado um frasco com uma solução alcoólica (80%) para capturar os animais. O período de extração da fauna das amostras foi estendido por seis dias.

Após a extração dos animais, o conteúdo dos frascos de captura foi transferido para placas de Petri, adicionando-se pequenas quantidades de água. Os animais foram observados diretamente nas placas com lupas binoculares. As placas continham uma pequena quantidade de água para que os animais não desidratassem, dificultando a identificação.

4 MONITORAMENTO DA ÁGUA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

A coleta do material para o monitoramento da água foi realizada em sete pontos ao longo da área que representa a sub-bacia hidrográfica do baixo Apiaí-Guaçu. Cada um dos pontos de coleta foi georeferenciado utilizando o equipamento GPS – GEO EXPLORER 3 – Trimble.

O critério de escolha dos pontos de baseou principalmente na acessibilidade, embora alguns pontos tenham características específicas.

4.2 DETERMINAÇÃO DO PH

O conhecimento da concentração de íons de hidrogênio em uma solução aquosa permite o monitoramento do poder de corrosão, da quantidade e reagentes necessários à coagulação, do crescimento de microrganismos, do processo de desinfecção que tem a finalidade de reduzir o nível dos microrganismos, e se a água, em relação ao pH, se enquadra dentro das legislações pertinentes.

A determinação do pH foi realizada em pHâmetro (DIGIMED DM 20) de eletrodo combinado (DME-CV1). O eletrodo foi lavado com água destilada e seco com papel absorvente. O potenciômetro foi ajustado ao valor do pH de referência (pH = 4). Após, foi lavado novamente com água destilada e seco com papel absorvente. Foi realizado o teste do aparelho e a leitura do ponto de referência com o tampão de pH acima de 7 ou 7, repetindo as operações acima descritas. Após a calibração do equipamento, cada uma das amostras era levada ao aparelho para medida do pH, sendo feita lavagem com água destilada e secagem com papel absorvente após a medida de pH de cada amostra.

Os resultados obtidos foram registrados em planilha apropriada.

4.3 DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA

A temperatura é um fator determinante no direcionamento das reações que afetam os processos químicos, físicos e biológicos, exercendo assim, uma enorme influência na atividade biológica e no crescimento dos organismos aquáticos.

Para realizar a verificação da temperatura da água na superfície, o termômetro (INCOTERM – Mercúrio) foi colocado em contato com a água até que a temperatura se tornasse constante em cada um dos pontos de amostragem.

Para realizar a verificação da temperatura da água na profundidade do substrato bentônico, o termômetro foi submerso a 40 cm de profundidade, até que a temperatura se tornasse constante. Os resultados foram registrados em planilhas apropriadas.

4.4 DETERMINAÇÃO DA TURBIDEZ

A turbidez é a expressão usada para descrever o grau de clareza da água. Quanto maior a quantidade de material em suspensão na água, mais turva ela estará. Esse parâmetro apresenta grande importância no manejo de microbacias, pois o material em suspensão na água pode ser composto por argilas, areias, resíduos orgânicos, material mineral, detritos e plâncton, além de poder apresentar um intenso efeito antiestético (água suja).

Para determinação da turbidez foram coletados 200 mL de água e realizada a verificação direta no turbidímetro (HACH COMPANY – modelo 2100P). Os resultados foram registrados em planilhas apropriadas.

4.5 DETERMINAÇÃO DA PROFUNDIDADE DA COLUNA D'ÁGUA.

A profundidade da coluna d'água se faz necessária como uma das variáveis limnológicas importantes na caracterização desse ecossistema e como parte integrante para compor a avaliação pontual da vazão do rio neste ponto de amostragem.

A determinação foi realizada com o auxílio de uma âncora presa a uma corda graduada em centímetros, verificando-se a profundidade variável do leito do rio de margem a margem. A corda graduada foi lançada sete vezes em pontos diferentes que compõem a largura deste rio. As medidas foram somadas e foi calculada a média dessas profundidades. Os resultados foram registrados em planilhas apropriadas

4.6 VELOCIDADE DE ESCOAMENTO DA ÁGUA

A velocidade de escoamento da água é uma característica limnológica que subdivide as águas lóxicas em nascente, curso médio e foz. A velocidade de escoamento da água possibilita a determinação da vazão do curso d'água em cada ponto de amostragem.

Foi escolhido em cada ponto de amostragem um trecho do rio o mais reto possível e demarcada uma faixa de 10 m de comprimento. O flutuador era liberado no ponto à montante e anotado o tempo gasto para que o equipamento percorresse os 10 m demarcados. Foi determinada a secção transversal do trecho amostrado através do seguinte cálculo:

$$St. = L \times PM$$

Onde:

St. = Secção transversal em m²

L = Largura do rio

PM = Profundidade média

4.7 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DO RIO

Através de um cálculo, dado pela fórmula $V = St \times T$, foi possível calcular a vazão do rio, considerando-se que:

V = Vazão

St = Seccção Transversal em m²

T = Tempo x 0,8 ou 0,9 (fator de correção – necessário pela variação na velocidade da água nas margens e no centro do rio). O fator de correção utilizado foi de 0,8 no ponto 1 por apresentar leito pedregoso e 0,9 em todos os outros pontos por apresentar leito barrento (HERMES; SILVA, 2004, p. 53; PALHARES *et al.*, 2007, p. 1). Os resultados foram registrados em planilhas apropriadas.

4.8 PESQUISA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

A verificação da fauna de macroinvertebrados bentônicos em cada um dos pontos de amostragem foi realizada através da utilização de substrato artificial com argila expandida. Este tipo de substrato apresenta como pontos positivos a padronização do material e o seu tempo de permanência, além da amostragem não ser destrutiva do ambiente e possibilitar a construção de amostradores baratos e fáceis de serem construídos (BICUDO, C.; BICUDO, D., 2004, p. 222).

A metodologia para pesquisa dos macroinvertebrados bentônicos foi realizada após a identificação de dois cestos, uma para cada lado da margem em cada ponto de amostragem. Os cestos contendo argila expandida foram colocados próximos as margens e ao fundo do rio em cada ponto de amostragem e fixados com estacas. Foi aguardado um período de seis semanas para recolhimento dos cestos e transporte para o laboratório

Após este período, os cestos foram retirados de cada ponto de amostragem, acondicionados em saco plástico antes da retirada da água para reduzir o efeito da tensão superficial da água nesse momento. Os cestos foram transportados para o laboratório em caixa de isopor. Os seixos de cada cesto foram lavados com jatos fracos de água sobre uma peneira

com malha de 0,21 mm de abertura. O material coletado foi selecionado em bandeja de PVC branca sob fonte de luz.

Foi realizada a identificação dos organismos bentônicos através de processo classificatório em nível de família. Os resultados foram registrados em planilhas apropriadas e os espécimes selecionados foram fixados e preservados em álcool a 70%.

4.9 BIOENSAIO DE TOXICIDADE AGUDA

4.9.1 Com sementes de alface (*Lactuca sativa L.*)

As substâncias tóxicas podem afetar o crescimento normal das plantas, principalmente nas suas etapas iniciais, como germinação e desenvolvimento de raízes. Ao observar e medir o comprimento de raízes jovens e comparar estas medidas com um controle, é possível determinar a presença de compostos químicos tóxicos no ambiente. O ensaio pode ser aplicado na avaliação de toxicidade de águas superficiais (lagos e rios), águas potáveis, residuárias, lixiviados de solo, sedimentos e outras amostras sólidas (WANG, 1987, p.409-414).

Foi realizada inicialmente a curva de dose resposta, sendo preparadas pelo menos 5 diluições da amostra para realizar a análise, de maneira a obter valores intermediários de toxicidade entre 100 a 0%. Para as amostras ambientais é recomendado o uso do fator de diluição de 0,3 a 0,5. O uso do fator 0,3 permite avaliar a toxicidade em intervalos entre 100 a 1%, e 0,5, entre 100, 30, 10, 3 e 1%. Ao aplicar o fator 0,5 é necessário utilizar maior número de diluições para abranger o mesmo intervalo de concentrações (100, 50, 25, 12, 6, 3 e 1,5%), entretanto se obtém maior precisão dos resultados.

As diluições são preparadas com água dura ou mineral. O controle negativo é realizado com água dura ou mineral (com a água de diluição empregada).

Para avaliar a sensibilidade da semente utilizada, simultaneamente ao teste da toxicidade da amostra, deve ser realizado o controle positivo, utilizando zinco (Zn II) como tóxico referência.

Para análise de amostras desconhecidas (por exemplo: ambientais), antes de se realizar o experimento, é recomendado fazer um teste preliminar utilizando doses em escala logarítmica (100, 10, 1, 0,1 e 0,01%) que permita estabelecer o intervalo conveniente para obter valores de efeito entre 100, 50 e 0% necessários para calcular o CE₅₀ ou CI₅₀ (concentração que produz 50% de efeito de inibição).

O protocolo de realização de cada teste segue a seguinte seqüência: em uma placa de Petri foi colocada uma folha de papel de filtro circular de diâmetro igual ao da placa; cada

placa foi identificada com a diluição e o nome da amostra correspondente, e data de início e término do experimento.

O papel de filtro foi saturado com 4 mL da diluição da amostra a ser analisada, evitando a formação de bolhas de ar. Com o auxílio de uma pinça ou palito foi colocada uma semente em cada ponto da placa (de acordo com protocolo padrão). Assim, cada placa deve conter 20 sementes, que serão repetições do ensaio.

As placas foram fechadas, envolvidas em filme plástico para não ocorrer perda de umidade, cobertas com papel escuro e incubadas por 120 h ou 5 dias, a temperatura de 22 °C.

Após este período, o comprimento da raiz de cada uma das plântulas correspondente a cada concentração e controles positivo e negativo foi medida cuidadosamente. Foi quantificado o número de sementes que não germinaram e a porcentagem de variação do crescimento da raiz.

Foi construído o gráfico da média de crescimento das radículas de alface nas diferentes concentrações utilizando a análise de variância de um fator (ANOVA).

As fórmulas utilizadas foram:

- **Comprimento médio** = Comprimento total/N^o de sementes germinadas
- **Porcentagem de variação da germinação** = (N^o de sementes germinadas do controle normal - N^o de sementes germinadas de cada teste) * 100/N^o de sementes germinadas do controle normal.
- **Porcentagem de variação do crescimento da raiz** = comprimento médio das amostras - comprimento médio normal (controle negativo) * 100/comprimento médio do controle normal

Os resultados foram registrados em planilhas apropriadas.

4.9.2 Com bulbos de cebola (*Allium cepa* L.)

O ensaio com bulbos de cebola (*Allium cepa* L.) é um bioensaio de toxicidade aguda com renovação diária da solução de ensaio. Como ponto final (*end point*) de avaliação de efeitos fitotóxicos, se quantifica a inibição média do crescimento das raízes do bulbo (FISKESJÖ, 1988, p.243-260). Um bulbo constitui uma forma vegetal de propagação e resistência, estando seus órgãos modificados para armazenar substâncias de reserva e proteger o ápice caulinar durante o período de dormência e posterior desenvolvimento da planta. Em um bulbo o talo está reduzido a um órgão cônico pequeno em que se inserem numerosos catáfilos ou folhas modificadas para acumular substâncias nutritivas. Exteriormente o bulbo está coberto

por catáfilos, delgados e secos, de proteção. As raízes são adventícias e se desenvolvem a partir da base do disco caulinar. Quando os bulbos são hidratados, se ativa o brotamento e se estimula o crescimento da planta, iniciando-se o crescimento das raízes (FISKESJÖ, 1988, p.243-260). Na presença de substâncias tóxicas, a divisão celular dos meristemas radiculares pode ser afetada, retardando o processo de mitose e alterando algum processo de crescimento das células radiculares. Estas alterações inibem o crescimento normal da raiz, por isto que a fitotoxicidade de um composto pode ser determinada através da medição deste parâmetro.

Para o preparo das diluições é sugerido o emprego de uma série de cinco concentrações e um controle negativo. Para sua preparação é empregado o método de diluição de forma seqüencial aplicando um fator de 0.2 ou 0.3. Com finalidade de pré-teste pode ser empregada uma série de diluições logarítmicas (Ex: 100, 10, 1, 0.1, 0.01, etc.) e, posteriormente, estabelecido um intervalo de concentrações convenientes para a determinação da CE/CI₅₀ (concentração que produz 50% de efeito de inibição).

Para o preparo de cada diluição foi utilizada água dura reconstituída (ou água mineral), realizando o controle negativo com a água de diluição empregada.

Para controlar a sensibilidade das cebolas, simultaneamente ao teste de uma amostra, deve ser realizado um controle positivo utilizando Cu (II) como tóxico de referência.

Para a realização do ensaio, os bulbos devem ser limpos eliminando os catáfilos externos secos e removendo, com uma faca os restos de tecido e raízes da área radicular. Nesta etapa devem ser evitados danos aos primórdios radiculares. À medida que se vai limpando e para evitar sua desidratação, os bulbos devem ser colocados em água de diluição mantendo-os por duas horas de molho, antes de iniciar o ensaio. Desta maneira, são eliminados, também, os possíveis inibidores do brotamento, muitas vezes empregados em cebolas comercializadas.

O experimento é composto de seis repetições (cebolas), tanto para o controle negativo como para cada diluição da amostra e para o tóxico de referência (cobre). Os tubos de ensaio devem permanecer cheios com a solução teste e/ou controle até a borda, durante todo o experimento, em bancada sem vibrações, a temperatura ambiente (20°C) e sem iluminação direta.

Duas vezes por dia os tubos eram completados com as soluções respectivas para restabelecer o volume perdido por absorção e evaporação, sem retirar as raízes da solução.

A cada 24 h era renovada a quantidade total do volume do tubo, para não ocorrer concentração. Ao término do período de exposição (72 h) foi medido o comprimento médio das

raízes de cada bulbo com régua ou escala em milímetros. Para a medição, era colocada a escala no nível do bulbo e visualmente achado o ponto médio entre as raízes mais curtas e as mais longas. Foram expressos os resultados de cinco médias, descartando uma réplica que tenha valor mais extremo em cada tratamento (FISKESJÖ, 1988, p.243-260).

Foi construído o gráfico da média de crescimento das raízes de cebola nas diferentes concentrações utilizando a análise de variância de um fator (ANOVA).

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

1.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A sub-bacia hidrográfica do rio Apiaí-Guaçu apresenta características geológicas, geomorfológicas, pedológicas, climatológicas e um conjunto de comunidades animais e vegetais, que constitui uma unidade natural interagindo entre si. Trata-se de um sistema onde as relações mútuas entre os diversos componentes que integram sua estrutura, permitem a análise integrada do potencial ecológico, possibilitando uma avaliação mais concreta das atividades antrópicas.

Esta sub-bacia, pela classificação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema, localiza-se nos Municípios de Buri e Taquarivaí. É uma unidade geográfica formada por uma área de drenagem de aproximadamente 879,49 km² de superfície possuindo um comprimento de 54,06 km.

A área que delimitamos para ser estudada foi georeferenciada e apresenta como coordenadas limites os paralelos 23° 40' e 24° 01' de latitude sul e os meridianos 48° 35' e 48° 43' oeste de Greenwich, conforme apresentado na Figura 1.

A principal via de acesso, a partir de São Paulo, é a Rodovia Presidente Castelo Branco (SP-280) até o km 129, saída para Tatuí. Segue-se pela SP-127 em direção a Itapetininga até a cidade de Capão Bonito. Desta cidade, chega-se diretamente a Taquarivaí através da SP 258, totalizando uma distância aproximada de 270 km de São Paulo. O acesso ao Município de Buri é realizado por uma estrada vicinal que parte da SP 258 a aproximadamente 10 km.

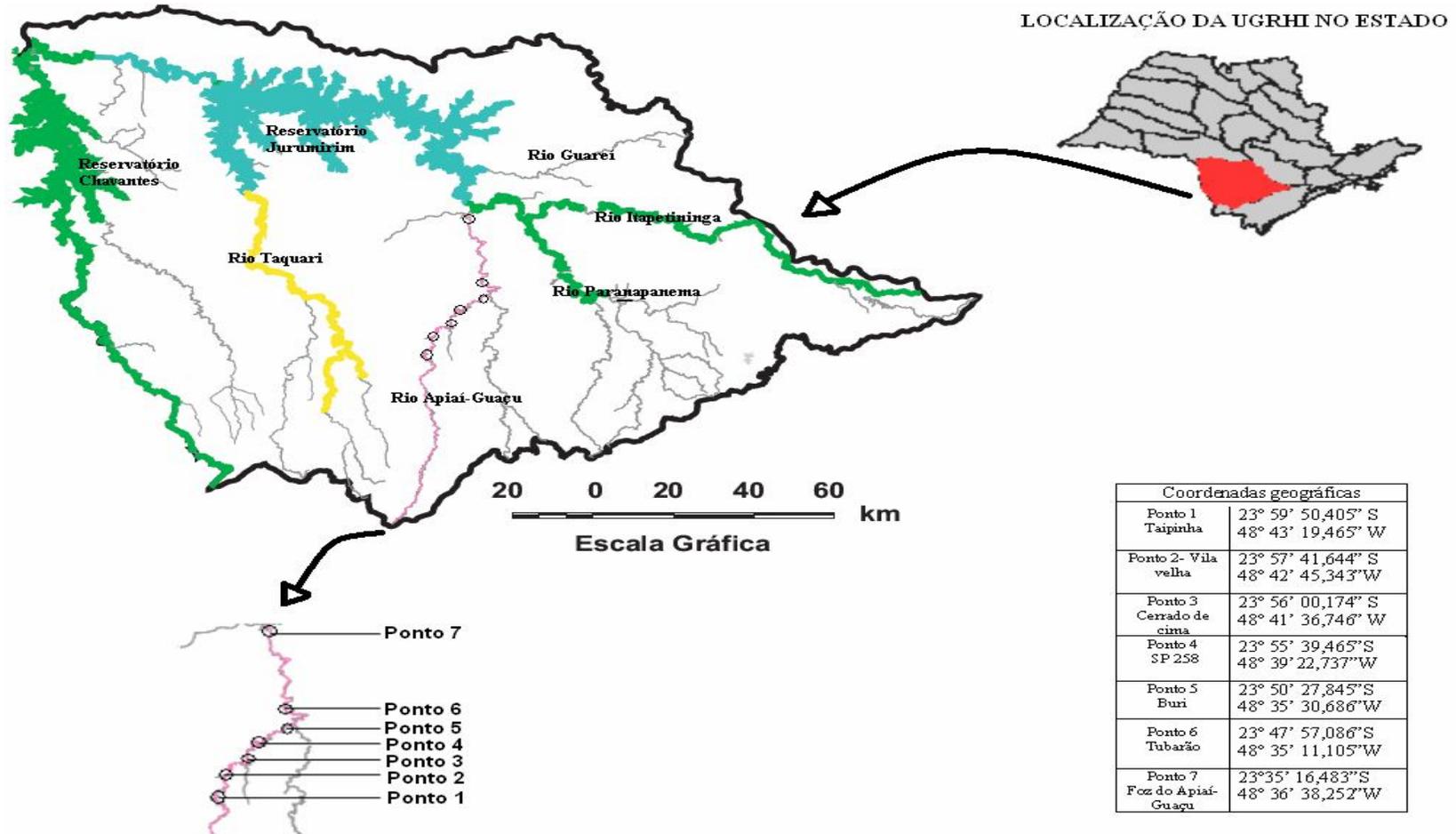


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

Fonte: SÃO PAULO, Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento (2005, p. 51). Adaptado do mapa A 14.1 pelo autor

1.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

Os pontos de coleta de amostras de solo e água foram georeferenciados e são apresentados nos mapas anexos, conforme notação apresentada na caracterização de cada ponto.

As coletas de amostras de solo foram realizadas na faixa de solo denominada mata ciliar. Como o rio Apiaí-Guaçu apresenta largura superior a 10 metros e inferior a 50 metros, as amostras foram coletadas na faixa dos 50 metros a partir da sua margem (BRASIL, 1989).

As amostras de água foram coletadas mensalmente em 7 (sete) pontos diferentes ao longo do rio Apiaí-Guaçu, com acessibilidade facilitada e apresentando as seguintes características:

Ponto 1

Coordenadas geográficas: Latitude 23° 59' 50,4520''S e Longitude 48° 43' 19,4654''

W - Mapa de localização geográfica dos pontos 1 e 2 (ANEXO A).

Ponte do bairro rural da Taipinha para Areia Branca no município de Itapeva. Este ponto representa a área que antecede a sub-bacia objeto deste estudo e tem a finalidade de observar as influências na qualidade da água do rio Apiaí-Guaçu antes de sua entrada nesta sub-bacia. O rio nesta área apresenta como característica visual um leito pedregoso, pequena profundidade e águas que possibilitam a observação do leito, conforme ilustrado nas Figuras 2a e 2b.



Figuras 2a e 2b – Ponto de coleta 1

Ponte do bairro rural da Taipinha para Areia Branca no município de Itapeva

Ponto 2

Coordenadas geográficas: Latitude 23° 57' 41,6449''S e Longitude 48° 42' 45,3435'' W - Mapa de localização geográfica dos pontos 1 e 2 (ANEXO A).

Ponte da estrada do bairro de Vila Velha no município de Taquarivaí para o bairro das Formigas no município de Itapeva. Neste ponto observam-se pequenas propriedades dedicadas à agricultura e criação de gado bovino. O ponto em questão representou efetivamente o início da sub-bacia e está localizado abaixo do ponto anterior. Como característica visual, sua profundidade é maior que o ponto anterior dificultando a visualização do leito do rio, que é composto por pedras e muito acúmulo de areia, conforme ilustrado nas Figuras 3a e 3b.



Figuras 3a e 3b – Ponto de coleta 2

Ponte da estrada do Bairro de Vila Velha no município de Taquarivaí
para o Bairro das Formigas no município de Itapeva

Ponto 3

Coordenadas geográficas: Latitude 23° 56' 00,1747''S e Longitude 48° 41' 36,7469'' W - Mapa de localização geográfica dos pontos 3 e 4.(ANEXO B).

Ponte da estrada para Estação de Captação de Água da SABESP e Fazenda Cerrado de Cima no município de Taquarivaí. A área circunvizinha pertence à Fazenda Cerrado de Cima onde observa-se o cultivo de cereais e pastagens, além de reflorestamento. Foi observada menor profundidade do rio neste local e, embora fosse visível a presença de cascalho, o leito do rio se apresentava arenoso. Sua localização está abaixo do ponto anterior no sentido das águas. A SABESP faz, neste local, a captação da água bruta para tratamento e distribuição ao município de Taquarivaí, conforme ilustrado nas Figuras 4a e 4b.



Figuras 4a e 4b – Ponto de coleta 3

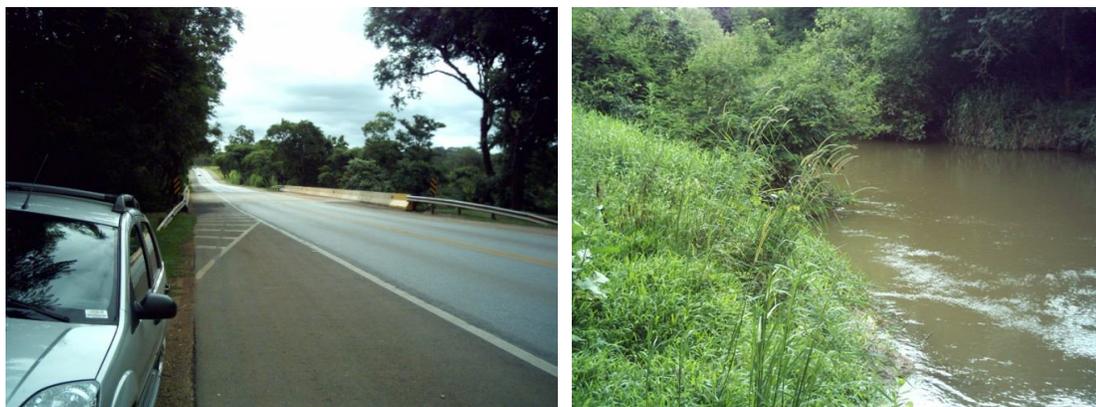
Ponte da estrada para estação de captação de água da SABESP e Fazenda Cerrado de
Cima no município de Taquarivaí

Ponto 4

Coordenadas geográficas: Latitude 23° 55' 39,4654''S e Longitude 48° 39' 22,7370''

W - Mapa de localização geográfica dos pontos 3 e 4 (ANEXO B).

Ponte na rodovia SP 258, no município de Taquarivaí. Esta região está ocupada com várias chácaras recebendo a denominação de Recreio dos Pescadores. É característica a agricultura de pequeno porte e a criação de pequenos animais. Neste ponto a profundidade do rio supera os anteriores e foi observado acúmulo de areia em seu leito. Neste ponto, o curso do rio corta a rodovia SP 258 e segue rumo ao município de Buri, conforme ilustrado nas Figuras 5a e 5b.



Figuras 5a e 5b – Ponto de coleta 4

Ponte na rodovia SP 258 no município de Taquarivaí

Ponto 5

Coordenadas geográficas: Latitude 23° 50' 27,8456''S e Longitude 48° 35' 30,6861''

W - Mapa de localização geográfica dos pontos 5 e 6 (ANEXO C).

Ponte da rodovia vicinal que liga a SP 258 com o município de Buri. Neste ponto foram observados alguns “ranchinhos” utilizados para pescar e algumas áreas com agricultura e pastagem. O leito do rio é caracterizado por acúmulo de areia e sua profundidade dificultava a visualização do fundo. Ponto localizado no município de Buri, conforme ilustrado nas Figuras 6a e 6b.



Figuras 6a e 6b – Ponto de coleta 5

Ponte da rodovia vicinal que liga a SP 258 com o município de Buri

Ponto 6

Coordenadas geográficas: Latitude 23° 47' 57,0867''S e Longitude 48° 35' 11,1052''

W - Mapa de localização geográfica dos pontos 5 e 6 (ANEXO C).

Ponte na zona urbana da cidade de Buri (Restaurante Tubarão), saída da cidade em direção a Campina do Monte Alegre. O leito do rio possuía acúmulo de areia e sua profundidade dificultava a visualização do leito. Localizado abaixo do ponto anterior é o único pertencente à zona urbana dentro desta área de estudo. Próximo a este ponto existe um posto fluviométrico. As águas superficiais e de pequenos córregos que cortam a cidade de Buri são despejadas nesta região. Embora o local faça parte da zona urbana de Buri, foram observadas pastagens e eucalipto na ocupação do solo, conforme ilustrado nas Figuras 7a e 7b.



Figuras 7a e 7b – Ponto de coleta 6

Ponte na zona urbana da cidade de Buri (Restaurante Tubarão), saída da cidade com direção a Campina do Monte Alegre.

Ponto 7

Coordenadas geográficas: Latitude 23° 35' 16,4830''S e Longitude 48° 36' 38,2528''

W - Mapa de localização geográfica do ponto 7 (ANEXO D).

Ponte da zona rural de Buri no Bairro dos Espanhóis a 500 m da foz do rio Apiaí-Guaçu com o rio Paranapanema. O rio Apiaí-Guaçu deixa de ser corpo receptor e passa a ser corpo de afluência do rio Paranapanema, corpo hídrico principal da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema. Nesta porção final da sub-bacia hidrográfica encontramos áreas de solo ocupadas por pequenas chácaras e propriedades com agricultura de grãos e pastagens. O leito do rio apresentava acúmulo de areia, com dificuldade de visualização do fundo, conforme ilustrado nas Figuras 8a e 8b.



Figuras 8a e 8b – Ponto de coleta 7

Ponte da zona rural de Buri do Bairro dos Espanhóis a 500 m da foz do rio Apiaí-Guaçu com o rio Paranapanema

2 MONITORAMENTO DO SOLO

2.1 PARÂMETROS FÍSICOS

2.1.1 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA

A umidade relativa foi determinada nas amostras de solo coletadas na área de mata ciliar, tanto na área de mata preservada, como em área cultivada, no período de outubro de 2006 a outubro de 2007, nos 7 pontos identificados anteriormente.

Cada coleta foi feita em 5 locais diferentes do mesmo ponto geográfico para uma amostragem abrangente do solo. A média de cada ponto foi calculada e é apresentada na Tabela 1.

Observando os dados da Tabela 1 e comparando com as características locais de cada ponto, o solo apresentou no ponto 4, na área de cultivo com pastagem, maiores percentuais de umidade relativa, provavelmente devido a sua característica de hidromorfismo. No mesmo ponto, porém na área de mata ciliar, esta característica não esteve presente e a textura deste solo mostrou-se mais arenosa. A diferença de umidade relativa do solo no mesmo ponto em ambientes diferentes pode estar relacionada à especificidade da cobertura do solo (mata x pastagem) e da formação do solo.

Ao relacionarmos a área de pastagem deste ponto 4 com a pastagem do ponto 7, observamos uma diferença significativa em todos os meses de coleta indicando uma possível relação com os fatores climáticos específicos e a própria pedogênese desses solos.

O ponto 7 apresentou o menor valor de umidade relativa tanto na área de mata ciliar como na área de cultivo com pastagem. A área de mata nativa deste ponto apresentou aparentemente maior teor de areia do que a área de pastagem desta mesma localidade, podendo assim, explicar seu menor percentual de umidade relativa.

Comparando o ambiente “mata” nos diferentes pontos de coleta, os maiores percentuais de umidade relativa foram observados nos pontos 1 e 3. Provavelmente essas variações estejam relacionadas ao regime de chuvas, a estratificação das matas e aos fatores pedogenéticos dos solos de cada ponto.

Relacionando a área cultivada do ponto 1 sob sistema de plantio direto (milho-aveia-soja) com a área cultivada do ponto 2 sob sistema convencional de plantio (milho-feijão) podemos observar que, em média, a diferença foi pequena não possibilitando afirmar que existiu influência do tipo de manejo de solo sobre a umidade relativa.

A diferença entre os valores de umidade relativa do solo entre as áreas de eucalipto do ponto 3 e do ponto 6 provavelmente também estão relacionadas as variações edafo-climáticas dos ambientes.

Tabela 1 – Umidade relativa (%) das amostras de solo da mata ciliar (região de mata e região cultivável) no período de outubro de 2006 a outubro de 2007

UMIDADE RELATIVA DO SOLO (%)														
MÊS	Pontos de Amostragem													
	1		2		3		4		5		6		7	
	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C
OUT	9,88	9,40	6,92	10,68	9,04	8,44	9,20	20,92	13,20	12,28	8,60	7,08	4,88	7,76
NOV	8,40	14,06	7,44	10,84	14,56	11,24	10,28	20,56	20,08	13,96	13,96	10,64	8,12	9,48
DEZ	13,72	9,96	12,92	16,28	14,84	9,40	16,68	25,36	18,80	13,68	20,64	14,48	7,96	10,52
JAN	17,00	14,44	11,40	12,08	13,40	10,60	10,32	19,08	11,72	10,48	10,80	6,52	5,32	6,80
FEV	21,84	18,20	18,12	15,20	23,12	10,60	21,84	18,20	14,40	11,00	9,32	6,64	6,08	7,96
MAR	16,40	15,00	13,72	14,08	16,16	10,44	12,64	17,20	14,76	13,20	10,48	9,64	8,80	6,88
ABR	18,24	11,64	9,28	10,08	15,52	8,84	9,40	25,44	12,52	18,64	17,60	14,04	4,36	7,76
MAI	17,84	15,32	23,96	19,64	22,92	12,20	19,68	30,68	18,60	21,16	22,24	22,12	10,08	13,96
JUN	15,68	11,41	11,96	12,60	19,32	8,64	7,04	25,68	17,12	19,04	17,96	15,44	5,44	7,00
JUL	16,52	12,28	14,48	13,52	20,12	9,64	8,00	26,48	17,92	19,84	18,76	16,24	6,44	8,00
AGO	14,20	8,68	18,60	8,08	14,52	15,28	9,68	31,20	12,92	14,56	16,36	10,80	4,97	16,84
SET	14,04	4,80	9,44	3,12	10,00	7,60	5,08	14,68	9,12	7,72	10,84	12,12	3,72	1,52
OUT	13,60	4,65	9,158	3,18	9,70	7,37	4,92	14,24	9,39	8,73	11,16	12,48	11,27	12,60
Σ	197,36	149,84	167,39	149,38	203,22	130,29	144,76	289,72	190,55	184,29	188,72	158,24	87,44	117,08
MD	15,18	11,53	12,88	11,49	15,63	10,02	11,14	22,29	14,66	14,18	14,52	12,17	6,72	9,00

Legenda: M – mata; C – cultivo; Σ - Somatório; MD - média

2.1.2 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

A capacidade de retenção de água foi determinada nas amostras de solo coletadas tanto na área de mata ciliar, como em área cultivada, no período de outubro de 2006 a outubro de 2007, nos 7 pontos identificados anteriormente.

Neste trabalho, o material coletado representou a camada dos primeiros 5 cm de solo. Nesta camada, em áreas de cobertura vegetal permanente (mata, eucalipto), foi observada a presença de serapilheira (CORREIA; OLIVEIRA, 2000, p 29). Nos tratamentos onde existiam pastagem e plantio direto, resíduos vegetais também estavam presentes.

Cada coleta foi feita em 5 locais diferentes do mesmo ponto geográfico para uma amostragem abrangente do solo. A média de cada ponto foi calculada e é apresentada na Tabela 2.

Comparando a capacidade de retenção de água pelo solo entre o ambiente mata e o ambiente de cultivo foi possível observar que em média os maiores valores foram encontrados nas áreas de agricultura, exceto no ponto 3 onde a capacidade de retenção da área de mata foi superior a da agricultura. Provavelmente esta diferença esteja relacionada a fatores pedogenéticos, fenologia dos vegetais que ocupam este solo e ao maior volume de resíduos vegetais que não foram ainda totalmente decompostos e estão presentes no solo da mata.

Nos ambientes de cultivo com eucalipto, a capacidade de retenção foi maior no ponto 3 em comparação com o ponto 6, provavelmente por fatores relacionados ao tipo de solo.

As áreas de mata nativa do ponto 3 e do ponto 7 apresentaram seu maior e menor valor de retenção de água respectivamente.

O ponto 5, cultivado convencionalmente com milho seguido de pousio, apresentou o maior percentual de capacidade de retenção de água em comparação com todos outros ambientes e pontos. Especificamente, em relação a área de cultivo de milho e feijão do ponto 2 a maior retenção também foi observada. Provavelmente esta variação esteja relacionada as características do solo de cada ponto.

Os maiores valores de retenção de água do ponto 5 no ambiente de cultivo foram observados nos meses de outubro de 2006 a fevereiro de 2007 e agosto a outubro de 2007. Nos meses de junho e julho os maiores percentuais foram observados no ponto 4 no ambiente de pastagem.

Comparativamente os percentuais de retenção de água do solo em áreas cultivadas foram menores no ponto 6 nos meses de janeiro, fevereiro, junho, julho, setembro e outubro de 2007.

Especificamente no ponto 3, a área de mata apresentou maior capacidade de retenção de água do que a área de eucalipto, provavelmente devido a maior estabilidade do solo neste ambiente.

Segundo Lepsh (2002, p. 44-47) o solo pode reter a água, armazenando-a por certo tempo. Nem todos os solos têm a mesma capacidade de armazenar essa água. Ela varia em função de várias características, tais como textura, tipo de argila, estrutura e conteúdo de matéria orgânica.

Tabela 2 – Capacidade de retenção de água (%) das amostras de solo da mata ciliar (região de mata e região cultivável) no período de outubro de 2006 a outubro de 2007

CAPACIDADE DE RETENÇÃO DA ÁGUA (%)														
MÊS	Pontos de Amostragem													
	1		2		3		4		5		6		7	
	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C
OUT	11,01	15,34	14,12	14,20	13,40	13,12	13,01	8,33	8,23	16,81	8,11	13,91	6,89	13,34
NOV	12,05	15,30	12,19	13,90	13,82	14,24	12,99	8,70	15,76	16,52	13,32	13,81	10,61	13,68
DEZ	14,20	14,03	11,65	16,10	13,76	14,33	12,36	15,25	14,88	16,16	13,03	13,95	10,46	13,89
JAN	13,86	13,98	13,28	14,51	14,73	14,37	10,11	15,26	8,70	16,63	9,24	12,38	6,74	13,97
FEV	13,84	14,38	12,12	14,49	14,35	14,47	10,24	15,96	8,18	16,74	9,33	12,03	6,25	13,65
MAR	13,72	13,85	14,41	15,73	15,90	14,50	10,48	15,67	13,39	15,03	11,11	15,70	10,30	13,57
ABR	11,29	12,81	13,43	15,44	12,40	14,11	11,57	13,82	9,42	13,08	14,10	12,22	5,14	11,71
MAI	12,18	9,21	12,27	10,35	12,61	10,13	13,56	12,67	15,91	13,34	16,10	15,60	12,90	14,89
JUN	14,96	18,71	20,13	18,31	18,99	17,63	16,02	21,83	13,52	18,78	14,00	13,39	12,63	18,57
JUL	16,12	19,82	21,20	19,41	20,08	18,74	17,15	22,88	14,69	18,65	15,16	14,47	13,81	19,67
AGO	14,83	15,33	17,64	14,65	16,44	16,30	15,88	20,77	16,85	21,71	17,93	14,79	13,71	19,00
SET	17,16	18,28	19,12	22,00	21,57	21,17	15,79	23,86	13,76	24,08	15,70	14,54	12,86	20,06
OUT	15,50	16,64	17,50	20,43	20,00	19,60	14,10	22,54	12,04	22,56	14,02	12,84	11,14	18,47
Σ	180,72	197,68	199,06	209,52	208,05	202,71	173,26	217,54	165,33	230,09	171,15	179,63	133,44	204,47
MD	13,90	15,21	15,31	16,12	16,00	15,59	13,33	16,74	12,72	17,70	13,17	13,82	10,26	15,73

Legenda: M – mata; C – cultivo; Σ - Somatório; MD - média

Este parâmetro conjuntamente com a umidade relativa é fundamental ao funcionamento das cadeias biológicas e bioquímicas do solo (MONTEIRO; FRIGUETTO, 2000, p. 37).

Ao relacionar a umidade relativa com a capacidade de retenção de água do solo podemos observar que no ponto 7, no ambiente “mata”, esses parâmetros apresentaram os menores valores. Aparentemente a textura arenosa do solo pode justificar este resultado.

Quando comparamos a capacidade de retenção de água com a umidade relativa do ponto 5 (milho-pousio) observamos que mesmo apresentando a maior capacidade de retenção de água entre os ambientes de cultivo, o mesmo não ocorreu com sua umidade relativa. Provavelmente, a justificativa deste resultado esteja na maior exposição da superfície do solo aos raios de sol, principalmente no período de pousio, promovendo uma intensa evaporação da água neste solo.

Como vimos na Tabela 1, o ponto 4 (pastagem) apresentou o maior valor de umidade relativa entre as áreas cultivadas, porém o mesmo não aconteceu com a capacidade de retenção de água. Provavelmente a perenidade da pastagem do ponto 4 reduziu o processo de

evaporação da água do solo pela diminuição, ou até mesmo, impedimento da incidência direta dos raios de sol sobre a terra.

2.2 PARÂMETRO QUÍMICO

2.2.1 DETERMINAÇÃO DO pH

O pH foi determinado nas amostras de solo coletadas na área de mata ciliar, tanto na área de mata preservada, como em área cultivada, no período de outubro de 2006 a outubro de 2007, nos 7 pontos identificados anteriormente.

Cada coleta foi feita em 5 locais diferentes do mesmo ponto geográfico para uma amostragem abrangente do solo. A média de cada ponto foi calculada e é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Potencial hidrogeniônico (pH) das amostras de solo da mata ciliar (região de mata e região cultivável) no período de outubro de 2006 a outubro de 2007

pH DO SOLO (%)														
MÊS	Pontos de Amostragem													
	1		2		3		4		5		6		7	
	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C
OUT	4,92	5,64	6,72	5,55	5,59	5,66	5,75	5,02	5,63	5,84	5,28	5,38	5,38	5,76
NOV	5,08	5,60	6,48	5,57	5,67	5,72	5,78	5,12	5,33	6,02	4,75	5,65	4,75	5,41
DEZ	5,20	6,03	6,56	6,04	5,44	6,24	5,23	5,45	5,65	6,09	5,01	5,49	5,11	5,64
JAN	5,26	4,83	6,20	5,99	6,04	6,46	5,61	6,09	5,72	5,89	5,46	5,39	5,22	5,71
FEV	5,25	5,09	6,11	6,03	6,03	6,50	5,59	6,08	5,58	5,85	5,74	5,28	5,08	5,67
MAR	5,41	5,98	6,40	6,21	6,25	6,31	6,31	6,37	6,13	6,25	5,58	6,10	5,46	6,00
ABR	5,94	5,90	6,63	6,66	6,21	6,20	6,59	6,34	6,12	6,85	5,49	6,32	5,42	5,99
MAI	5,50	6,45	6,68	6,96	6,62	6,39	6,51	6,32	6,69	6,84	6,20	6,55	5,55	6,32
JUN	5,83	5,85	6,75	6,38	6,44	6,57	6,48	6,23	6,53	7,13	5,49	5,99	5,43	6,15
JUL	5,50	5,50	6,35	6,00	6,06	6,17	6,08	5,86	6,14	6,70	5,16	5,63	5,10	5,78
AGO	6,30	6,76	7,56	7,68	7,39	7,37	6,74	6,69	6,08	7,59	6,12	6,57	5,26	6,44
SET	6,39	6,49	7,62	7,68	7,94	7,48	7,09	6,43	6,46	7,18	5,02	6,31	5,21	5,95
OUT	6,01	6,10	7,16	7,21	7,48	7,03	6,66	6,04	6,16	6,74	4,72	5,93	4,90	5,60
Σ	72,64	76,25	87,25	84	83,20	84,14	80,48	78,10	78,27	85,01	70,08	76,64	67,92	76,46
MD	5,59	5,87	6,71	6,46	6,40	6,47	6,19	6,00	6,02	6,54	5,39	5,89	5,22	5,88

Legenda: M – mata; C – cultivo; Σ - Somatório; MD - média

A análise dos resultados apresentados na Tabela 3 possibilitou inferir que os pontos 6 e 7, no ambiente “mata” apresentaram os menores valores médios de pH em relação aos outros pontos de mesmo ambiente. Aparentemente os pontos 7 e 6 apresentaram os maiores

teores de areia, respectivamente. Características da gênese do solo aliadas as condições climáticas locais e a fenologia da mata provavelmente podem explicar essas variações.

A acidificação do solo é um fenômeno comum em regiões de clima úmido, onde a grande quantidade de chuva acarreta a lavagem progressiva de cátions básicos (cálcio, magnésio, potássio e sódio). Inicialmente esses cátions são substituídos pelo hidrogênio que é responsável pela reação ácida da solução do solo (LEPSCH, 2002 p.48), contudo em ambientes de vegetação perenizada, os cátions básicos são repostos ao solo pela decomposição dos resíduos vegetais das próprias plantas. A ação da cadeia biológica promove esse processo de decomposição.

As áreas de agricultura mais intensiva são representadas pelos pontos 1, 2 e 5. No ponto 1 o solo foi manejado sob o sistema de plantio direto rotacionando as culturas milho-aveia-soja. No ponto 2 o cultivo convencional utilizou a rotação de milho-feijão em pequena área. No ponto 5, a agricultura de cultivo convencional trabalhou com milho e posteriormente não foi cultivado permanecendo a área em pousio. Nos pontos 2 e 5 foi possível observar a elevação do pH do solo a partir do mês de abril de 2007, provavelmente ocasionado pela aplicação de calcário. Essas duas áreas não foram cultivadas nos meses de inverno.

No ponto 1, a elevação do pH também foi observada, mas de maneira menos intensa. Neste ponto, nos meses de inverno, a área foi cultivada com aveia com objetivo de produzir cobertura morta (palhada) para a cultura principal (soja) do próximo período. Provavelmente a aplicação de calcário também ocorreu, porém a cultura de aveia provavelmente utilizou parte dos cátions de cálcio e magnésio do calcário para o seu desenvolvimento.

Quando comparamos a cultura de eucalipto presente no ponto 3 e 6 observamos que a partir do mês de agosto de 2007 houve uma elevação do pH de 6,0 para 7,68 no ponto 3, provavelmente pela aplicação do corretivo (calcário). A cultura de eucalipto neste ponto apresentava idade aproximada de 3 anos, com menor área de cobertura do solo. No ponto 6, a elevação do pH foi menor, variando de 5,63 para 6,57 e provavelmente não houve aplicação de corretivo ou a dosagem de corretivo não foi suficiente. A cultura de eucalipto neste ponto apresentava, possivelmente, idade superior a 20 anos e normalmente é manejada para ser colhida. A elevação do pH pode estar relacionada à mineralização da matéria orgânica que disponibiliza cátions ao solo.

2.3 PARÂMETRO BIOLÓGICO

As análises realizadas para a determinação da abundância da fauna de solo, especificamente a meso e macro fauna, possibilitaram a obtenção dos seguintes resultados:

A ordem *Isoptera* apresentou um maior número de indivíduos no ponto 2 onde a cultura de milho foi rotacionada com a cultura de feijão em comparação com outros ambientes de agricultura (APÊNDICE B). Podemos observar que provavelmente os resíduos da cultura de milho após a colheita foram responsáveis por sua prevalência neste ambiente. Cabe ressaltar que o maior número de espécimes foi coletado no mês de julho de 2007, antecedendo as operações de preparo de solo nesta área. Em agosto de 2007 o número de indivíduos caiu significativamente, voltando a aumentar aproximadamente um mês depois.

Em relação ao ambiente “mata”, o maior número de indivíduos desta ordem foi observado no ponto 6 e especificamente no mês de março de 2007. Provavelmente a prevalência neste mês esteve relacionada com a fenologia das espécies vegetais existente neste ambiente.

Foi observado em todos os pontos maior número de espécimes desta ordem presentes nas coletas realizadas entre os meses de março a junho de 2007 (APÊNDICES A-G).

Segundo Poggiani, Oliveira e Cunha, (1996, p. 35) a ordem *Isoptera* apresenta boa distribuição nos trópicos. Os isópteros exercem o papel de principais agentes na fragmentação e mistura do material orgânico com o solo mineral. Segundo Giracca *et al.* (2003 p.259), a percentagem de isópteros das amostras coletadas foi de 7% entre 2000 e 2001.

Para essa classe de insetos foram coletados 670 indivíduos que representaram aproximadamente 5,0% do total de indivíduos coletados e apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Número total de indivíduos e percentual de abundância na população de macro e mesofauna do solo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Soma G
Soma T	670	466	1740	55	71	158	161	300	9250	179	65	11	140	13267,76
%	5,05	3,51	13,1	0,41	0,53	1,18	1,21	2,26	69,7	1,34	0,48	0,08	1,05	

- | | | | | |
|--------------|------------------|----------------|---------------------|-----------|
| A. Isóptero | B. Díptera Larva | C. Hymenóptero | D. Pseudo-escorpião | |
| E. Diplópode | F. Chilópoda | G. Crustáceo | H. Coleóptero | |
| I. Ácaro | J. Colêmbolo | K. Anelídeo | L. Molusco | M. Aranha |

De acordo com Poggiani, Oliveira e Cunha, (1996, p. 35-36), as larvas de insetos com metamorfose completa podem ser reunidas em uma única categoria devido a grande dificuldade de classificação em níveis mais detalhados. Portanto as larvas foram classificadas como pertencente à ordem *Diptera*. Segundo Gallo *et al.* (1978, p. 117), a fase larval caracteriza-se nos insetos por ser uma fase de intenso crescimento, tanto em tamanho como em ganho de peso. Dependendo da sua forma podem ser classificadas em diferentes tipos e foi possível observar larvas de corpo achatado do tipo limaciforme. O hábito alimentar das larvas de dípteros é variado, porém as larvas de ambiente terrestre alimentam-se de material orgânico em decomposição e servem de alimento para outros invertebrados da fauna do solo.

No trabalho realizado por Giracca *et al* (2003, p.257-261) foi observado um número médio de dípteros na coleta de solo de 9% da população. A metodologia de coleta e extração da macrofauna aplicada no trabalho citado difere do método deste estudo.

Esse grupo de macroinvertebrado apresentou na contagem total 466 indivíduos e um percentual de 3,51 % do total de indivíduos coletados nesta pesquisa, conforme mostrado na Tabela 4.

Em todos os pontos de coleta o número de dípteros nas áreas de mata foi superior ao das áreas de cultivo. Na área de cultivo com cobertura de eucalipto, do ponto 6, foi observado o menor número de indivíduos levantado por essa pesquisa provavelmente pelo seus hábitos alimentares e a presença de predadores (APÊNDICES A-G).

O filo *Mollusca*, basicamente representado por caramujos e caracóis, somente foi encontrado no ambiente mata, porém o número de indivíduos foi muito pequeno ou inexistente, como ocorreu no ponto 4 (APÊNDICES A-G). A Tabela 4 demonstra que o número de indivíduos coletados representou apenas 0,08% do total geral de espécimes. Em geral os moluscos terrestres são herbívoros e encontrados em ambientes úmidos. A coleta da serapilheira, recolhendo o material superficial e sub-superficial provavelmente não propiciou a captura desses organismos.

A triagem realizada após a extração da macro e mesofauna do solo nos diferentes ambientes e pontos de coleta possibilitou a determinação da abundância da comunidade de artrópodes do solo representada pela subclasse *acari*

Este grupo de indivíduos pertencentes à mesofauna edáfica foi o mais abundante de toda a pesquisa. Dos 13.268 indivíduos observados nesta pesquisa, aproximadamente 70% foi representado por este grupo com um número aproximado de 9.250 espécimes (TABELA 4). Certamente o maior número de indivíduos coletados ocorreu nas áreas de mata com destaque

para os pontos 7, 5, e 6 com os maiores valores numéricos totais respectivamente (APÊNDICES A-G).

Analisando especificamente os pontos de amostragem e os ambientes, foi observado que o maior número de espécimes deste grupo ocorreu na área de mata nativa do ponto 7 e 6 no mês de março de 2007 e no ponto 5 em janeiro deste mesmo ano (APÊNDICES A-G). Neste ambiente, o menor número de ácaros ocorreu no ponto 4 no mês de outubro de 2006.

Correlacionando o número de indivíduos com a disponibilidade de água do solo e pH nos mesmos pontos e datas citados acima observamos que as maiores e menores populações de ácaros ocorreram independentemente dos valores extremos desses parâmetros de solo. A variabilidade de distribuição dos ácaros, tanto nas áreas de mata, como de cultivo nos diferentes pontos e períodos não possibilitou estabelecer um padrão geral de ocorrência deste grupo de invertebrados.

Segundo Poggiani, Oliveira e Cunha (1996, p.35) as densidades das populações destes animais se correlacionam com o conteúdo de matéria orgânica dos solos. Ácaros alimentam-se de diferentes espécies de fungos. Embora a metodologia de extração de meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino tenha sido diferente do presente estudo, a presença de ácaros em menor abundância foi constatada (GIRACCA *et al* 2003, p. 257 - 261).

De acordo com Uhlig (2005, p.49-50), a participação da subclasse *acari* na população da mesofauna do solo em ambiente de floresta em diferentes fases de regeneração foi muito freqüente. Uhlig (2005, p. 39-40) utilizou os funis de Berlese para extração da mesofauna do solo, portanto, a mesma metodologia de extração utilizada nesta pesquisa.

A triagem da macrofauna *Coleoptera* totalizou 300 indivíduos representando 2,26% da população total coleta nesta pesquisa (TABELA 4).

Quando individualizamos a população de coleópteros dos outros grupos da macro e mesofauna edáfica e observamos a Tabela 5 é possível inferir que existe uma menor variação no número de indivíduos no ambiente mata em comparação ao ambiente de cultivo. Provavelmente, este aspecto esteja relacionado ao maior equilíbrio do ecossistema mata. Na área de cultivo, quando comparamos o ponto 1, plantio de cereais sob o sistema de plantio direto, com os pontos 2 e 5, plantio de cereais, porém em sistema convencional, fica evidente o maior número de indivíduos deste grupo na área de plantio direto. Ao observarmos os pontos 3 e 6, onde o solo é coberto pela cultura perene de eucalipto, a diferença do número de indivíduos é relativamente pequena (TABELA 5), porém inferior as áreas de mata de todos os pontos.

O ponto 4 apresentou o maior número de indivíduos na soma geral entre os pontos e ambientes. Especificamente em maio de 2007, no ambiente de pastagem, foi observado o maior número de espécimes (APÊNDICES A-G). Comparando o ambiente de pastagem dos pontos 4 e 6 a diferença do número total desses indivíduos é muito aparente e provavelmente esteja relacionada ao caráter hidromórfico do solo do ponto 4. O somatório geral do número de espécimes tanto nas áreas de mata, como de cultivo apresentou uma pequena diferença, não possibilitando inferir outras considerações sobre padrões de ocorrência deste grupo de artrópodes (APÊNDICES A-G). A enorme diversidade de espécies, famílias e estilo de vida deste grupo de insetos dificultam qualquer generalização (POGGIANI, OLIVEIRA E CUNHA, 1996, p.35).

No trabalho realizado por Giracca *et al* (2003, p.257-261) os dados obtidos com a triagem do solo apontaram para um número médio de coleópteros que representaram 21% da população. Cabe ressaltar que o método de extração da macrofauna no trabalho citado difere do método deste estudo.

Tabela 5 – Número total de coleópteros por ponto e por ambiente

Ambiente	PONTOS							Soma
	1	2	3	4	5	6	7	
Mata	19	22,5	19,5	22	25	23	18	149
Cultivo	31	11	12	65	10	16	6	151

A classe crustácea foi representada basicamente pela ordem *Isopoda*. Em termos numéricos, na Tabela 4, foi possível observar que essa classe de macroinvertebrados representou apenas 1,21% do total de indivíduos de diferentes grupos triados por essa pesquisa. Na Tabela 6 ficou evidente que a soma do número de indivíduos dessa classe foi ligeiramente superior na área de mata e especificamente muito maior na área de mata do ponto 4 em relação aos outros pontos com este mesmo ambiente. Comparando os resultados do número de espécimes desta classe no mesmo ponto e em ambientes diferentes (mata x pastagem) a superioridade numérica se mantém respectivamente (TABELA 6). Possivelmente estes resultados estejam relacionados à serapilheira acumulada nestes ambientes.

Segundo Poggiani, Oliveira, e Cunha (1996, p.34), mesmo em baixas densidades essa classe pode constituir uma importante fração da biomassa de artrópodes. Alimenta-se principalmente do folheto ou outras substâncias em decomposição do solo. A serapilheira da cultura de eucalipto quando perenizada, é rica em material em decomposição, formado por

ramos e cascas. Observando o trabalho de Uhlig (2005, p.49-50) a triagem realizada com metodologia similar a do presente trabalho apresentou também um número pequeno de indivíduos em seus tratamentos.

O maior número de indivíduos desta classe, nesta pesquisa, foi observado no ponto 6 na área de eucalipto. Comparativamente com a cultura de eucalipto do ponto 3 fica evidente que condições de solo com menor teor de matéria orgânica e umidade diminui a prevalência deste crustáceo terrestre neste ambiente.

Tabela 6 – Número total de crustáceos por ponto e por ambiente

Ambiente	PONTOS							Soma
	1	2	3	4	5	6	7	
Mata	10,00	7,50	13,00	28,00	10,00	11,00	5,00	84,50
Cultivo	4,50	0,00	5,00	19,50	4,00	39,00	4,50	76,50

A classe *Diplopoda* apresentou uma baixa abundância de indivíduos ou até mesmo não foi observada em determinados pontos em ambientes de cultivo (Tabela 7). A maior número de indivíduos ocorreu no tratamento mata, com maior abundância nos pontos 1 e 5.

Tabela 7 – Número total de diplópodes por ponto e por ambiente.

Ambiente	PONTOS							Soma
	1	2	3	4	5	6	7	
Mata	14,50	6,50	7,50	4,00	13,5	6,50	6,00	58,50
Cultivo	0,00	1,00	3,00	0,00	4,50	2,00	2,00	12,50

No trabalho de Uhlig (2005, p.51), a presença desta classe variou entre 0,6 e 1,2% indicando certa similaridade com os resultados do presente estudo, pois o número total de indivíduos foi também muito baixo, representando 0,53% de toda a população. A observação do número de indivíduos de maneira localizada em relação aos tratamentos e culturas permite inferir a íntima relação dessa classe de artrópode com a manutenção de matéria orgânica no solo e o próprio manejo aplicado nas áreas de agricultura (APÊNDICES A-G). Conforme

Poggiani, Oliveira e Cunha (1996, p.35) essa classe alimenta-se predominantemente de material vegetal morto.

Os resultados obtidos com a triagem das amostras durante o trabalho de pesquisa com relação à ordem *Collembola* demonstraram que o somatório do número de indivíduos no ambiente de cultivo foi superior ao do ambiente mata. Foi possível observar que a maior abundância de espécimes foi observada nas áreas onde o sistema de cultivo movimenta menos o solo como é o caso do plantio direto e das áreas com culturas perenes e pousio (Tabelas 4 e 8, APÊNDICES A-G).

Tabela 8 – Número total de colêmbolo por ponto e por ambiente.

Ambiente	PONTOS							Soma
	1	2	3	4	5	6	7	
Mata	13,00	9,00	9,00	15,00	15,00	7,00	8,50	76,50
Cultivo	18,00	4,50	14,50	25,50	12,50	18,00	9,50	102,50

O trabalho de Giracca *et al.* (2003, p.257-261), apurou a existência de 19% de ocorrências desta ordem nas amostragens realizadas. Nos trabalhos de Uhlig (2005, p. 49-50), a presença deste grupo no conjunto de invertebrados da mesofauna foi em média de 16,3%, 21,3% e 27,2% nas três fases sucessionais de regeneração das florestas estudadas.

Para a presente pesquisa o número de espécimes coletados representou 1,34 % do total de indivíduos de diferentes grupos triados, conforme apresentado na Tabela 4..

De maneira mais específica foi possível observar que o maior número total de indivíduos por localidade foi observado no ponto 4, 1 e 6 na área de cultivo No ambiente floresta a maior ocorrência aconteceu no ponto 4 e 5. A menor ocorrência foi observada na área de agricultura do ponto 2 e na área de mata do ponto 6. A provável explicação para estes resultados deve estar relacionada a maior estabilidade estrutural dos solo de mata, culturas perenes e manejados em cultivo mínimo. O ponto 2, com agricultura convencional apresentou o menor número de indivíduos desta ordem, nesta pesquisa.

Ao correlacionarmos a prevalência desta ordem nos diferentes pontos e ambientes com a disponibilidade de água do solo e pH nos mesmos pontos e datas citados acima observamos que as maiores e menores populações de colêmbolos ocorreram independentemente dos valores extremos desses parâmetros de solo (APÊNDICES A-G).

Esta ordem, segundo Poggiani, Oliveira e Cunha (1996, p.33) está diretamente relacionada com o conteúdo de matéria orgânica dos solos e são utilizados como bioindicador na recuperação de áreas degradadas.

A ordem *Hymenoptera* representa os grupos das formigas. Este grupo compõe uma parte da fauna da serapilheira muito comum e importante. Existem grupos que consomem açúcares, matérias em decomposição e são predadores. Existem gêneros que consomem fungos cultivados em diferentes tipos de cobertura do solo (POGGIANI, OLIVEIRA E CUNHA, 1996. p. 35).

A triagem das amostras possibilitou a totalização desses espécimes que são apresentados na Tabela 9. Nesta tabela é possível observar que no ambiente mata o número total de indivíduos é muito superior ao ambiente de cultivo.

No trabalho desenvolvido por Uhlig (2005, p. 49-50) a família *Formicidae* apresentou uma abundância percentual dentro dos grupos de mesofauna triados que está entre 7,1-10,8%. Giracca *et al.* (2003, p.259), observou que a porcentagem de ocorrência desta ordem foi de 36%, porém o método de extração do seu trabalho não é o mesmo aplicado nesta pesquisa.

O grupo das formigas foi o segundo mais representativo em número de indivíduos com um total de 1740 espécimes e um percentual de aproximadamente 13%. Esse grupo mostrou-se muito mais abundante nas áreas de matas em todos os pontos, exceto no ponto 6 onde a cultura de eucalipto de aproximadamente 20 anos de idade demonstrou possuir um maior número de espécimes (TABELA 9 e APÊNDICES A-G). Cabe ressaltar que existe uma grande diversidade de espécies neste grupo e o presente trabalho não realizou a qualificação das mesmas.

Tabela 9 – Número total de himenópteros por ponto e por ambiente.

Ambiente	PONTOS							Soma
	1	2	3	4	5	6	7	
Mata	207,00	224,00	158,00	116,00	101,00	176,00	258,00	1240,00
Cultivo	40,00	25,50	42,00	58,50	24,50	196,00	113,50	500,00

Analisando especificamente os pontos de amostragem e os ambientes observamos que o maior número de espécimes deste grupo ocorreu na área de mata nativa do ponto 7. No ponto 5 foi observado o menor valor numérico tanto na área de mata nativa como na área de cultivo. O ponto 2 apresentou em julho de 2007 o maior número de indivíduos por local e data

e a inexistência desse grupo de artrópode foi observada em diferentes datas nos pontos 1, 2, 3, 5 e 7 (APÊNDICES A-G).

Ao correlacionarmos a prevalência desta ordem nos diferentes pontos e ambientes com a disponibilidade de água do solo e pH nos mesmos pontos e data citados acima observamos que as maiores e menores populações de formigas ocorreram independentemente dos valores extremos desses parâmetros de solo (APÊNDICES A-G).

Os grupos *Isopteros*, *Dipteros*, *Hymenopteros* e *Coleopteros* aqui determinados representam a classe *Insecta* e perfazem aproximadamente 24% dos indivíduos totais amostrados. Segundo Gallo *et al.* (1978, p.17) para muitos autores essa classe é considerada a mais evoluída do Filo *Arthropoda*.

Os pseudo-escorpiões somente foram observados nos ambientes de plantio direto (ponto1), mata, milho soqueira (ponto 5) e pasto (ponto 7). Os outros ambientes não apresentaram nenhum indivíduo.

Tabela 10 – Número total de pseudo-escorpião por ponto e por ambiente.

Ambiente	PONTOS							Soma
	1	2	3	4	5	6	7	
Mata	17,00	10,00	7,50	2,00	9,50	2,00	1,00	49,00
Cultivo	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,00	6,00

Segundo Poggiane; Oliveira; Cunha (1996, p. 35) esses pequenos predadores são encontrados em fendas de casca de arvores, serapilheira ou solo. Suas presas incluem outros invertebrados da mesofauna, tais como colêmbolos, formigas e ácaros. No trabalho desenvolvido por Uhlig (2005, p. 49-50) o grupo dos pseudo-escorpiões foi observado, porém a abundância média foi de 0,2% dos grupos de mesofauna obtidos.

Com aproximadamente 0,4% de indivíduos dentro do somatório geral os pseudo-escorpiões praticamente só foram amostrados nas áreas de matas. Dos 55 indivíduos capturados somente 7 foram observados nas áreas de culturas reforçando seu modo de vida como predador (TABELA 10 e APÊNDICES A-G).

Ao correlacionarmos o número de pseudo-escorpiões nos diferentes pontos e ambientes com a maior ou menor disponibilidade de alimento (presas) foi observado que a ausência de espécimes *pseudoscorpionida* nas áreas de agricultura dos pontos 2, 3, 4 e 6 provavelmente não foi ocasionada pela falta de alimento, pois nestes pontos, ácaros, formigas e colêmbolos foram contabilizados (APÊNDICES A-G).

A Tabela 11 apresenta o número total de indivíduos da classe *Chilopoda* por ponto e por ambiente. Seres vivos dessa classe são exclusivamente predadores e vivem restritos a habitats escondidos, como fendas de troncos ou solos (POGGIANI; OLIVEIRA; CUNHA, 1996, p.35).

O número de indivíduos capturados foi pequeno em todos os tratamentos, principalmente nas áreas de cultivo, dentro dos grupos amostrados seu percentual foi de 1,18%.

Os dados obtidos no trabalho de pesquisa de Uhlig (2005, p.49-50) demonstram que existe uma variação percentual de chilópodes entre 1,0-1,4% dentro dos grupos amostrados indicando também um pequeno número de indivíduos capturados.

Tabela 11 – Número total de chilópodes por ponto e por ambiente.

Ambiente	PONTOS							Soma
	1	2	3	4	5	6	7	
Mata	8,00	9,00	14,00	14,50	27,50	20,50	21,50	115,00
Cultivo	10,50	5,50	3,00	8,00	4,00	9,00	3,00	43,00

Nesta pesquisa o número total de indivíduos capturados foi igual a 158, sendo que durante o período de coleta observou-se uma maior distribuição de indivíduos nos pontos 3, 4, 5, 6, 7 no ambiente mata (APÊNDICES A-G). Isto pode estar relacionado à maior disponibilidade de alimentos. Foi possível observar também que o maior número de espécimes foi coletado no ponto 1 no ambiente de plantio direto, provavelmente pela mesma característica observada no ambiente mata.

Para o caso dos anelídeos, apesar do número de indivíduos triados durante o período de coleta das amostras ter sido pequeno e o percentual igual a 0,48% de toda a comunidade de macro e mesoinvertebrados do solo foi possível observar que o ambiente de pastagem do ponto 4 apresentou o maior número de indivíduos deste grupo. Provavelmente o tipo de cobertura e o caráter hidromórfico deste solo expliquem este resultado.

Poggiani, Oliveira e Cunha, (1996, p. 34) informam que as minhocas ingerem material orgânico em decomposição e solo mineral, apresentam um efeito marcante na estrutura e propriedade dos solos, pelo menos na região temperada. Além disso, apresentam preferência a materiais com alto conteúdo de nitrogênio e açúcares.

No trabalho de Giracca *et al.* (2003, p. 259) o número de indivíduos desta classe foi baixíssimo ou inexistente. Embora o método de captura seja diferente, o processo de triagem é semelhante ao presente trabalho.

Tabela 12 – Número total de anelídeos por ponto e por ambiente.

Ambiente	PONTOS							Soma
	1	2	3	4	5	6	7	
Mata	7,50	2,00	7,00	3,00	4,50	3,00	3,00	30,00
Cultivo	6,00	3,50	1,00	17,50	0,00	7,00	0,00	35,00

Finalizando esta abordagem, pode-se observar na Tabela 13 a distribuição de espécimes do grupo *Aranea* em todos os pontos e ambientes e com maior prevalência no ambiente mata. Esse grupo de invertebrados são predadores comuns e essa atividade tem um efeito regulador potencialmente importante na comunidade do solo (POGGIANI; OLIVEIRA; CUNHA, 1996, p.35). A pesquisa realizada por Giracca *et al.* (2003, p. 259) mostrou que a abundância do grupo *Aranea* é pequena, porém encontrada em todos os tratamentos.

Tabela 13 – Número total de aranhas por ponto e por ambiente.

Ambiente	PONTOS							Soma
	1	2	3	4	5	6	7	
Mata	15,00	10,00	10,50	12,00	12,50	13,00	14,00	87,00
Cultivo	10,50	5,00	8,00	7,00	6,50	7,00	9,00	53,00

Este grupo de artrópode representou aproximadamente 1,0% do número de espécimes coletados na presente pesquisa (Tabela 4).

Especificamente a população de aranhas do solo foi mais aparente no ponto 1 e 7 da área de mata. No ponto 3, nas amostragens realizadas entre os meses de outubro de 2006 a fevereiro de 2007, não foram coletados espécimes desse grupo. A ausência de espécimes também foi observada no ponto 4 no período de junho a outubro (APÊNDICES A-G). Provavelmente o maior número de indivíduos em determinados ambientes tenha relação com a disponibilidade de alimento, porém não podemos afirmar que a atividade predadora deste grupo de artrópode foi reguladora do número de indivíduos dos outros grupos da fauna do solo.

Realizando uma abordagem generalizadora foi organizada a Tabela 14 onde correlacionamos o total geral de indivíduos pertencentes à comunidade de macro e mesofauna do solo em todos os pontos do ambiente mata e cultura. Na área de mata nativa do ponto 7 o maior número de indivíduos de todos os pontos, mesmo apresentando os menores valores de umidade do solo e de pH. Provavelmente a especificidade de algumas espécies da macro e mesofauna contribuíram para este resultado. No ponto 4 observamos o menor número de indivíduos do ambiente mata, aparentemente a fenologia da vegetação desta área influenciou neste resultado uma vez que apresentava-se menos densa. Podemos ainda observar que o número de espécimes de mata nativa do ponto 4 supera o número de indivíduos do ponto 6 que é cultivado com eucalipto com idades aproximada de 20 anos.

Tabela 14 – Número total de indivíduos da comunidade de macro e mesofauna do solo.

AMBIENTES	PONTOS						
	1	2	3	4	5	6	7
MATA	951	917	748	690	1821	1695	2805
CULTURA	1041	342	285	546	505	623	299

Correlacionando os ambientes de agricultura fica evidente a maior abundância de indivíduos no ponto 1 onde o sistema de cultivo é através do plantio direto. A maior estabilidade deste ambiente em relação aos ambientes de agricultura convencional provavelmente contribuiu significativamente para este resultado. O ponto 3, embora sendo cultivado com eucalipto, apresentou o menor número total de espécimes podendo este resultado estar relacionado com a menor cobertura deste solo pela cultura que aparentemente possuía 3 anos de idade.

Analisando as Tabelas 15 e 16 que correlacionam os parâmetros físico-químicos do solo com a diversidade de sua fauna foi possível observar, ainda, que a área de mata do ponto 4 apresentou o menor número total de grupos e de espécimes desta pesquisa. Provavelmente este resultado esteja relacionado a menor diversidade e densidade de espécies vegetais da mata ciliar e por consequência o menor acúmulo de serapilheira. Menor oferta de alimentos, menor número de indivíduos mesmo em condições físico-químicas superiores ao ponto 7 que apresentou o maior número de indivíduos e onde aproximadamente 82% desta população foi representada pelo grupo dos ácaros (APÊNDICE G). Para área de cultivo foi possível observar que o menor número total de espécimes ocorreu no ponto 3, na cultura de eucalipto. Embora esta cultura seja perene e, portanto propicie uma maior estabilidade ambiental ao local, em sua fase de desenvolvimento são utilizadas práticas de manejo que promovem a

capina do mato na região da projeção da saia da cultura. A amostragem do solo foi realizada nesta região, portanto os poucos resíduos de serapilheira foram afastados conjuntamente com o mato desta área. Tanto no ponto 2 como no ponto 4 o número de grupos de indivíduos foram inferiores aos dos outros pontos. Em ambos os pontos não foram encontrados indivíduos do grupo dos pseudo-escorpiões e moluscos. Provavelmente, para o ponto 2, a inexistência desses grupos esteve relacionada com a menor oferta de alimentos em um ambiente intensivamente movimentado pelo preparo de solo.

Tabela 15 – Parâmetros físico-químicos e biológicos do solo da mata

ÁREA DE MATA					
PONTOS	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			PARÂMETROS BIOLÓGICOS	
	UR	CR	pH	NG	TMM
1	15,18	13,90	5,59	13	951,00
2	12,88	15,31	6,71	13	917,00
3	15,63	16,00	6,40	13	748,00
4	11,14	13,33	6,19	12	690,00
5	14,66	12,72	6,02	13	1821,00
6	14,52	13,17	5,39	13	1695,00
7	6,73	10,26	5,22	13	2805,00

Legenda: UR = Umidade relativa (%); CR = Capacidade de retenção de água (%); pH = Potencial hidrogeniônico; NG = Número de grupos diferentes; TMM = Total meso e macroinvertebrados;

Tabela 16 – Parâmetros físico-químicos e biológicos do solo da área de cultivo

ÁREA DE CULTIVO								
PONTOS	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			PARÂMETROS BIOLÓGICOS				
	UR	CR	pH	TC	NC	SC	NG	TMM
1	11,52	15,21	5,86	M/A/S	3	PD	11	1041,00
2	11,49	16,12	6,46	M/F	2	C	10	341,00
3	10,02	15,59	6,47	E	1	C	11	285,00
4	22,29	16,73	6,01	PA	1	C	10	545,00
5	14,18	17,70	6,54	M/PO	2	C	11	505,00
6	12,17	13,82	5,89	E	1	C	11	623,00
7	9,01	15,73	5,88	P	1	C	11	298,61

Legenda: UR = Umidade relativa (%); CR = Capacidade de retenção de água (%); pH = Potencial hidrogeniônico; TC = Tipo de cultivo; NC = Número de cultivos/ano; SC = Sistema de cultivo; NG = Número de grupos diferentes; PD = Plantio direto; C = Convencional; TMM = Total de meso e macroinvertebrados; M = Milho; A = Aveia; S = Soja; F = feijão; E = Eucalipto; PA = Pastagem; PO = Pousio.

3 MONITORAMENTO DA ÁGUA

3.1 PARÂMETROS FÍSICOS

3.1.1 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DO RIO

Foram realizadas medições de vazão do rio Apiaí-Guaçu através do método do flutuador (HERMES; SILVA, 2004, p. 53; PALHARES *et al.*, 2007, p. 1) em cada um dos sete pontos de coleta de dados e em cinco datas ao longo desta pesquisa. Pode-se observar através da Figura 9 que a vazão apresentou um volume crescente de água do início da sub-bacia hidrográfica, representada pelo ponto 1 até o ultimo ponto de coleta representado pelo ponto 7, onde se localiza a foz. A Figura 8 e a Tabela 17 apontam uma redução do volume de água nos pontos 2 e 3 em relação ao ponto 1 provavelmente em função dos sistemas de irrigação existentes nesta região e pela captação da estação de tratamento de água da SABESP da cidade de Taquarivaí. A partir do ponto 6, o rio Apiaí-Guaçu recebe a afluência do rio Apiaí-Mirim elevando o volume de sua vazão. É importante ressaltar que nos meses de baixo índice de chuvas na região, representados na Figura 24 pelas datas de análise 24/06/2007 e 26/08/2007 existe uma diminuição do volume de água no ponto 7 em relação ao ponto anterior devido a utilização intensiva dos sistemas de irrigação por pivô central existentes nesta região.

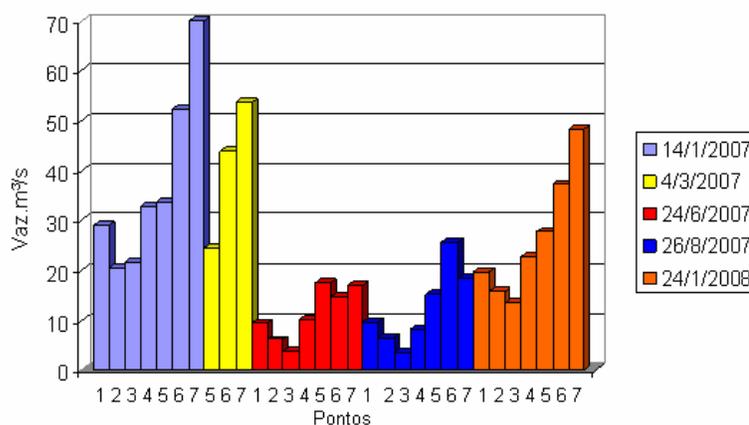


Figura 9 – Gráfico da Vazão do rio Apiaí-Guaçu obtidos pelo método do flutuador

Tabela 17 – Vazão do rio Apiaí-Guaçu obtidos pelo método do flutuador

Mês	Ponto	M.Prof.m	Sec Trans.m ²	fator correção	T.desl. m/s	Vaz.m ³ /seg
Jan	1	1,38	27,60	0,80	1,05	28,98
	2	1,41	28,20	0,90	0,73	20,60
	3	1,02	20,57	0,90	1,06	21,80
	4	2,22	44,43	0,90	0,74	32,88
	5	2,23	46,95	0,90	0,72	33,80
	6	2,05	61,50	0,90	0,85	52,27
	7	2,59	77,79	0,90	0,90	70,00
Mar	5	1,50	31,50	0,90	0,78	24,57
	6	1,59	47,70	0,90	0,92	43,88
	7	1,94	58,29	0,90	0,92	53,63
Jun	1	0,50	9,50	0,80	1,00	9,50
	2	0,73	14,6	0,90	0,42	6,13
	3	0,40	6,40	0,90	0,58	3,71
	4	1,24	22,32	0,90	0,46	10,27
	5	1,15	24,15	0,90	0,72	17,39
	6	0,67	19,43	0,90	0,76	14,77
	7	1,11	34,41	0,90	0,61	16,96
Ago	1	0,40	7,60	0,80	1,28	9,70
	2	0,66	13,20	0,90	0,49	6,47
	3	0,39	7,41	0,90	0,48	3,56
	4	1,06	19,08	0,90	0,43	8,20
	5	1,01	22,22	0,90	0,69	15,33
	6	0,99	28,71	0,90	0,89	25,55
	7	1,22	35,38	0,90	0,52	18,40
Jan	1	0,83	16,71	0,80	1,18	19,72
	2	0,95	17,23	0,90	0,91	15,68
	3	0,73	13,87	0,90	0,97	13,45
	4	1,90	32,30	0,90	0,71	22,93
	5	1,73	31,14	0,90	0,89	27,71
	6	1,56	48,36	0,90	0,77	37,24
	7	2,06	65,92	0,90	0,73	48,32

A Figura 10 apresenta o gráfico de vazões do ponto 6 construído com os valores da tabela 6. Na Figura 11 são observadas as vazões médias, máximas e mínimas do posto fluviométrico do município de Buri relativo ao último ano de medição significativa. Este posto localiza-se próximo ao ponto de coleta 6 (Restaurante Tubarão).

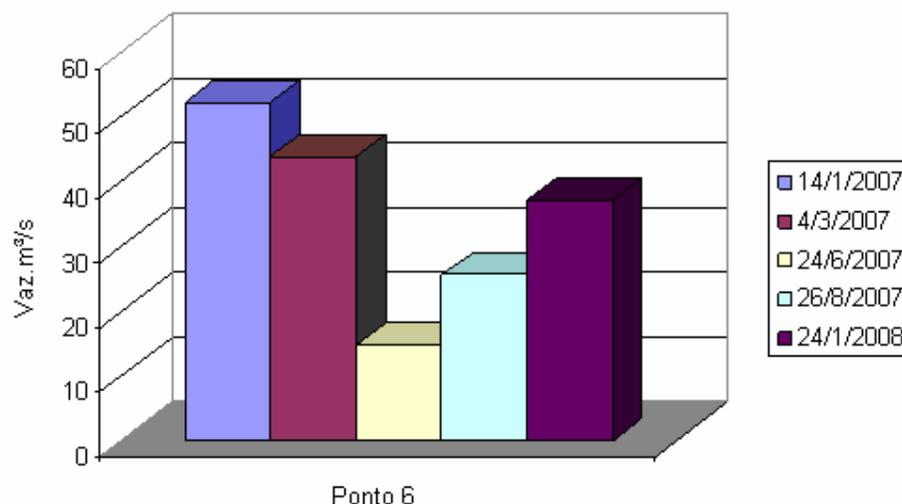


Figura 10 – Gráfico da Vazão do rio Apiá-Guaçu no ponto 6

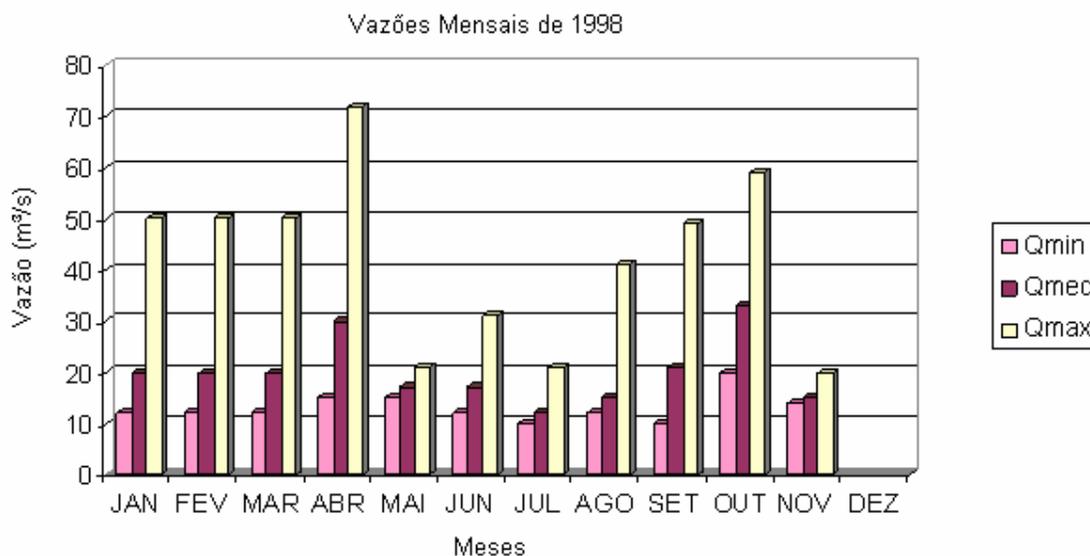


Figura 11 – Gráfico da vazão mínima, média e máxima do posto fluviométrico do rio Apiá-Guaçu, em Buri nas coordenadas de Latitude 23° 55' 27" e Longitude 48° 39' 32"

Fonte: UGRHI 14. Adaptado do Relatório de situação dos recursos hídricos pelo autor

Através da observação das Figuras 10 e 11 é possível reconhecer certa similaridade de resultados, porém a metodologia de determinação da vazão e a frequência de amostragem são diferentes. Acredito que o mérito da utilização do método de determinação da vazão do rio pelo flutuador esteja em não apresentar grandes dificuldades de realização, apresentar baixo custo e completa mobilidade. Possibilita também a determinação da vazão em diferentes trechos dos rios. Através de um planejamento da frequência de monitoramento poderá ser

utilizado pelas instituições de ensino local interessadas em conhecer a dinâmica fluviométrica deste curso d'água e utilizar esses conhecimentos em projetos de preservação ambiental.

A determinação da vazão é importante, pois influencia na qualidade da água, nos organismos que nela vivem e seus habitats (PALHARES *et al.*, 2007, p. 1).

3.1.2 DETERMINAÇÃO DA TURBIDEZ DA ÁGUA

O índice de turbidez indica a presença de sólidos solúveis ou em suspensão ocasionados normalmente pela quantidade de matéria mineral dissolvida na água (solo) ou acumulada no seu leito. As condições climáticas influenciam significativamente este parâmetro.

A Tabela 18 apresenta os resultados de turbidez nos diferentes pontos de amostragem no período de outubro de 2006 a novembro de 2007. Os resultados da turbidez não receberam tratamento estatístico. Os dados obtidos demonstraram que em novembro de 2006 no ponto inicial da pesquisa (ponto 1) foi observado 31,00 NTU (Unidades Nefelométricas), maior índice deste ponto de coleta durante a pesquisa. Neste mesmo ponto, em maio de 2007 a água apresentou-se “bem clara”, ou seja, com pouco material em suspensão tendo como resultado 2,28 NTU. Fica evidente a relação deste índice com os períodos de chuva e seca. Com esse mesmo raciocínio foi observado que em dezembro de 2006 o ponto 7, último ponto de coleta desta pesquisa obteve o maior índice de turbidez, sendo igual a 65,20 NTU e seu menor resultado foi em setembro de 2007 com 6,72 NTU. Aparentemente existe uma lógica de aumento da turbidez da nascente até a foz, neste caso do ponto 1 ao ponto sete, porém em regiões agrícolas a turbidez está relacionada com períodos de chuva e épocas de preparo do solo. Para ressaltar esta afirmativa em 05 de dezembro de 2006 após uma chuva de 80 mm a turbidez do ponto 7 foi de 365 NTU.

As maiores fontes causadoras da turbidez são, argila, areia, resíduos orgânicos, material mineral, detritos e plânctons. O material particulado, entre outros, chega até os cursos d'água através do escoamento superficial das áreas ao seu redor. O efeito do aumento da turbidez pode alterar significativamente a composição do sistema aquático através da redução da atividade fotossintética devido à redução da penetração de luz, proliferação de bactérias produtoras de toxinas devido à eutrofização deste sistema, redução do oxigênio dissolvido e redução ou seleção da diversidade de seres aquáticos (HERMES; SILVA, 2004, p. 21-23).

No ponto 3 a SABESP possui uma unidade de captação e tratamento da água bruta do rio Apiaí-Guaçu e conseqüentemente promovem análises periódicas para determinação de sua qualidade. O anexo E apresenta o laudo desta análise no período de 2006 e 2007. Neste relatório observamos que em 16/10/2006; 10/04/2007 e 14/08/2007 a turbidez analisada foi de 5,82 NTU, 10,40 NTU e 7,82 NTU respectivamente. Embora exista diferença entre as datas de coleta do laudo e as datas de nossas coletas, os resultados apresentam uma pequena discrepância.

Tabela 18 – Turbidez da água do rio Apiaí-Guaçu

Pontos	Mês	Turb.NTU	Pontos	Mês	Turb.NTU	Pontos	Mês	Turb.NTU
1		11,30	6		20,00	4		10,40
2		14,10	7	Fev	22,00	5	Jul	13,70
3		12,90	1		6,82	6		16,10
4	Out	17,90	2		8,95	7		18,10
5		17,30	3		9,51	1		2,50
6		19,40	4	Mar	15,30	2		3,20
7		31,20	5		38,80	3		3,50
1		31,00	6		26,90	4	Ago	5,00
2		43,00	7		37,60	5		6,00
3		37,00	1		13,70	6		7,80
4	Nov	57,00	2		41,00	7		10,00
5		26,00	3		13,20	1		5,50
6		31,00	4	Abr	16,70	2		5,65
7		38,00	5		18,80	3		5,16
1		5,48	6		20,00	4	Set	7,15
2		7,51	7		21,20	5		10,50
3		9,49	1		2,28	6		13,20
4	Dez	20,20	2		4,12	7		6,72
5		42,10	3		4,84	1		5,30
6		29,40	4	Mai	9,89	2		7,47
7		65,20	5		11,60	3		8,10
1		15,20	6		9,38	4	Out	9,30
2		19,40	7		13,70	5		13,7
3		24,70	1		2,73	6		21,00
4	Jan	18,00	2		3,53	7		28,00
5		26,00	3		9,62	1		7,95
6		35,00	4		9,81	2		12,75
7		47,00	5	Jun	9,90	3		13,95
1		15,20	6		9,97	4	Nov	18,00
2		19,40	7		12,10	5		23,25
3	Fev	24,70	1		2,99	6		28,50
4		15,00	2	Jul	6,88	7		37,42
5		18,00	3		10,10			

3.1.3 DETERMINAÇÃO DO PH DA ÁGUA

O índice de pH da água não recebeu tratamento estatístico, mas de maneira geral este parâmetro da água bruta foi superior a 7,0 em praticamente todas as análises e sua média igual a 7,45. A Tabela 19 apresenta os resultados da análise de pH no período pesquisado. As Figuras 12, 13 e 14 contendo gráficos do resultado do pH nos pontos 1, 3 e 7 tornando mais clara e concisa a visualização desses resultados. Esses pontos representam o início, meio e fim da área de estudo do rio Apiaí-Guaçu e podem dar uma noção geral do pH da água na sua entrada e saída deste sistema hidrográfico.

Tabela 19 – pH da água do rio Apiaí-Guaçu

Pontos	Mês	PH - H ₂ O	Pontos	Mês	PH - H ₂ O	Pontos	Mês	PH - H ₂ O
1		7,63	6		7,32	4		7,39
2		7,76	7	Fev	7,00	5	Jul	7,36
3		7,55	1		7,87	6		7,45
4	Out	7,78	2		7,68	7		7,44
5		7,34	3		7,60	1		7,44
6		7,45	4	Mar	7,52	2		7,39
7		7,46	5		7,42	3		7,47
1		7,23	6		7,45	4	Ago	7,39
2		7,01	7		7,40	5		7,36
3		7,32	1		7,47	6		7,45
4	Nov	6,98	2		7,18	7		7,44
5		7,07	3		7,23	1		7,85
6		6,96	4	Abr	7,36	2		7,76
7		7,37	5		7,42	3		7,80
1		7,42	6		7,40	4	Set	7,84
2		7,54	7		7,45	5		7,77
3		7,43	1		7,45	6		7,86
4	Dez	7,71	2		7,71	7		7,75
5		7,57	3		7,62	1		7,20
6		7,62	4	Mai	7,70	2		7,40
7		7,07	5		7,57	3		7,36
1		7,70	6		7,65	4	Out	7,41
2		7,70	7		7,58	5		7,40
3		7,70	1		7,70	6		7,42
4	Jan	7,23	2		7,42	7		7,33
5		7,01	3		7,46	1		7,26
6		6,96	4	Jun	7,48	2		7,42
7		6,84	5		7,38	3		7,38
1		7,77	6		7,45	4	Nov	7,42
2		7,70	7		7,52	5		7,40
3	Fev	7,70	1		7,44	6		7,43
4		7,35	2	Jul	7,39	7		7,34
5		7,40	3		7,47			

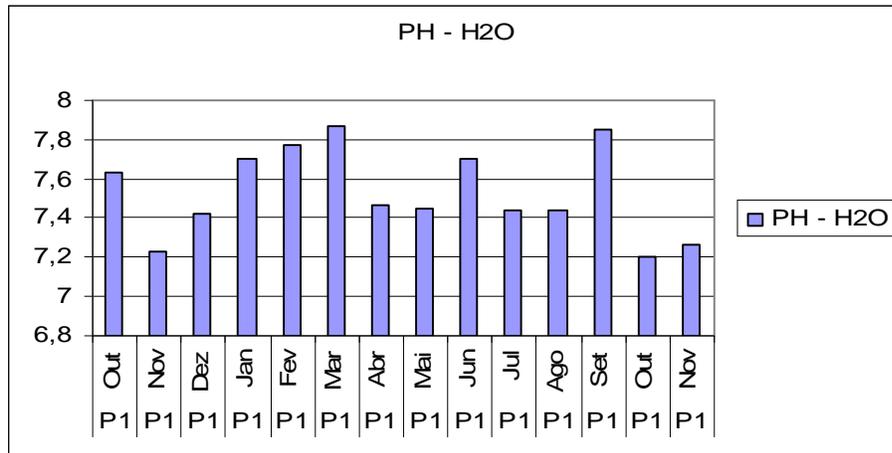


Figura 12 – Gráfico do pH da água do rio Apiaí-Guaçu no ponto 1

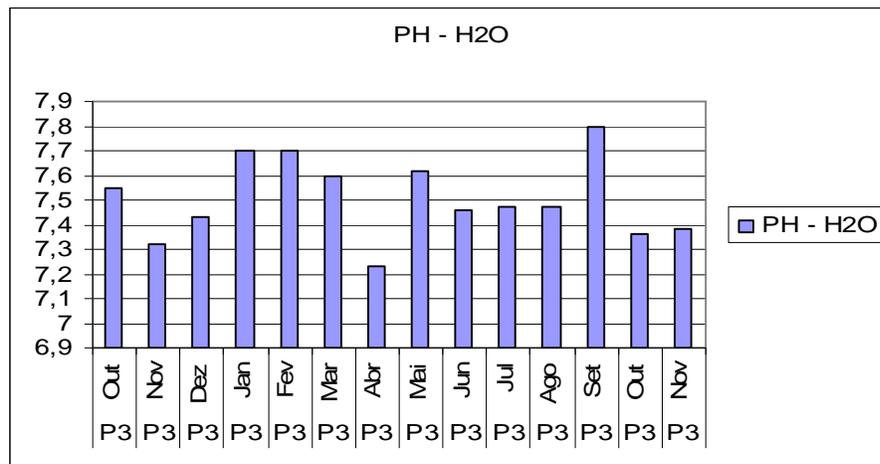


Figura 13– Gráfico do pH da água do rio Apiaí-Guaçu no ponto 3

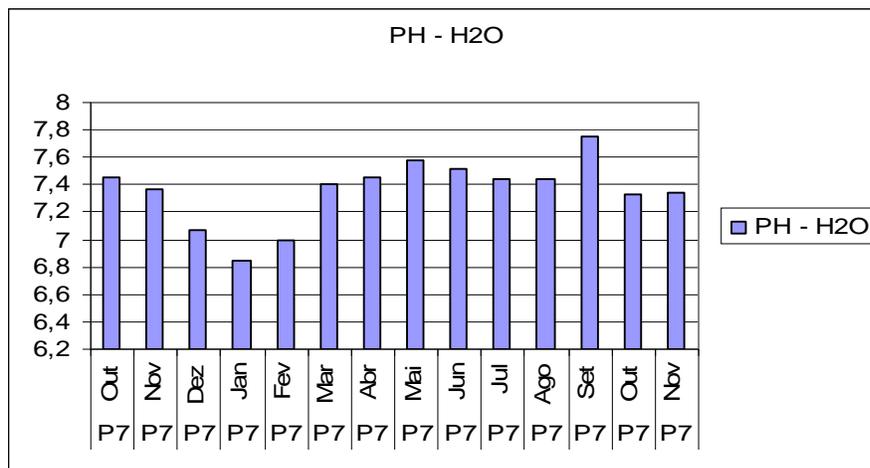


Figura 14 – Gráfico do pH da água do rio Apiaí-Guaçu no ponto 7

Segundo Esteves (1998, p. 190-192) a grande maioria dos corpos d'água continentais tem pH variando entre 6 – 8. As inter-relações entre o pH e as comunidades do meio aquático ocorrem diretamente nos processos de permeabilidade celular interferindo, portanto, no transporte iônico intra e extra celular e entre os organismos e o meio.

As relações entre os seres vivos da água podem ser bilaterais, pois existem espécies que através da decomposição do material orgânico presente neste ambiente liberam ácidos carbônicos e íons acidificando a água. Índices de pH baixo podem indicar decomposição de microbiana.

Segundo Hermes e Silva (2004, p. 14-16) o pH da água é controlado pelo equilíbrio na concentração de compostos dissolvidos. Em águas naturais esse equilíbrio depende da presença de íons carbonatos, além de outros componentes naturais, como os ácidos húmicos e fúlvicos resultantes da degradação da matéria orgânica. Além disso, outros processos ligados com o aumento dos colóides em suspensão e nos sedimentos podem em pH mais ácido disponibilizar substâncias químicas que estavam adsorvidas a esses colóides e serem absorvidas pelas plantas e/ou animais aquáticos.

As análises de pH e turbidez foram realizadas na estação de tratamento de água (ETA) de Itapeva. A SABESP, através do laboratório da Divisão de Controle Sanitário (RAOC) da Unidade de Negócio do Alto Paranapanema, realiza a coleta e avalia a qualidade da água através de análises de parâmetros que seguem as normas da resolução CONAMA 357/2005. Para a sub-bacia hidrográfica estudada, as coletas de água bruta são realizadas no município de Taquarivaí especificamente no ponto 3 e analisadas no laboratório de Itapetininga.

O anexo E apresenta os resultados destas coletas entre os anos de 2006 e 2007. Na data de 16/10/2006 o valor do pH foi de 7,7, em 10/04/2007 o resultado apurado foi de 7,3 e em 14/08/2007 este índice foi igual a 7,6. Embora as datas de coleta não coincida com as datas de coleta desta pesquisa a comparação entre os dois resultados pode indicar uma certa corroboração.

3.1.4 DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA DA ÁGUA

A Tabela 20 apresenta os dados de temperatura da água durante o período da pesquisa.

Tabela 20 – Temperatura da água do rio Apiaí-Guaçu

Pontos	Mês	T.°C -H2O	Pontos	Mês	T.°C -H2O	Pontos	Mês	T.°C -H2O
1		22	6		27	4		17
2		22	7	Fev	27	5	Jul	15
3		23	1		21	6		15
4	Out	22	2		21	7		17
5		23	3		22	1		17
6		23	4	Mar	22	2		17
7		24	5		25	3		17
1		24	6		26	4	Ago	17
2		24	7		26	5		18
3		24	1		18	6		19
4	Nov	24	2		18	7		19
5		21	3		18	1		20
6		22	4	Abr	18	2		21
7		23	5		17	3		23
1		23	6		18	4	Set	23
2		23	7		19	5		17
3		24	1		20	6		18
4	Dez	24	2		20	7		18
5		24	3		20	1		23
6		24	4	Mai	20	2		23
7		25	5		20	3		24
1		24	6		20	4	Out	24
2		24	7		21	5		24
3		24	1		17	6		25
4	Jan	24	2		17	7		25
5		24	3		19	1		20
6		24	4	Jun	20	2		20
7		24	5		18	3		20
1		26	6		19	4	Nov	20
2		26	7		17	5		21
3	Fev	26	1		17	6		22
4		23	2	Jul	17	7		22
5		23	3		17			

A temperatura da água é um parâmetro básico de avaliação de qualidade de água com significância ambiental. Sabe-se que esse aspecto físico da água é muito variável devido às próprias características do corpo d'água e das condições climáticas locais. De acordo com Hermes e Silva (2004, p. 13-14) esse fator é determinante no direcionamento das reações que afetam os processos químicos, físicos e biológicos com grande influência na atividade biológica e no crescimento dos organismos aquáticos. De certa maneira o aumento ou a diminuição da atividade biológica está diretamente relacionado a esse fator. Além disso, a temperatura também influencia a qualidade química da água favorecendo processos de evaporação e volatilização de substâncias presentes na água e alterando a disponibilidade do

oxigênio dissolvido neste ambiente. Embora neste trabalho a análise de oxigênio dissolvido (OD mg/L) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO mg/L) não tenham sido avaliados, segundo Hermes e Silva (2004, p. 26-27) na correlação temperatura e oxigênio dissolvido valores de temperatura da água iguais a 15° C podem correlacionar uma disponibilidade de 10,07 mg/L de oxigênio dissolvido e com valores iguais a 27° C esta disponibilidade cai para 7,95 mg/L. Os valores de temperatura citados são referência da menor e da maior temperatura da água que foi monitorada nesta pesquisa. Cabe ressaltar que esta abordagem não pretendeu afirmar que os valores de OD apresentados são os valores de oxigênio dissolvidos na água do rio Apiaí-guaçu, mas o laudo de análises físico-químicos e bacteriológicos da SABESP no ponto 3 (Anexo E) aponta que na data de 10/04/07 e 14/08/07 foram analisados valores de 7,87mg/L e 8,57 mg/L de oxigênio dissolvido respectivamente.

3.2 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

3.2.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

Segundo Brandimarte *et al.* (2004, p. 212-230) a comunidade de invertebrados bentônicos dos corpos de água continentais é composta por uma grande diversidade de grupos taxonômicos. Incluindo vermes, protozoários, crustáceos, moluscos e insetos, esses animais caracterizam-se por viverem associados ao substrato. Os invertebrados bentônicos constam entre os organismos mais utilizados nas avaliações de efeitos de impactos sobre ecossistemas aquáticos.

O uso de macroinvertebrados bentônicos para o monitoramento de rios atua como uma ferramenta de vigilância, ou seja, é uma metodologia para acompanhar as condições dos ecossistemas aquáticos com o objetivo principal de detectar impactos acidentais ou decorrentes de atividades produtivas (SILVEIRA, 2004, p.34).

Neste trabalho foram utilizadas armadilhas do tipo rede com substratos artificiais devido à facilidade da construção dos amostradores, custo reduzido e a agilidade na triagem do material coletado. Este tipo de amostragem possibilita um maior controle de variáveis em estudo e a obtenção de dados locais específicos. Brandimarte *et al.* (2004, p. 221-222) informa que não existem amostradores perfeitos. Problemas com a colonização e o equilíbrio da comunidade zoobentônica devido ao tempo de permanência da armadilha, problemas de

vandalismo, secas e enchentes levam a perda ou à alteração da eficiência quando se utiliza substratos artificiais.

Os amostradores colocados ao longo dos sete pontos desapareceram ou foram retirados da água e jogados às margens. Em razão do vandalismo, este parâmetro de monitoramento ambiental ficou prejudicado.

O cronograma de permanência das armadilhas foi de seis semanas. Devido ao pequeno número de armadilhas resgatadas não foi possível a realização de uma triagem representativa. Guerreschi (2004, p. 81) sugeriu a colocação de 3 ou 4 cestos por ponto de amostragem, considerando perda e a possibilidade da utilização da média no lugar da somatória total dos organismos.

O material triado efetivamente continha em uma das armadilhas um molusco bivalve e um oligoqueto. Em outra triagem foram encontrados três moluscos bivalves. Para monitoramentos durante todo o ano recomendamos a manutenção dos cestos por um período de 60 dias devido sua maior eficiência (GUERRESCHI, 2004, p. 81). Segundo Guerreschi (2004, p. 46) a família *Oligochaeta* foi monitorada em três pontos de coleta e dois córregos diferentes em sua pesquisa.

Na tentativa de obter informação sobre a poluição difusa da água foi realizada uma entrevista com alguns pescadores amadores, mas que frequentemente se deslocam no trecho do rio entre os municípios de Itapeva, Taquarivaí e Buri. A entrevista efetuada não pretendeu apresentar o rigor metodológico que uma pesquisa científica exige, mas servir como indicadora de um caminho para o desenvolvimento de pesquisas futuras.

Foi realizada uma análise dos dados fornecidos pelos pescadores e as espécies mais freqüentemente citadas foram o lambari, o tambiú, piava, piau e o mandi. Os pescadores informaram que houve redução na quantidade de peixes desse trecho do rio ao longo dos dez últimos anos. Segundo Viadana (2001, p.263-273) a pesquisa utilizando gaiola bioindicadora com a espécie *Astyanax bimaculatus* (tambiú) possibilita através do comportamento desse bioindicador aferir e reconhecer capacidades de auto depuração da água em diferentes trechos do rio.

3.2.2 BIOENSAIOS DE TOXIDADE AGUDA

Os bioensaios de toxidade aguda com sementes de alface e bulbos de cebola receberam tratamento estatístico através da análise da variância (ANOVA) para as diferentes concentrações de água do rio Apiaí-Guaçu.

Para a alface em todas as concentrações o resultado da análise da variância não foi significativo exceto no tratamento com zinco classificado como tóxico de referência F é igual a 5, 374.

A Figura 15 apresenta o gráfico da média da variação de crescimento das radículas de sementes de alface.

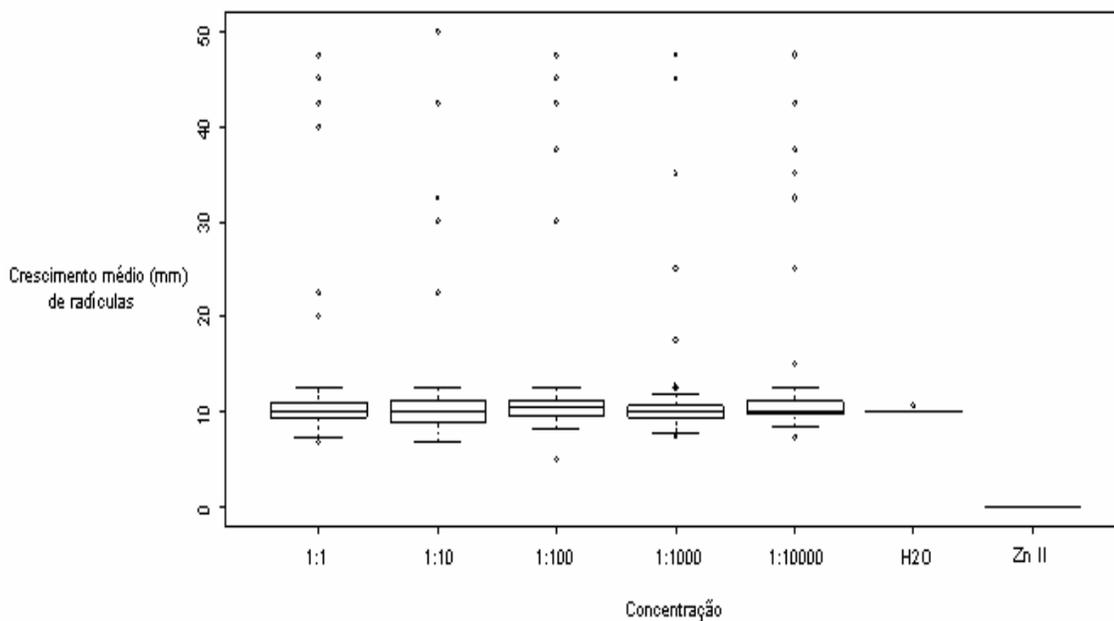


Figura 15 – Gráfico da variação de crescimento das radículas de alface

A Tabela 21 e a Figura 16 organizam os resultados da média de crescimento e inibição das radículas de alface ao longo do período de pesquisa. Todos os percentuais estão relacionados ao controle negativo, ou seja, água dura. É possível observar que os valores negativos da tabela representam à inibição do crescimento dessas radículas quando comparadas ao controle negativo. Em todos os pontos amostrados foram observados processos de inibição de crescimento, porém a frequência de inibição em geral ocorreu em aproximadamente 4 dos 13 meses amostrados. A inibição observada não atingiu 50% de inibição de crescimento utilizado para avaliar a possível toxicidade da água do rio Apiaí-Guaçu. Provavelmente os valores de crescimento estão relacionados aos sólidos em suspensão da água bruta, de origem orgânica ou inorgânica que promoveram o crescimento das raízes de cebola superando o crescimento em relação à água dura (testemunha).

Tabela 21 – Médias de crescimento e inibição das radículas do alface

Ponto/Mês	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
1	-23,36	16,31	-8,67	19,82	10,67	47,24	51,19	-12,06	-39,91	-10,30	32,88	34,96
2	-22,25	4,26	12,38	54,25	13,16	38,05	42,04	-14,69	-42,64	-12,35	68,45	66,62
3	-15,90	26,24	7,15	14,20	0,97	53,90	56,10	-2,98	-40,91	-17,64	104,65	106,9
4	-16,89	12,07	26,44	14,41	3,79	57,25	45,48	-3,11	-43,94	-1,95	75,01	77,25
5	-19,34	21,54	30,33	29,55	11,20	51,93	54,26	3,38	-37,67	-2,01	84,67	85,78
6	-26,66	21,01	32,83	44,44	11,05	60,22	62,38	-2,53	-27,81	-9,79	45,28	48,82
7	-27,54	20,98	-6,04	25,63	12,68	48,90	50,44	17,32	-32,17	-3,58	20,33	21,25

Preto – Crescimento (%) Vermelho – Inibição (%)

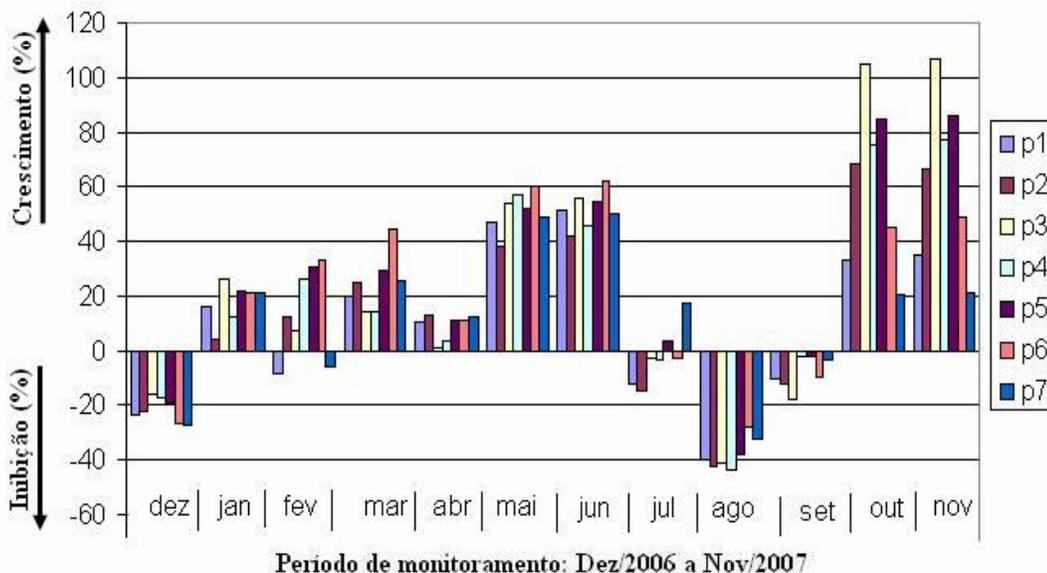


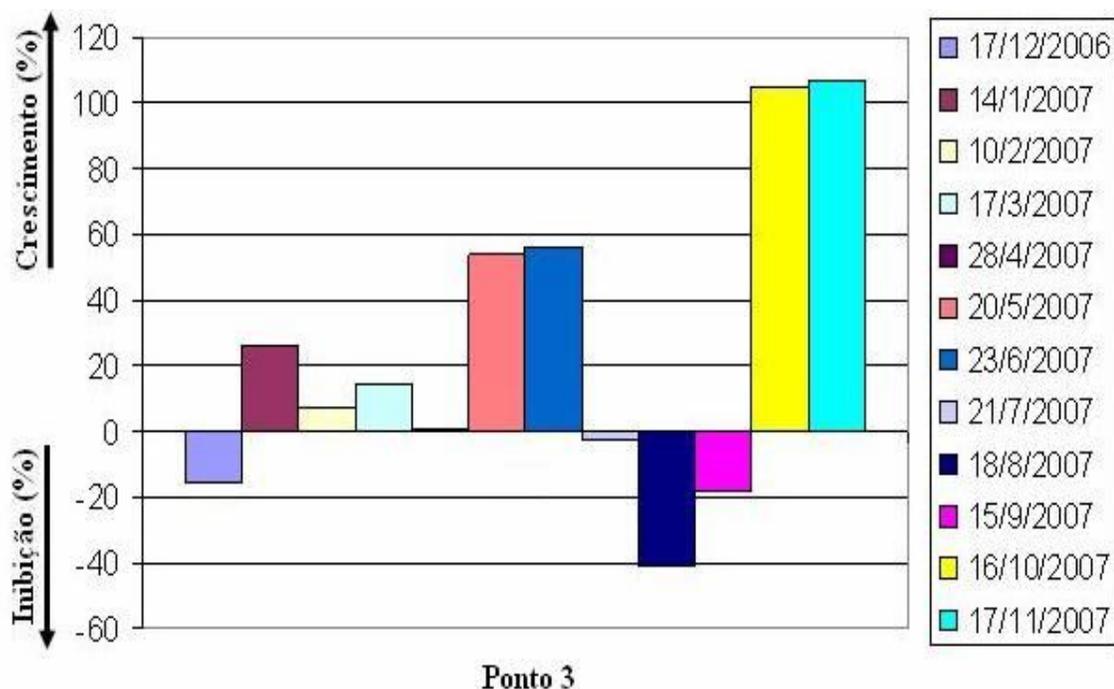
Figura 16 – Gráfico de crescimento e inibição das radículas de alface

A Tabela 22 e a Figura 17 representam os dados de crescimento e inibição somente do ponto de coleta 3. Esta apresentação se justifica, pois o laudo de análises físico-químicas e bacteriológico do laboratório da SABESP (ANEXO E) utiliza a água bruta deste ponto para realizar essas análises. A estação de tratamento de água do município de Taquarivaí está localizada neste local. O resultado deste laudo mostra a ausência ou a baixa concentração de substância com potencial de toxidez. Neste laudo observa-se a presença do parâmetro bacteriológico *Escherichia coli* amostrados em 16/10/2006 = 187,0 NMP/100 mL, em 10/04/2007 = 410,0 NMP/100 mL, na data de 14/08/07 foram contabilizados 279,0 NMP/100mL. Indicando que existe a presença de bactérias de esgoto.

Tabela 22 – Médias de crescimento e inibição das radículas do alface no ponto 3

Mês	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
P3	-15,90	26,24	7,15	14,20	0,97	53,90	56,10	-2,98	-40,91	-17,64	104,65	106,92

Preto – Crescimento (%) Vermelho – Inibição (%)

**Figura 17** – Gráfico de crescimento e inibição das radículas de alface no ponto 3

Para a cebola em todos os tratamentos o resultado da análise de variância (ANOVA) não foi significativo exceto para o tratamento com Cu classificado como tóxico de referência F é igual a 6,174.

Na Figura 33 é apresentado o gráfico da média de variação de crescimento das raízes da cebola.

A Tabela 23 e a Figura 18 organizam os resultados da média de crescimento e inibição das raízes de cebola ao longo do período de pesquisa. Todos os percentuais estão relacionados ao controle negativo, ou seja, água dura. Os valores negativos da Tabela 18 representam à inibição do crescimento dessas radículas quando comparadas ao controle negativo. Neste caso, aproximadamente em 7 meses observamos esse processo de inibição em praticamente todos os pontos amostrados de um determinado mês. Cabe ressaltar que mesmo com essa inibição esses percentuais estão abaixo do índice de correlação com a toxicidade EC50.

Provavelmente os valores de crescimento estão relacionados aos sólidos em suspensão da água bruta, de origem orgânica ou inorgânica que promovem o crescimento em relação à água dura (testemunha).

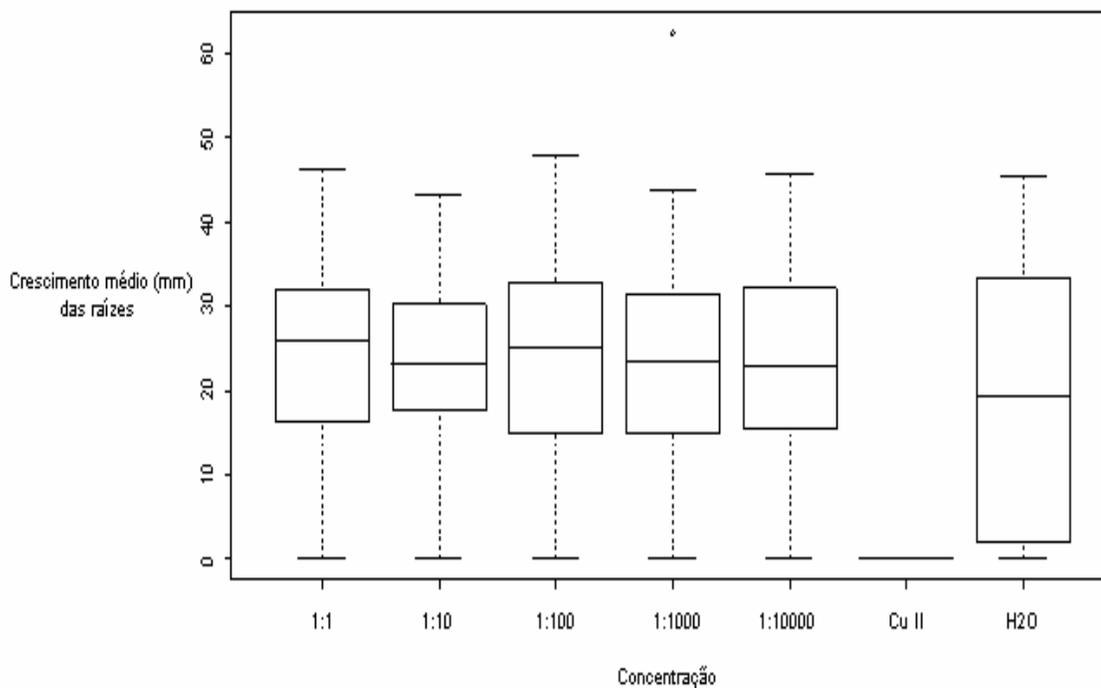


Figura 18 – Gráfico da variação de crescimento das raízes da cebola

Tabela 23 – Médias de crescimento e inibição das raízes de cebola

Ponto/Mês	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
1	10,71	-12,13	-7,33	-14,72	-12,22	-0,16	2,37	50,52	9,17	18,28	5,21	3,04
2	0,30	-14,73	-6,00	3,45	-11,43	7,81	-1,14	46,61	12,18	18,66	4,04	3,88
3	-7,25	-13,57	-4,83	-17,48	-14,78	-4,36	1,13	71,42	17,88	14,49	14,83	14,46
4	-8,04	-3,68	-7,18	-1,59	-14,16	-4,94	-4,76	58,3	8,64	21,95	2,21	4,87
5	0,65	-14,40	-9,6	-1,23	-13,33	-9,41	-9,50	57,09	3,37	13,42	7,57	7,70
6	5,30	4,60	15,08	-4,82	-13,97	-14,12	-2,88	66,27	4,61	18,27	9,69	8,40
7	-7,22	-15,80	-1,57	2,34	-12,09	-14,12	-3,05	56,50	2,37	6,46	-1,99	-1,13

Preto – Crescimento (%) Vermelho – Inibição (%)

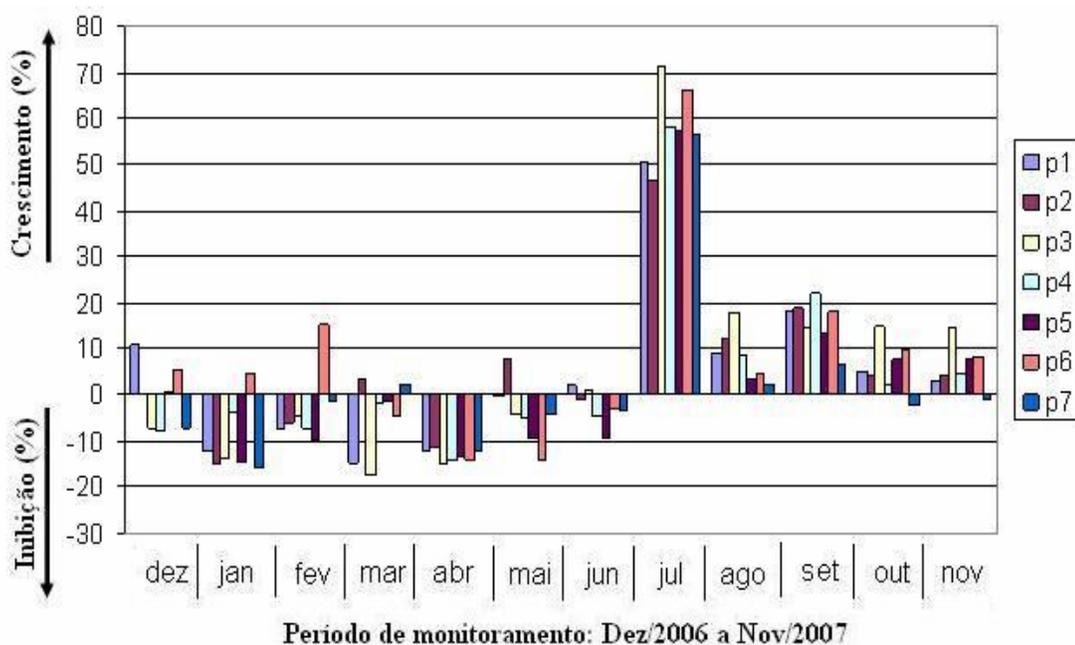


Figura 19 – Gráfico de crescimento e inibição das raízes da cebola

A observação da Figura 19 mostra uma significativa variação de crescimento das raízes de cebola no período de julho de 2007. Neste período os valores de turbidez da água apresentou-se entre 2,99 e 18,10 NTU, enquanto que o pH esteve na faixa de 7,36 a 7,45. Aparentemente esses parâmetros não são suficientes para explicar esse crescimento. Neste período não foram feitas análise da água bruta pela SABESP o que dificulta inferir uma possível causa para esta significativa variação de crescimento.

Tabela 24 – Médias de crescimento e inibição das raízes de cebola do ponto 3

Mês	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
P3	-7,25	-13,57	-4,83	-17,48	-14,78	-4,36	1,13	71,42	17,88	14,49	14,83	14,46

Preto – Crescimento (%) Vermelho – Inibição (%)

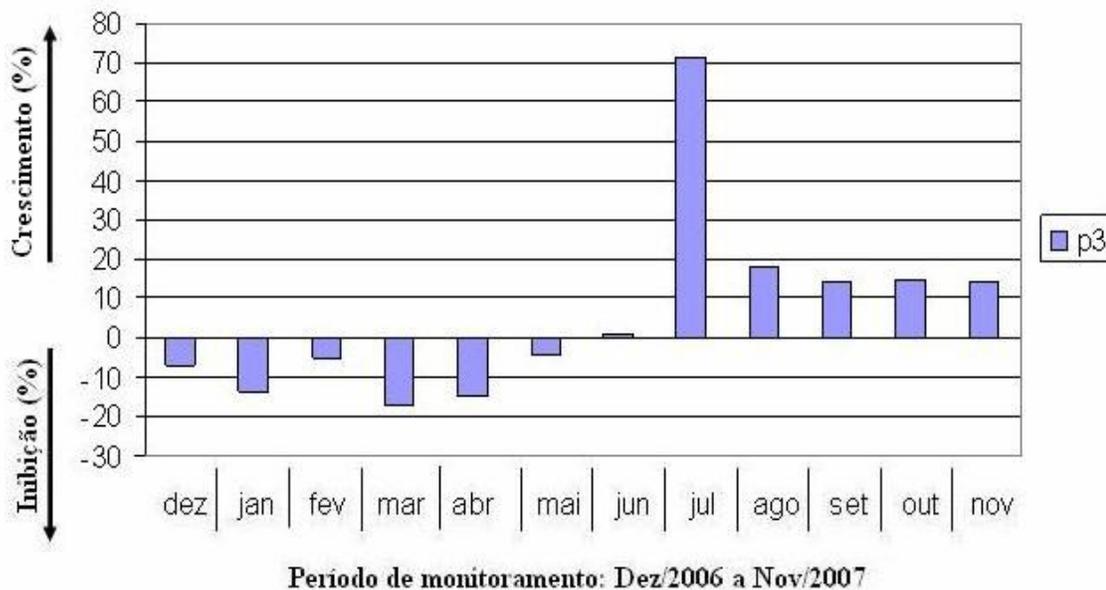


Figura 20 – Gráfico de crescimento e inibição das raízes da cebola no ponto 3

A Tabela 24 e a Figura 20 representam os dados de crescimento e inibição somente do ponto de coleta 3. A justificativa para esta apresentação se dá pois o laudo de análises físico-químicas e bacteriológico do laboratório da SABESP (ANEXO E) utiliza a água bruta deste ponto para realizar essas análises. A estação de tratamento de água do município de Taquarivaí está localizada neste local. O resultado deste laudo mostra a ausência ou a baixa concentração de substância com potencial de toxidez. Neste laudo observa-se a presença do parâmetro bacteriológico *Escherichia coli* amostrados em 16/10/2006 = 187,0 NMP/100 mL, em 10/04/2007 = 410,0 NMP/100 mL, na data de 14/08/07 foram contabilizados 279,0 NMP/100mL. Indicando que existe a presença de bactérias de esgoto.

5. CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos neste trabalho observou-se que em relação aos parâmetros físicos de solo as variações de umidade estão relacionadas ao tipo de cobertura e a seu material geológico original. Análises de textura e densidade do solo podem especificar melhor a sua capacidade de armazenamento de água e correlacioná-la com a fauna edáfica.

Em relação aos grupos da macro e mesofauna edáfica, as maiores médias populacionais foram observadas nos ambientes onde existe uma maior disponibilidade de recursos alimentares, basicamente matas e culturas em estágio de manejo de solo mais equilibrados.

O método de coleta utilizado nesta pesquisa pode ser aplicado para o monitoramento de ácaros, uma vez que o número de espécimes representou mais de 60% da média de indivíduos triados. Este método também pode ser aplicado para o monitoramento de formigas, pois foi o segundo grupo de maior média de indivíduos. A qualificação das espécies de ácaros e formigas deve ser pretendida para que seja possível a determinação do seu modo de vida e consequentemente relacionar sua presença e/ou abundância com o equilíbrio ambiental.

Métodos simplificados de determinação da vazão de rios de maiores volumes como o método do flutuador podem ser utilizados de maneira satisfatória desde que o monitoramento seja realizado através de um protocolo de procedimentos. Os resultados obtidos com essa metodologias irão compor o conjunto de parâmetros físicos do rio e possibilitar determinar a sua capacidade depuradora. Os parâmetros físicos da água utilizados nesta pesquisa permitem inferir que o rio Apiaí-Guaçu se enquadra nos rios de classe 2.

A utilização de monitoramento biológico com o uso de amostradores com substratos artificiais para quantificação e/ou qualificação de macroinvertebrados bentônicos é possível desde que exista o apoio estratégico de moradores ribeirinhos para reduzir os efeitos da depredação. No rio Apiaí-Guaçu é possível a utilização da ectiofauna como monitora da sua capacidade depuradora, a exemplo da presença de espécies como o *Astyanax bimaculatus* (Tambuí) presente no curso médio de rios com baixa poluição.

Nos testes de toxicidade aguda com radículas de alface podemos observar que houve inibição em quatro datas monitoradas, sendo que essas inibições ocorreram em todos os pontos amostrados deste período, porém a inibição não atingiu o EC50. Nos outros seis períodos houve processo de crescimento, provavelmente influenciado por substâncias eutrofizadoras. Para a toxicologia das raízes de cebola o processo de inibição de crescimento

também ocorreu e não houve inibição superior a 50% (EC50). Observou-se crescimento dessas raízes provavelmente promovido pela carga orgânica em suspensão nas águas desse rio.

A sub-bacia hidrográfica do baixo Apiaí-Guaçu está passando por constantes alterações ocasionadas pelos processos de uso e ocupação dos ambientes. Os recursos naturais são utilizados pela atividade humana, mas ainda é possível buscar aplicar medidas preventivas para promover a utilização desses recursos, mas de uma forma sustentada. A adoção de metodologias de monitoramento que possibilitem o uso pela comunidade local talvez seja uma das formas de buscar a conservação da qualidade ambiental.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, L. H. C.; RAIJ, B. V. Indicadores de processos de degradação de solos. In: **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. São Paulo: Editora UNICAMP, 2004. Cap.5, p. 87-111.

BERTOLETTI, E. Ecotoxicologia aquática. In: **indicadores ambientais-conceitos e aplicações**. Editora da PUC-SP. São Paulo. 2001, p.219-228.

BICUDO, C. E. M. de; BICUDO, D. C. Amostragem em limnologia. São Carlos: RIMA, 2004. 2ª ed. 351p.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; LOTUFO CONEJO, J.G.; BARROS, M.T. de.; VERAS JR.M.S.; AMARAL PORTO, M.F.; NUCCI, N.L.R.; JULIANO, N.M.A.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C.E.M. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. in: **Águas doces no Brasil – capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. Cap. 5, p. 145-160.

BRANCO, S. M.; AZEVEDO, S.M.F.O.; TUNDISI, J. G. Água e Saúde humana. In: **Águas Doces no Brasil – capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. Cap. 8, p. 241-267.

BRANDIMARTE, A. L.; SHIMIZU, G. Y.; ANAYA, M.; KUHLMANN, M. L. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: **Amostragem em Liminologia**. São Carlos-SP: Rima Editora, 2004. Cap. 13, p. 213-230.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). RDC 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

BRASIL. Lei federal do código florestal (Art. 2º da Lei Federal Nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965 denominada de “novo” código florestal e (alterada pela Lei Federal Nº. 7.803, de 18 de julho de 1989). Disponível em: < <http://www.lei.adv.br/4771-65htm>>. Acesso em 17 Jul. 2006.

BRUNDTLAND, G. H. **Nosso Futuro Comum**: Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro. 2ª ed. Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991. p. 46.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. **Bases Conceituais para a Aplicação de Biomonitoramento em Programas de Avaliação da Qualidade da Água de Rios**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2003.v.19, n.2, p. 465-473.

CAIRNS Jr., J.; McCORMICK, P. V. & NIEDERLEHNER, B. R. A proposal framework for developing indicators of ecosystem health. **Hydrobiologia**, v. 263, 1993. p. 1-44 *apud* BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. **Bases Conceituais para a Aplicação de**

Biomonitoramento em Programas de Avaliação da Qualidade da Água de Rios. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2003.v.19, n.2, p. 465-473.

CAIRNS Jr., J.; PRATT, J. R. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates** (D. M. Rosenberg & V. H. Resh, ed.). New York: Chapman & Hall. 1993. p. 10-27 *apud* BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. **Bases Conceituais para a Aplicação de Biomonitoramento em Programas de Avaliação da Qualidade da Água de Rios.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2003.v.19, n.2, p. 465-473.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CNUMAD, 1992, Rio de Janeiro. **Agenda 21.** Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO PARANAPANEMA. **Relatório de situação dos recursos hídricos da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 14.** 2005, 281p.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. **Fauna de solo:** Aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2000. doc. 112, p.46.

DAMATO, M. O emprego de indicadores biológicos na determinação de poluentes orgânicos perigosos. In: **Indicadores ambientais - conceitos e aplicações.** São Paulo: Editora da PUC-SP. 2001. p. 229-236.

DORAN, J.W., PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: **Defining soil quality for sustainable environment:** proceeding of symposium. Madison: Soil Science Society of America (DORAN, J. W. COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A., ed.). 1994. p. 3-21. (SSSA Special Publication, 35) *apud* FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P.J. **Indicadores Biológicos e Bioquímicos da Qualidade do Solo – Manual Técnico.** EMBRAPA Meio Ambiente. Jaguariúna-SP. 2000. doc. 21, 198p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência. 1998. Cap. 23, 602 p.

FISKESJÖ, G. The Allium test- an alternative in environmental studies: the relative toxicity of metal ions. **Mutation Research, v.197,** p.243-260, 1988.

FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P.J. **Indicadores Biológicos e Bioquímicos da Qualidade do Solo – Manual Técnico.** EMBRAPA Meio Ambiente. Jaguariúna-SP. 2000. doc. 21, 198p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B. **Manual de entomologia agrícola.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 1978. 531p.

GIRACCA, Ecila M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, Flavio L. F.; BENEDETTI, Eliziane; LASTA, Eloiza; VENTURINI, Saulo F.; VENTURINI, Evandro F. BENEDETTI, Tatiana. **Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS.**

Revista brasileira de agrociência. v. 9, n. 3. Pelotas-RS. 2003, p. 257-261. Disponível em <[http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v9n3/artigo 13.pdf](http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v9n3/artigo%2013.pdf) > acesso em 17 jul. 2006.

GUERESCHI, R.M. **Macroinvertebrados bentônicos em córregos da Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antonio, SP: Subsídios para o monitoramento ambiental.** 118p. Tese (Doutorado em ciências biológicas) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em: <http://www.btdt.ufscar.br/tdo_busca/arquivo.php?codArquivo=259>. Acesso em 24 mar.2006.

HERMES, L.C.; SILVA, A.S. de. **Avaliação da qualidade das águas: manual prático.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 55p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Buri-SP, histórico. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/saopaulo/buri.pdf>>. Acesso em 22 jul.2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Estudos do meio físico para a ampliação de distritos agrícolas na zona rural do município de Taquarivaí-SP.** Parecer técnico n.7.294, 1998. 70p.

KLUMPP, A. Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais. In: **Indicadores ambientais-conceitos e aplicações.** Editora da PUC-SP. São Paulo. 2001, p.77-94.

LAL, R. **Métodos para a avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos;** tradução e adaptação de Cláudia Conti Medugno e José Flávio Dynia. EMBRAPA Meio Ambiente. Jaguariúna – SP. 1999. doc.03, 97p.

LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.

LIMA, J.S. Processos biológicos e o biomonitoramento: Aspectos bioquímicos e morfológicos. In: **Indicadores ambientais – Conceitos e Aplicações.** Editora PUC-SP. São Paulo-SP. 2001. p. 95-115.

LOUZADA, J.N.C.; SANCHES, N.M.; SCHILINDWEIN, M.N. Bioindicadores de qualidade e de impactos ambientais da atividade agropecuária. In: **Agropecuária e ambiente.** Informe Agropecuário. v.21 n. 202. Belo Horizonte – MG, 2000. p.72-77.

MATTHEWS, R. A.; BUIKEMA, A. L. & CAIRNS Jr., J. Biological monitoring part IIA: Receiving system functional methods relationships and indices. **Water Research**, v. 16, 1982. p.129-139 *apud* BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. **Bases Conceituais para a Aplicação de Biomonitoramento em Programas de Avaliação da Qualidade da Água de Rios.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2003.v.19, n.2, p. 465-473.

MELO, L. A. S. Recomendações para amostragem e extração de microartrópodes de solo. EMBRAPA Meio Ambiente. Jaguariúna-SP. 2002. c.t 3, 5p.

MONTEIRO, R.T.R.; FRIGHETTO, R.T.S. Determinação da umidade, pH e capacidade de retenção de água no solo. in: **Indicadores Biológicos e Bioquímicos da Qualidade do solo – manual técnico.** EMBRAPA Meio Ambiente. Jaguariúna-SP. 2000. doc. 21, 198p.

MORANDI, S.; GIL, I. C. Tecnologia e meio ambiente. In: **Temas transversais**. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. São Paulo: Copidart Editora Ltda. 1998. p. 4-8.

PALHARES, J. C. P.; RAMOS, C.; KLEIN, J. B.; LIMA, J. M. M.; MULLER, S.; CESTONARO, T. Medição da vazão em rios pelo método do flutuador. Concórdia - SC: Embrapa suínos e aves. 2007. c.t 455, 4p.

PINHEIRO, A. Monitoramento e Avaliação da Qualidade das Águas. In: **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. São Paulo: Editora UNICAMP. 2004. Cap. 3, p. 55-73.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R.E.; CUNHA, G.C. **Práticas de Ecologia Florestal – Coleta da fauna na serapilheira e no solo**. Documentos Florestais. ESALQ. Piracicaba-SP. 1996. p. 30-36.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TAQUARIVAÍ. **História**. Disponível em: <<http://www.taquarivai.sp.gov.br/historia.htm>> Acesso em 22 jul.2007.

RAND, G.M.; WELLS, P.G.; MCCARTY, L.S. Introduction to aquatic toxicology. In: **RAND, G.M. (Ed.) Fundamentals of Aquatic Toxicology**. 2. ed. Washington: Taylor & Francis. 1995. 1125p *apud* DAMATO, M. O emprego de indicadores biológicos na determinação de poluentes orgânicos perigosos. In: **Indicadores ambientais - conceitos e aplicações**. São Paulo: Editora da PUC-SP. 2001. p. 229-236.

RODRIGUES, G. S. Bases ecológicas para seleção de bioindicadores e conformação de índices integrados. In: **Bioindicadores de qualidade de água**. Jaguariúna-SP: Embrapa Meio Ambiente. 2004. Cap.1, p.12. 1 CD-ROM.

SALATI, E., LEMOS, H. M., SALATI, E. Água e o desenvolvimento sustentável. In: **Águas doces no Brasil – Capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. Cap. 2, p. 37-62.

SÃO PAULO, Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. Relatório Síntese do Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004-2007. São Paulo. 2005, p. 51. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/perh/04-07_UGRHI-14.pdf> Acesso em 17 Jul 2007.

SILVEIRA, M. P. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. EMBRAPA Meio Ambiente. Jaguariúna-SP. 2004. doc. 36, 68p.

TELLES, D. D'A.; DOMINGUES, A. F. Água na agricultura e pecuária. In: **Águas doces no Brasil – capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. Cap. 10, p. 325-365.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. Cenários da gestão da água no Brasil: visão mundial da água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.5, n.3, p. 6, jul./set. 2000.

UHLIG, V.M. **Caracterização da mesofauna edáfica em áreas de regeneração natural da floresta ombrófila densa submontana, no município de Antonina Paraná.** 97p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: < [http:// dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/1884/7801/1/vivianmarauhlig.pdf](http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/1884/7801/1/vivianmarauhlig.pdf)>. Acesso em 2 ago.2007.

VEGARA, A. Territórios Inteligentes: Novos Horizontes no Urbanismo. **Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 48, ano 11, 2002.

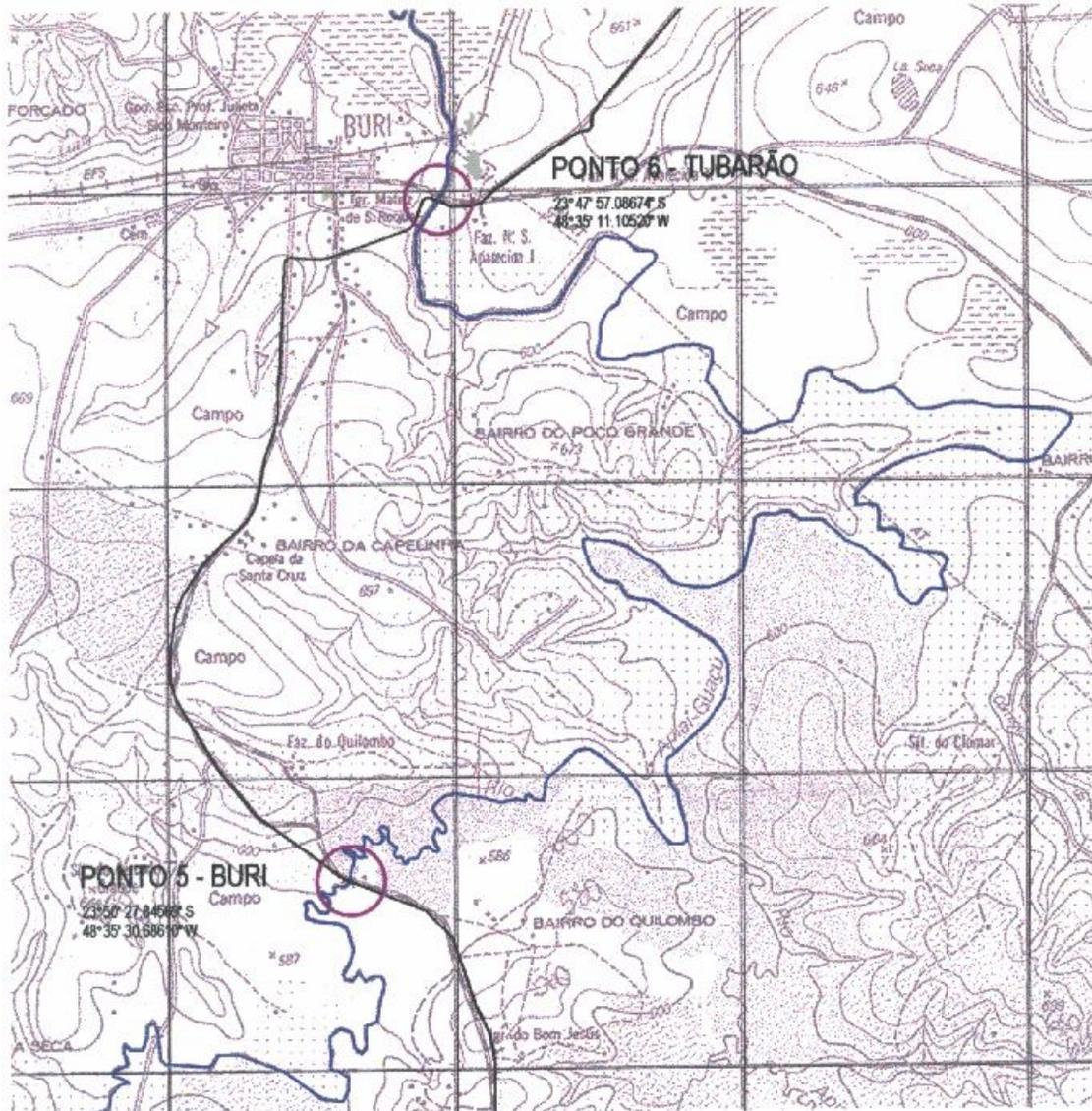
VIADANA, A. G. Estudo biogeográfico do *Astyanax bimaculatus* (tambuí) na determinação da qualidade do hidrótopo no Estado de São Paulo. In: **Indicadores ambientais – conceitos e aplicações**. São Paulo: Editora da PUC-SP. 2001. p. 263-273.

WANG, W. Root elongation method for toxicity testing of organic and inorganic pollutants. **Environm, Toxicol, & Chem...** v.6, p. 409-414. 1987.

WEINSTEIN, L. H.; DAVIDSON, A. W.; ARNDT, U. Fluoride. In: FLAGER, R. B. Recognition of air pollution injury to vegetation. A pictorial atlas, 2 ed. Pittsburg-EUA, Air & Waste Management Association. 1998 *apud* KLUMPP, A. Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais. In: **indicadores ambientais-conceitos e aplicações**. Editora da PUC-SP. São Paulo. 2001, p.77-94.

ANEXO C

MAPA DE LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PONTOS 5 E 6



ANEXO E

LAUDO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICAS

Código de Ponto Coleta			111-BR-	111-BR-	111-BR-	111-BR-
Código da Coleta			004632/06	018409/06	006024/07	014204/07
Data da Coleta			15/03/2006	16/10/2006	10/04/2007	14/08/2007
Horário da Coleta			11:40:00	11:30:00	09:55:00	12:40:00
Tipo de Água			Bruta	Bruta	Bruta	Bruta
Chuvas nas Últimas 24 horas			Não	Médias	Não	Não
Nome do Coletor			Paulo Alci	Juvêncio	Paulo Alci	Paulo Alci
Port.518/MS de 25/03/04 E/C=Em Conformidade N/C=Não			N/C	N/C	N/C	N/C
PARÂMETROS	UNIDADE	LIMITES				
Temperatura da Água	.C	-	27,0	22,0	20,0	18,0
Temperatura do Ar	.C	-	20,0	20,0	18,0	18,0
Cloro Residual Livre	MG/L	>=0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloro Residual Total	MG/L	>=0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
pH		>=6,0 E <=9,5	7,40	7,70	7,30	7,60
Cor Aparente	UC	-	< 2	49	81	61
Turbidez	NTU	-	201,00	5,82	10,40	7,82
Fluoretos	MG/L	>=0,56 E <=0,84	-	-	< 0,10	< 0,10
Alumínio	MG/L	< 0,2	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ferro Total	MG/L	< 0,3	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Manganês	MG/L	< 0,1	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cloretos	MG/L	< 250	-	1,70	1,33	0,66
Alcalinidade Total	MG	-	-	45,61	42,43	43,22
Dureza Total	MG	< 500	-	42,04	39,15	0,00
Nitratos	MG N/L	< 10	-	0,23	0,23	0,24
Nitritos	MG N/L	< 1	-	-	< 1	< 1
Sulfatos	MG/L	< 250	-	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Sólidos Totais Dissolvidos	MG/L	< 1000	-	< 1000	< 1000	< 1000
Cromo Total	MG/L	< 0,05	-	< 0,015	< 0,0015	< 0,0015
Cianetos	MG/L	< 0,03	-	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Cádmio	MG/L	< 0,005	-	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Chumbo	MG/L	< 0,01	-	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Arsênio	MG/L	< 0,01	-	-	< 0,01	< 0,01
Bário	MG/L	< 0,7	-	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Merúrio	MG/L	< 0,001	-	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016
Selênio	MG/L	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cobre	MG/L	< 2	-	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Zinco	MG/L	< 5	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Surfactantes	MG/L	< 0,5	-	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Aldrin e Dieldrin	UG/L	< 0,03	-	-	< 0,01	< 0,01
Benzeno	UG/L	< 5	-	-	< 0,5	< 0,5
Benzo-A-Pireno	UG/L	< 0,7	-	-	< 0,005	< 0,005
Clordano (Isômeros)	UG/L	< 0,2	-	-	< 0,01	< 0,01
Ddt (Isômeros)	UG/L	< 2	-	-	< 0,05	< 0,05
Endrin	UG/L	< 0,6	-	-	< 0,05	< 0,05
Heptacloro/Heptacl. Epoxido	UG/L	< 0,03	-	-	< 0,01	< 0,01
Hexaclorobenzeno	UG/L	< 1	-	-	< 0,05	< 0,05
Lindano (gama Bhc)	UG/L	< 2	-	-	< 0,01	< 0,01
Metoxicloro	UG/L	< 20	-	-	< 0,05	< 0,05
Pentaclorofenol	UG/L	< 9	-	-	< 1,0	< 1,0
Tetracloroeto De Carbono	UG/L	< 2	-	-	< 0,5	< 0,5
Tetracloroetano	UG/L	< 40	-	-	< 0,5	< 0,5
Tricloroetano	UG/L	< 70	-	-	< 0,5	< 0,5
1,1 Dicloroetano	UG/L	< 30	-	-	< 0,2	< 0,2
1,2 Dicloroetano	UG/L	< 10	-	-	< 0,5	< 0,5
2,4 D	UG/L	< 30	-	-	N.D.	N.D.
2,4,6 Triclorofenol	UG/L	< 200	-	-	< 1,0	< 1,0
Amônia (Nh3)	MG/L	< 1,5	-	-	< 1,5	< 1,5
Antimonio	MG/L	< 0,005	-	-	< 0,005	< 0,005
Acilamida	UG/L	< 0,5	-	-	N.D.	N.D.
Cloreto de Vinila	UG/L	< 5	-	-	< 0,5	< 0,5
Diclorometano	UG/L	< 20	-	-	< 2,0	< 2,0
Estireno	UG/L	< 20	-	-	< 0,5	< 0,5
Triclorobenzenos	UG/L	< 20	-	-	< 2,0	< 2,0
Alaclor	UG/L	< 20	-	-	< 2,0	< 2,0
Atrazinha	UG/L	< 2	-	-	< 0,5	< 0,5
Benzatona	UG/L	< 300	-	-	< 30	< 30
Endossulfan	UG/L	< 20	-	-	< 0,5	< 0,5
Glisofato	UG/L	< 500	-	-	< 25	< 25
Metolacoloro	UG/L	< 10	-	-	< 2,0	< 2,0
Molinato	UG/L	< 6	-	-	< 0,5	< 0,5
Pendimetalina	UG/L	< 20	-	-	< 0,5	< 0,5

Permetrina	UG/L	<20	-	-	< 0,5	<0,5
Propanil	UG/L	<20	-	-	< 0,5	<0,5
Simazina	UG/L	< 2	-	-	< 0,5	<0,5
Trifluralina	UG/L	<20	-	-	< 0,5	<0,5
Etilbenzeno	UG/L	< 200	-	-	< 0,5	<0,5
Monoclorobenzeno	UG/L	< 120	-	-	< 0,5	<0,5
Sódio	MG/L	<200	-	-	< 200	<200
Sulfeto de Hidrogênio	MG/L	< 0,05	-	-	< 0,05	< 0,05
Tolueno	UG/L	< 170	-	-	< 0,5	<0,5
Xileno	UG/L	< 300	-	-	< 0,5	<0,5
D.B.O.	mg/l	-	-	1,00	1,00	2,00
D.Q.O.	mg/l	-	-	2,00	2,00	4,00
Oxigênio Dissolvido	mg/l	-	-	-	7,87	8,57
Nitrogênio Amoniacal	mg/l	-	-	0,01	0,01	0,01
Óleos e Graxas	mg/l	-	-	-	-	3,80
PARÂMETROS	UNIDADES	LIMITES				
Coliformes Totais (P/A)	-	A	A	-	-	-
Colif. Termotolerantes (P/A)	-	A	A	-	-	-
Coliformes Totais	NMP/100 ML	< 1	-	4611,0	6270,0	3654,0
Escherichia Coli	NMP/100 ML	< 1	-	187,0	410,0	279,0

Descrição dos Códigos (Pontos de Coleta):

111-BR-001 - Água Bruta - ETA Taquarivã

APÊNDICE A

Tabela 25 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 1 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007

Mata/P1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out	3,0	2,4	8,6					1,0	29,6				1,5
Nov	4,0	3,2	38,4	1,5	1,0	3,8	3,5	4,0	61	3,3			1,3
Dez	2,0	1,3	6,75	1,5	1,0	2,0	2,0	2,5	24,6				1,0
Jan	3,0	2,2	5,0		5,0			1,0	9,8				
Fev	2,0	1,6	5,6	1,0				2,0	47,8	2,0	1,0		1,6
Mar	3,2	1,3	25,6	2,5				1,0	38,4	1,5	1,0		1,0
Abr	2,8	3,2	28,2	1,5				1,0	39,2	1,0	1,0		1,3
Mai	3,5	3,2	27,6	1,0					32,6				1,3
Jun	2,6	4,0	8,7	1,0	1,0	1,2	3,5	1,0	72,8	1,5			1,0
Jul	5,3	4,2	20,2	1,0	5,0	1,0	1,0	1,2	49	1,0	1,0		2,0
Ago	8,8	4,8	21,0	2,5				2,7	104	1,3		1,0	1,0
Set	2,2	2,6	5,6	2,0				1,0	24,8		2,0		1,0
Out	2,2	2,8	5,4	1,3	1,3				24,8	1,3	1,5		1,0
Soma	44,6	37,0	206,7	16,8	14,3	8,0	10,0	18,5	558,4	13,0	7,5	1,0	15,1
Cultura/P1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out	2,3	1,8				3,0		1,0	81,5		2,0		3,0
Nov	1,0	1,2	1,3			2,0		2,0	5,0				
Dez	2,0	1,5	2,3					1,0	5,7				1,5
Jan			2,7					2,0	41,2				2,0
Fev	2,0	2,2	5,3			1,5		1,5	6,0	1,0			
Mar	1,7	2,3	6,5	1,3			2,5		49,6	2,3	1,0		1,0
Abr	1,3	3,0	3,0	1,0		1,0	1,0	1,0	54,8	4,2			1,0
Mai	1,0	4,0	2,2			1,0		1,0	59,4	6,0			1,0
Jun	2,0	3,2	3,6			1,0	1,0	5,0	138,8	1,2	1,0		1,0
Jul	2,0	8,0	4,4			1,0		1,5	198,0	3,5			
Ago	1,0	1,0	3,3						94,6		1,7		
Set	2,0	1,5	3,5						65,6				
Out	2,6	1,0	1,7					15,5	65,6				
Soma	21,0	30,7	40,1	2,3	0,0	10,5	4,5	31,5	865,8	18,3	5,7	0,0	10,5

A. Isóptero B. Díptera Larva C. Hymenóptero D. Pseudo-escorpião
 E. Diplópode F. Chilópoda G. Crustáceo H. Coleóptero
 I. Ácaro J. Colêmbolo K. Anelídeo L. Molusco M. Aranha

APÊNDICE B

Tabela 26 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 2 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007

Mata/P2	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out	1,0	4,0	20,6			1,0	1,0	1,0	2,5		1,0		1,0
Nov	1,5	2,2	22,5	1,0		1,0	1,0	1,5	8,2				1,0
Dez	1,3	3,0	4,5	1,0		1,0		2,0	9,6				
Jan	1,0	3,2	2,7			1,5		2,6	11,2				1,0
Fev	2,0	1,3	2,2	1,0	1,0	1,5		2,0	1,7	1,5	1,0		
Mar	3,7	2,2	27,2	1,5		1,0	1,0	1,0	93,6	1,5			
Abr	4,2	5,2	30,2	2,0		1,0	1,5	1,6	86,4	2,0			1,6
Mai	3,4	9,6	28,0			1,0		1,0	97,6	2,0			
Jun	2,3	3,0	46,0	1,5			2,0	2,2	27,2				2,6
Jul	2,5	3,2	9,8	1,0	2,0		1,0	2,3	85,0	2,0			1,0
Ago	3,0	3,6	8,2	1,0				3,5	39,0				1,0
Set	3,2	1,6	11,2		2,0			1,0	38,0			1,0	
Out	3,2	2,0	11,2		1,3			1,0	38,0				1,0
Soma	32,4	44,3	224,4	10,0	6,3	9,0	7,5	22,8	538,0	9,0	2,0	1,0	10,3
Cultura/P2	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out								1,0	5,2				1,0
Nov	1,0	1,0	4,0			1,0		1,0	2,5				1,0
Dez	1,0	1,0	1,3			1,0		1,3	1,8				
Jan		1,0	1,0		1,0	2,0		1,2	3,2				
Fev	1,3	3,7	3,0			1,5		1,3	12,8	1,0			1,0
Mar	1,5		1,7						6,6				1,0
Abr	1,0		2,6					1,0	6,2				
Mai	1,0	1,0	1,6						8,5				
Jun	18,2	4,0	7,0					1,3	11,2	1,0	1,3		
Jul	58,6	1,6	2,0						36,2		2,0		1,0
Ago	5,8		1,0					1,5	12,8	1,0			
Set	35,6	1,5							1,0	1,4			
Out	35,6	1,3						1,0	1,2				
Soma	160,6	16,2	25,4	0,0	1,0	5,5	0	10,7	109,3	4,4	3,3	0,0	5,0

A. Isóptero B. Díptera Larva C. Hymenópetro D. Pseudo-escorpião
 E. Diplópode F. Chilópoda G. Crustáceo H. Coleóptero
 I. Ácaro J. Colêmbolo K. Anelídeo L. Molusco M. Aranha

APÊNDICE C

Tabela 27 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 3 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007

Mata/P3	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out	4,0	4,7	46,2	1,0		2,0	4,0	3,0	106,8	1,7			1,0
Nov	1,5	2,7	3,5			1,6		1,2	21,0				1,0
Dez	1,5	2,4	7,4		1,0	1,5	1,0	1,6	19,6	1,0			1,0
Jan	1,0	2,4	9,7		1,5	2,7	1,3	2,5	16,4		1,0		1,0
Fev	1,6	1,7	7,6		1,0	2,0	2,0	2,6	13,0	1,0			1,0
Mar	3,4	2,0	12,0	1,5	1,0	2,0	2,0	1,0	35,8	1,5			1,0
Abr	3,4	1,6	11,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	27,6	1,0	1,0		
Mai	1,8	1,5	13,8	3,0	2,0	1,0		2,0	19,8			1,0	1,0
Jun	2,8	4,0	19,8				1,0	1,6	40,6	1,5	2,0		1,5
Jul	1,0	3,2	18,2	1,0				1,7	23,6				2,0
Ago	1,5	2,3	4,5					1,0	7,8	1,0	3,0		
Set	1,0	5,0	2,2						52,8				
Out	1,0	5,0	2,2						52,0				
Soma	25,5	38,8	158,2	7,5	7,5	13,9	12,8	19,5	436,8	8,7	7,0	1,0	10,5
Cultura/P3	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out		2,0	2,6				1,0	1,0	13,0	1,0			
Nov	1,0	3,0	5,0		1,0			1,6	3,5				
Dez	1,0	1,5	1,3				1,0	1,6					
Jan		1,5	2,0					2,0	2,0				
Fev	1,0	1,0	2,6		1,0	2,0	2,0	1,6	1,7	1,0			
Mar	1,7	1,5	3,0						9,0	1,0			1,0
Abr	2,0	2,0	3,7					1,0	9,4	1,5			1,0
Mai	1,2	2,0	4,3						9,0	3,0			2,0
Jun	2,4	2,0	1,5					1,0	17,6	2,0			1,7
Jul	1,3	1,0				1,0		1,0	15,8	1,3			
Ago	3,5	5,0	10,0				1,0	1,0	41,0	1,0			
Set	1,3		2,2		1,0				16,6	1,3	1,0		1,0
Out	2,6		3,2						16,6	1,5			1,0
Soma	19,2	22,5	41,7	0,0	3,0	3,0	5,0	12,0	155,2	14,6	1,0	0,0	7,7

A. Isóptero B. Díptera Larva C. Hymenópetro D. Pseudo-escorpião
 E. Diplópode F. Chilópoda G. Crustáceo H. Coleóptero
 I. Ácaro J. Colêmbolo K. Anelídeo L. Molusco M. Aranha

APÊNDICE D

Tabela 28 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 4 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007

Mata/P4	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out	1,8	9,0	4,0				1,0	1,5	35,8				
Nov	1,3	3,4	3,6			1,0	3,0	2,2	16,4	2,0			1,0
Dez	1,4	1,8	2,6	1,0	1,0	1,0	1,3	1,8	33,8	1,0			1,0
Jan	1,3	1,0	3,5	1,0	1,0	1,5	3,0	2,0	39,4		1,0		2,0
Fev	1,6	1,5	22,2		1,0	1,0	1,5	1,5	35,6	1,0			1,0
Mar	1,6	1,3	14,6			1,0	1,5	1,5	24,8	1,6	1,0		
Abr	2,6	1,3	17,2		1,0	2,0	1,5	1,3	37,4	2,2	1,0		1,0
Mai	2,3	1,3	16,2			2,0	2,0	2,0	27,0	2,3			1,5
Jun	1,6	3,4	10,7			1,0	4,0	2,0	23,0	4,0			2,0
Jul	1,7	1,2	4,8				6,0	1,5	20,2				1,0
Ago	1,8	3,2	8,2			2,0		2,0	45,4	1,0			1,5
Set	1,2	1,0	4,2			1,0	1,8	1,0	39,6				
Out	2,0	1,3	3,8			1,0	1,6	1,3	41,2				
Soma	22,5	30,8	115,7	2,0	4,0	14,5	28,3	21,7	419,6	15,2	3,0	0,0	12,0
Cultura/P4	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out	1,6	1,7	3,3				1,0	1,0	23,4	1,0	3,0		
Nov		1,0	3,0					1,5	13,6	2,0	4,0		
Dez	1,0	1,4	2,2			1,0	1,0	1,7	18,6	1,3			1,0
Jan	1,5	2,5	3,3			1,0	1,0	2,0	23,4	1,0	2,0		1,0
Fev	2,0	1,0	7,2			1,0	2,0	1,5	39,0	2,6	1,0		1,0
Mar	2,4	1,7	6,6			1,0	2,0	1,0	35,8	3,5	1,0		1,0
Abr	5,4	3,2	11,2			1,0	2,0		48,0	1,5			2,0
Mai	3,0	1,0	5,2			1,0	2,5	52,0	28,2	4,5	1,0		1,0
Jun	2,3	2,0	3,5				4,0	1,0	18,2	5,8	1,6		
Jul	4,0		6,0				2,0	1,0	23,5	1,0	1,0		
Ago		2,0	3,3				2,0		6,0	1,0	1,0		
Set	1,0	1,5	1,3			1,0		1,0	10,8		1,0		
Out	1,0	1,3	2,0			1,0		1,0	10,8		1,0		
Soma	25,3	20,4	58,3	0,0	0,0	8,0	19,5	64,7	299,3	25,3	17,6	0,0	7,0

A. Isóptero B. Díptera Larva C. Hymenópetro D. Pseudo-escorpião
 E. Diplópode F. Chilópoda G. Crustáceo H. Coleóptero
 I. Ácaro J. Colêmbolo K. Anelídeo L. Molusco M. Aranha

APÊNDICE E

Tabela 29 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 5 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007

Mata/P5	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out	1,5	3,0	14,8		1,3			2,6	74,8	1,0	1,0		1,0
Nov	2,6	3,0	8,2			1,0	1,2	3,0	86,6	2,0		1,5	1,0
Dez	5,6	1,8	5,8	1,0	1,0	1,0	1,3	2,3	132,6	1,0			1,0
Jan	5,0	4,2	14,4		1,0	1,0	1,5	2,2	176,8				
Fev	7,0	3,3	12,2	1,0		2,3		1,6	143,8	2,0	1,0		1,5
Mar	6,8	4,5	5,4		2,6	1,7	1,0	3,0	169,6	4,0		1,0	2,0
Abr	7,6	1,6	8,7	2,7	1,0	3,3	2,0	1,0	83,4				1,0
Mai	5,2	6,4	8,2	1,8	1,0	3,5	1,0	1,3	116,0	1,3			1,5
Jun	3,4	11,8	7,8	1,6	1,3	4,0	2,0	1,6	160,8	2,4	1,5	2,5	2,0
Jul	2,8	6,8	6,0	1,3	1,5	2,2		1,2	130,2	1,2	1,0	1,0	1,5
Ago	2,8	3,0	5,4			2,5		2,0	100,0				
Set	3,8	1,4	1,8		1,6	2,5		1,3	55,2				
Out	4,4	1,8	2,2		1,0	2,2		1,3	55,2				
Soma	58,5	52,6	101,0	9,5	13,5	27,4	10,0	25,2	1485,0	14,9	4,5	6,0	12,5
Cultura/P5	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out	1,0	1,5	1,2					1,0	1,8				
Nov	1,0	1,5	1,0			1,0		2,5	5,0				
Dez	1,5	1,2	3,3		1,0	1,0		1,3	25,8	1,0			
Jan	1,6	4,7	7,7		1,0	2,0	1,0	1,6	55,0				1,0
Fev	1,6	1,3	1,6					1,0	6,2	1,0			1,0
Mar	1,0	1,3	1,0						5,0	1,0			
Abr	12,0	2,3	3,5						11,8	2,5			
Mai	4,4	2,3	1,7	1,0					17,6	2,0			1,5
Jun	4,0	2,4	1,7		2,5		3,0	1,0	27,0	1,5			2,0
Jul	2,0	1,7	1,3					1,0	26,4	1,0			1,0
Ago	1,6	2,5						1,0	28,2				
Set	2,6	1,0							85,6	1,0			
Out	2,6	1,0							80,2	1,5			
Soma	37,2	24,9	24,3	1,0	4,5	4,0	4,0	10,5	375,6	12,5	0,0	0,0	6,5

A. Isóptero B. Díptera Larva C. Hymenópetro D. Pseudo-escorpião
 E. Diplópode F. Chilópoda G. Crustáceo H. Coleóptero
 I. Ácaro J. Colêmbolo K. Anelídeo L. Molusco M. Aranha

APÊNDICE F

Tabela 30 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 6 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007

Mata/P6	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out		2,6	8,2			2,5	1,0	2,0	85,2				
Nov	1,0	2,8	4,6		1,0	2,5	2,0	1,6	75,6		3,0		1,0
Dez	4,7	2,6	10,2			1,7	2,0	1,4	72,0				1,0
Jan	7,2	2,6	72,0			1,0	2,3	2,2	73,4			1,0	
Fev	10,2	6,2	13,4	2,0	1,0	1,0	1,5	3,0	176,8	2,0			1,0
Mar	32,6	7,6	10,4		1,0	1,3	2,0	2,7	192,8	2,0			1,0
Abr	10,8	2,7	26,2			4,0		1,5	145,6	1,3			2,3
Mai	8,0	3,6	15,4			2,5		1,3	115,6	1,5			3,6
Jun	8,6	5,8	7,2		1,3	2,6		1,6	118,2				1,7
Jul	3,6	3,8	4,4		1,2	1,3		1,7	72,8				1,3
Ago	1,3	1,4	2,0		1,0			2,4	32,6				
Set	1,5	2,0	1,0						67,8				
Out	1,2	1,7	1,5					1,0	67,4				
Soma	90,8	45,5	176,5	2,0	6,5	20,5	10,8	22,6	1295,8	6,8	3,0	1,0	13,0
Cultura/P6	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out		1,0	2,7			2,0	3,2	2,0	3,0		2,0		1,0
Nov	1,0	2,0	21,2			2,0	9,6	1,0	39,4	1,0			
Dez	1,0	1,6	37,0			1,5	3,2	2,6	26,6	1,0			
Jan	1,0	2,5	2,0				6,0	2,0	13,0	1,0			1,0
Fev	1,3	1,0	1,7		1,0		1,8	1,6	4,4	1,0	1,0		1,0
Mar	2,0		1,5		1,0		2,7	1,0	5,2	1,0			1,0
Abr	5,4		29,0			2,5	3,7	2,0	41,8	8,2	2,0		1,0
Mai	3,6	1,2	19,8			1,0	2,5	1,0	24,8	4,6			
Jun	2,7	2,0	23,4				2,3		9,6				
Jul	3,2	1,2	26,8				1,3		12,6		1,0		1,0
Ago	4,2	1,5	28,2						16,8		1,0		1,0
Set	1,5		1,5				1,5	1,3	45,2				
Out	1,0		1,3				1,0	1,0	44,8				
Soma	27,9	14,1	196,2	0,0	2,0	9,0	39,0	15,6	287,2	17,9	7,0	0,0	7,0

A. Isóptero B. Díptera Larva C. Hymenópetro D. Pseudo-escorpião
E. Diplópode F. Chilópoda G. Crustáceo H. Coleóptero
I. Ácaro J. Colêmbolo K. Anelídeo L. Molusco M. Aranha

APÊNDICE G

Tabela 31 – Número total de macro e mesofauna do solo do ponto 7 e nos ambientes mata e cultura no período de out./2006 a out./2007

Mata/P7	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out	2,0	7,2	21,6		2,0	1,0	1,0	1,4	242,6			1,5	3,3
Nov	3,6	4,4	38,2			3,6		2,5	275,0				1,0
Dez	2,8	3,5	25,6			2,5		1,5	151,8				1,0
Jan	3,6	2,7	27,6			3,2	1,0	1,2	131,8				1,0
Fev	7,8	3,0	15,2		1,0	1,0	3,0	2,0	256,0	1,5	1,0		1,5
Mar	7,4	5,4	14,6		2,0	1,0		2,0	345,6	2,0			2,0
Abr	9,8	6,8	21,4			1,5			159,4	2,0	1,0		1,0
Mai	8,0	8,8	22,0			1,2		1,2	150,2	1,0			1,0
Jun	7,0	11,0	27,2			1,8		2,2	143,4	1,0			
Jul	6,6	7,6	19,4			1,3		1,8	179,8	1,0			
Ago	6,4	4,0	14,8	1,0	1,0	1,0		2,0	214,0		1,0		
Set	6,2	4,0	5,2			1,0			33,0				1,3
Out	6,2	3,0	5,4			1,0			37,0				1,0
Soma	77,4	71,4	258,2	1,0	6,0	21,2	5,0	17,9	2320,0	8,5	3,0	1,5	14,1
Cultura/P7	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Out	2,0	1,5	1,0				1,0		2,0				
Nov		1,0	23,2										
Dez		1,0	14,0					1,0	1,0				
Jan	1,0	1,0	1,0				1,0	1,0	1,6				2,0
Fev	1,6	2,7	13,4	1,0		1,5	1,6	1,5	21,8	2,3			1,0
Mar	2,0	2,6	20,0	1,0		1,5			26,4	1,6			1,0
Abr	7,2		15,0				1,0		3,2	4,0			1,0
Mai	5,0	1,2	9,6					1,0	5,0	1,5			1,0
Jun	3,2	2,7	6,0		2,0			1,0	7,4				1,0
Jul	2,4	1,6	3,8					1,0	10,4				1,0
Ago	2,3	1,0	4,7						16,0				1,0
Set				1,0					4,8				
Out			1,5						4,6				
Soma	26,8	16,5	113,3	3,0	2,0	3,0	4,6	6,5	104,3	9,5	0,0	0,0	9,0

A. Isóptero B. Díptera Larva C. Hymenópetro D. Pseudo-escorpião
 E. Diplópode F. Chilópoda G. Crustáceo H. Coleóptero
 I. Ácaro J. Colêmbolo K. Anelídeo L. Molusco M. Aranha

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)