

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA - UNIARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL
E MEIO AMBIENTE

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SÃO LOURENÇO
MATÃO - SP ATRAVÉS DAS ANÁLISES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E
QUÍMICAS DA ÁGUA E DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

GILMAR SIMÕES DE OLIVEIRA

ARARAQUARA - SP
SETEMBRO/2005

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA - UNIARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL
E MEIO AMBIENTE

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SÃO LOURENÇO
MATÃO - SP, ATRAVÉS DAS ANÁLISES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E
QUÍMICAS DA ÁGUA E DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

GILMAR SIMÕES DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Centro Universitário de Araraquara, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Área de Concentração: Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade.

ARARAQUARA - SP
SETEMBRO/2005

OLIVEIRA, G.S.

Avaliação da qualidade da água do Rio São Lourenço Matão - SP, através das análises das variáveis físicas e químicas da água e dos macroinvertebrados bentônicos. Araraquara: UNIARA, 2005 102p.

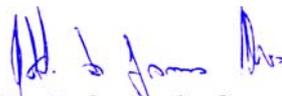
Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário de Araraquara

1. Monitoramento biológico; 2. Macroinvertebrados bentônicos; 3. Oligochaeta; 4. Chironomidae (Diptera); 5. Substrato artificial; 6. Rio. I. Oliveira, G.S. II. Título: Avaliação da qualidade da água do Rio São Lourenço Matão - SP, através das análises das variáveis físicas e químicas da água e dos macroinvertebrados bentônicos.

*“ O homem de ciência parece ser a única pessoa que
tem algo a dizer nesse momento, e o único homem que
não sabe como dizê-lo.”*

James Barrie

Orientador:



Prof. Dr. Roberto da Gama Alves



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1339 - Centro - Araraquara - SP
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (18) 3301.7100

www.uniara.com.br

BANCA DE DEFESA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alaide Ap. F. Guesner', written above a horizontal line.

Profa. Dra. Alaíde Aparecida Fonseca Guesner
UFSCAR – São Carlos

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. L. Ribeiro', written above a horizontal line.

Profa. Dra. Maria Lúcia Ribeiro
UNIARA - Araraquara

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'R. da Gama Alves', written above a horizontal line.

Prof. Dr. Roberto da Gama Alves
UNIARA - Araraquara



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301.7100

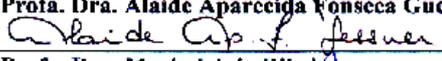
www.uniarara.com.br

**DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado em Desenvolvimento
Regional e Meio Ambiente**

Candidato(a) : Gilmar Simões de Oliveira

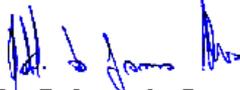
Área de Concentração: **Dinâmica Regional e Alternativas de
Sustentabilidade**

Linha de Pesquisa: Gestão de Território

Examinadores	CONCEITO
Prof. Dr. Roberto da Gama Alves (Orientador(a)) 	Aprovado
Profa. Dra. Alaide Aparecida Fonseca Guessner 	Aprovado
Profa. Dra. Maria Lúcia Ribeiro 	APROVADO

Observações:

Araraquara, 26 de setembro de 2005


Prof. Dr. Roberto da Gama Alves
Presidente



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301.7100

www.uniarara.com.br

**PROVA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado EM
DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE**

Candidato(a) : Gilmar Simões de Oliveira

Área de Concentração **Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade**

Linha de Pesquisa: Gestão de Território

Conceito:

Aprovado

Examinador:

Alaide Ap. F. Guessner
Prof. Dra. Alaide Aparecida Fonseca Guessner

Araraquara, 26 de setembro de 2005



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP
CEP 14201-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301.7100

www.uniarara.com.br

**PROVA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado em
DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE**

Candidato(a) : Gilmar Simões de Oliveira

Área de Concentração **Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade**

Linha de Pesquisa: Gestão de Território

Conceito: APROVADO

Examinador: 
Prof. Dra. Maria Lúcia Ribeiro

Araraquara, 26 de setembro de 2005

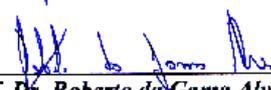


Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP
CEP: 14801-320 - Caixa Postal: 68 - Fone/Fax: (16) 3301.7100

www.uniararaquara.com.br

**PROVA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM
DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE**

Candidato(a) : Gilmar Simões de Oliveira
Área de Concentração **Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade**
Linha de Pesquisa: Gestão de Território
Conceito: Aprovada
Examinador: 
Prof. Dr. Roberto da Gama Alves

Araraquara, 26 de setembro de 2005

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Roberto da Gama Alves pela orientação responsável, apoio acadêmico e, acima de tudo, pelo companheirismo e incentivo durante todo o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao corpo docente e à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da UNIARA, pela contribuição dada na formação acadêmica.

Aos membros da banca do exame de qualificação e defesa: Prof^s. Dr^a. Alaíde Ap. Fonseca Gessner, Prof^a Maria Lucia Ribeiro, pelo profissionalismo e pelas notáveis sugestões.

À coordenadoria do mestrado que não mediu esforços para tornar o projeto de pós-graduação uma realidade.

À CAPES que demonstra um desejo de que a instituição UNIARA continue desenvolvendo cursos de pós-graduação com qualidade em nível nacional.

Aos professores doutores, que estiveram à frente das disciplinas durante o cumprimento dos créditos.

Ao incansável amigo Kleber, por ter auxiliado na concretização deste trabalho em campo, no laboratório de análises químicas e digitação deste trabalho.

À direção da Coinbra-Frutesp Agroindustrial Ltda, que por várias vezes me liberou das atividades, para que eu pudesse cumprir algumas disciplinas e atividades de campo para a conclusão deste trabalho.

À inesquecível amiga America Jacinta de Moraes, pelo prazer de poder compartilhar de sua amizade e experiência por longos anos e empenho intenso na revisão das análises físicas e químicas e dos textos deste trabalho.

Às estimadas colegas Ivani e Adriana, da secretaria da pós – graduação da UNIARA, que sempre me atenderam com muito carinho e dedicação.

À minha esposa Maria José, que soube compreender e me apoiar nos momentos difíceis e suportar momentos de ausência inúmeras vezes em que estive envolvido com este trabalho.

À minha família: pais (Darcy e Amasilia), irmãos (Luis Osmar, Mara Leila e Hailton Carlos) e cunhado Dr José Carlos, pelo apoio incondicional e compreensão quando de minha ausência nas reuniões familiares.

A todos meus amigos de classe que, direta ou indiretamente, às vezes sem sabê-lo, colaboraram comigo para que este trabalho fosse realizado.

Finalmente, ao Pai Celestial, eterna fonte de bondade e sabedoria que sem seu apoio divino nada disso teria se concretizado.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	7
2.1 Objetivo Geral	7
2.2 Objetivos Específicos	7
3 JUSTIFICATIVA.....	8
4 ÁREA DE ESTUDO.....	9
4.1 Localização do Município	9
4.2 Geologia, Geomorfologia e Vegetação	10
4.3 O Ambiente	11
4.4 Uso e Ocupação da Terra	11
4.5 Uso da Água	12
4.6 O Abastecimento	12
4.7 Legislação Ambiental – Estadual e Federal	12
4.8 Classificação dos Corpos de Água	12
4.9 Condições e Padrões de Qualidade de Águas	14
4.10 Condições e Padrões de Lançamentos de Efluentes	17
4.11 O Enquadramento do rio São Lourenço	17
5 MATERIAIS E MÉTODOS	17
5.1 Caracterização dos Pontos de Amostragem	22
5.1.1 Ponto 1	22
5.1.2 Ponto 2	23
5.1.3 Ponto 3	23
5.1.4 Ponto 4	24
5.1.5 Ponto 5	25
5.1.6 Ponto 6	25
5.2 Variáveis Hidráulicas	26
5.3 Variáveis Físicas e Químicas da Água	27

5.3.1	Temperatura da Água (°C)	27
5.3.2	pH	28
5.3.3	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	28
5.3.4	Carbono Orgânico Total (mg/L)	28
5.3.5	Demanda Química de Oxigênio – DQO (mg/L)	28
5.3.6	Demanda Bioquímica do Oxigênio – DBO (mg/L)	28
5.3.7	Transparência da Água (m)	28
5.3.8	Condutividade Elétrica (µS/cm)	29
5.3.9	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	29
5.3.10	Alcalinidade Total (mg/L)	29
5.3.11	Sólidos Sedimentáveis em Suspensão (ml/L)	29
5.3.12	Dureza Total (CaCO ₃) (mg/L)	29
5.3.13	Turbidez – Unidade Nefelométrica (UNT)	29
5.4	Variáveis Bióticas	30
5.5	Substrato Artificial	31
5.6	Processamento e Preservação das Amostras	32
5.6.1	Lavagem do Material Biológico	32
5.6.2	Triagem dos Organismos	32
5.6.3	Separação dos Organismos	33
5.6.4	Identificação dos Organismos	33
5.7	Índices Biológicos	33
5.8	Tratamento Estatístico	34
5.8.1	Análise de Associação entre as Variáveis Limnológicas	34
5.8.2	Análise de Associação entre as Variáveis Bióticas	35
6	RESULTADOS	36
6.1	Dados Climatológicos	36
6.2	Propriedades Ópticas	38
6.3	(TDS) Sólidos Totais Dissolvidos	39
6.4	Turbidez	40
6.5	Velocidade de Correnteza e Vazão	41
6.6	Características Iônicas (Condutividade Elétrica, Alcalinidade, Dureza e pH)	42
6.7	Temperatura e Oxigênio Dissolvido	45
6.8	Compostos Oxidáveis e Gases Biogênicos	46
6.9	COT – Carbono Orgânico Total	47
6.10	Associação entre Variáveis Limnológicas	48

6.11 Associação entre Variáveis Bióticas	51
6.12 Composição Taxonômica e Abundância Faunística	54
6.13 Índices Biológicos	64
6.13.1 Riqueza Total	64
6.13.2 Diversidade de Shannon-Wiener	64
6.13.3 Equidade	65
6.13.4 Abundância de Tubificidae	65
6.13.5 Dominância	65
7 DISCUSSÃO.....	67
8 CONCLUSÕES	79
9 RECOMENDAÇÕES	80
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXO 1	87
ANEXO 2.....	99

LISTA DE ABREVIATURAS

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

CAEMA - Companhia de Águas e Esgotos de Matão

CAS - Chemical Abstracts Service

CETEC - Centro Tecnológico

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

COINBRA-FRUTESP- Comércio e Industrias Brasileiras – Frutos do Estado de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CMS - Companhia Matonense de Saneamento

EDTA – Acido Nitrilotriacético

E.Coli - Escherichia Coli

DEPRN - Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais

ETE - Estação de Tratamento de Esgotos

FUNDAP - Fundação do Desenvolvimento Administrativo

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

RN-IGG - Referência de Nível do Instituto Geográfico e Geológico

SCEP - Study of Critical Environmental Problems

SEAA - Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento

SEADE - Sistema Estadual de Análise de Dados Estatísticos

TMI - Tietê Médio Inferior

UGRHI - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UTM - Universal Transistor de Mercator

UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Matão - SP, no Estado e os principais rios da bacia hidrográfica do Tietê Médio Inferior	9
Figura 2 - Localização do trecho do rio São Lourenço, no município de Matão - SP, e dos pontos de coleta de água e macroinvertebrados, no período de setembro de 2002 a outubro de 2003	19
Figura 3 - Representação das coordenadas em UTM dos pontos de coleta no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de setembro de 2002 a outubro de 2003	20
Figura 4 - Pontos de coleta e trechos do rio São Lourenço Matão - SP, no perímetro urbano provido de rede coletora de esgotos e sua classificação de acordo com o CONAMA - 357.....	21
Figura 5 - Vista da vegetação na nascente do rio São Francisco, no município de Matão - SP.....	22
Figura 6 - Introdução dos substratos artificiais no ponto 1, no rio São Francisco, no município de Matão - SP.....	22
Figura 7 - Introdução dos substratos artificiais e coletas de água no ponto 2, no rio São Francisco, no município de Matão - SP.....	23
Figura 8 - Local de introdução dos substratos artificiais e coletas de água no ponto 3, no rio São Lourenço, no município de Matão - SP.....	24
Figura 9 - Local de introdução dos substratos artificiais e coletas de água no ponto 4, no rio São Lourenço, no município de Matão - SP.....	24

Figura 10 - Local de introdução dos substratos artificiais e coletas de água no ponto 5, no rio São Lourenço, no município de Matão - SP.....	25
Figura 11 - Local de introdução dos substratos artificiais e coletas de água no ponto 6, no rio São Lourenço, no município de Matão - SP.....	26
Figura 12 - Determinações de DQO (à esquerda) e OD (à direita) das amostras de água nos pontos de 1 a 6 no rio São Lourenço, no município de Matão - SP	30
Figura 13 - Substrato Artificial tipo cesto (20 cm x 9 cm x 8 cm) com seixos de argila expandida, utilizado no presente estudo.....	32
Figura 14 - Identificação de Chironomidae e Oligochaeta em laboratório, através de microscópio binocular marca NIKON mod. Eclipse E200.....	33
Figura 15 - Valores médios mensais de temperaturas máxima e mínima (°C) e precipitação total (mm) de setembro de 2002 a outubro de 2003 para o município de Matão - SP, segundo dados obtidos na estação meteorológica da Coimbra-Frutesp.....	37
Figura 16 - Variação da transparência da água (m) e profundidade (m) no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003	39
Figura 17 - Variação dos sólidos totais dissolvidos (mg/L) e sólidos sedimentáveis em suspensão (ml/L), no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.....	40
Figura 18 - Variação da turbidez (UNT) no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003	41

Figura 19 - Variação da velocidade de correnteza (m/s) e vazão (m ³ /s) no rio São Lourenço no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003	42
Figura 20 - Variação da condutividade (μS/cm), no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.....	43
Figura 21 - Variação da alcalinidade total (mg/L) e dureza (mg/L), no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003	44
Figura 22 - Variação do pH no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003	45
Figura 23 - Variação da temperatura da água (°C) e concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003	46
Figura 24 - Variação da demanda química de oxigênio (mg/L) e demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.....	47
Figura 25 - Variação de carbono orgânico total (mg/L), no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.....	48
Figura 26 - Diagrama de dispersão entre Potencial hidrogeniônico (pH) e a Condutividade Elétrica das águas do rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de seca.....	50

Figura 27 - Diagrama de dispersão entre Transparência e Oxigênio Dissolvido das águas do rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de seca.....	50
Figura 28 - Diagrama de dispersão entre a Vazão e a Velocidade de Correnteza das águas do rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de seca.....	51
Figura 29 - Diagrama de dispersão entre Tubificidae sem cerda capilar e <i>Chironomus gr. decorus</i> do rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de seca.....	52
Figura 30 - Diagrama de dispersão entre Tubificidae sem cerda capilar e <i>Chironomus gr. decorus</i> do rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período chuvoso.....	52
Figura 31 - Densidade numérica de Chironomidae para os pontos de coleta 1, 2, 3, 4, 5 e 6 no rio São Lourenço, no município de Matão - SP.....	53
Figura 32 - Variação dos valores de abundância total da taxocenose macrobentônica (nos períodos seco e chuvoso) no rio São Lourenço, no município de Matão - SP.....	57
Figura 33 - Variação dos valores de riqueza de táxons de macroinvertebrados (nos períodos seco e chuvoso) no rio São Lourenço, no município de Matão - SP.....	58
Figura 34 - Abundância relativa (%) da taxocenose macrobentônica na área de estudo do rio São Lourenço (ponto 1), no município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso de setembro de 2002 a outubro de 2003.....	59

Figura 35 - Abundância relativa (%) da taxocenose macrobentônica na área de estudo do rio São Lourenço (ponto 2), no município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso de setembro de 2002 a outubro de 2003	60
Figura 36 - Abundância relativa (%) da taxocenose macrobentônica na área de estudo do rio São Lourenço (ponto 3), no município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso de setembro de 2002 a outubro de 2003	61
Figura 37 - Abundância relativa (%) da taxocenose macrobentônica na área de estudo do rio São Lourenço (ponto 4), no município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso de setembro de 2002 a outubro de 2003	62
Figura 38 - Abundância relativa (%) da taxocenose macrobentônica na área de estudo do rio São Lourenço (ponto 5), no município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso de setembro de 2002 a outubro de 2003	63
Figura 39 - Abundância relativa (%) da taxocenose macrobentônica na área de estudo do rio São Lourenço (ponto 6), no município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso de setembro de 2002 a outubro de 2003	64
Figura 40 - Valores das análises quantitativas calculadas para o rio São Lourenço (pontos de 1 a 6) no município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso de setembro de 2002 a outubro de 2003.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela I - Área total do município e cobertura vegetal total em (ha) e percentuais de cada tipo de vegetação remanescente e seus respectivos percentuais em relação à área total com cobertura vegetal no município de Matão - SP, segundo o Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais (DEPRN) Projeto Olho Verde, (1989).....	11
Tabela II - Cronograma adotado para a introdução e retirada de substratos, para coleta de macroinvertebrados no rio São Lourenço, no Município de Matão - SP	31
Tabela III - Cronograma das campanhas adotado para coletas de amostras de água para determinações físicas e químicas no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, e precipitação pluviométrica mensal	37
Tabela IV - Variáveis limnológicas associadas e respectivo coeficiente de correlação de Pearson.....	49
Tabela V - Variáveis bióticas associadas e respectivos coeficientes de correlação de Pearson entre <i>Chironomus gr. decorus</i> e Tubificidae sem cerda capilar no rio São Lourenço, no município de Matão - SP	51
Tabela VI - Frequência de ocorrência da taxocenose macrobentônica no rio São Lourenço (pontos de 1 a 6), no município de Matão - SP nos períodos seco e chuvoso de setembro de 2002 a outubro de 2003.....	55
Tabela VII - Padrões e parâmetros de compostos orgânicos e inorgânicos para corpos de águas doces de Classe 1, de acordo com a Resolução CONAMA - 357.....	88

Tabela VIII - Padrões e parâmetros de compostos orgânicos e inorgânicos para corpos de águas doces Classe 1 onde exista pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo, de acordo com a Resolução CONAMA - 357	90
Tabela IX - Padrões e parâmetros de compostos orgânicos e inorgânicos para corpos de águas doces de Classe 3, de acordo com a Resolução CONAMA - 357.....	91
Tabela X - Padrões e parâmetros de compostos orgânicos e inorgânicos para lançamentos de efluentes em corpos de água, de acordo com a Resolução CONAMA - 357	93
Tabela XI - Valores das variáveis físicas e químicas da água do rio São Lourenço - ponto 1, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.....	94
Tabela XII - Valores das variáveis físicas e químicas da água do rio São Lourenço - ponto 2, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.....	94
Tabela XIII - Valores das variáveis físicas e químicas da água do rio São Lourenço - ponto 3, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.....	95
Tabela XIV - Valores das variáveis físicas e químicas da água do rio São Lourenço - ponto 4, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.....	95
Tabela XV - Valores das variáveis físicas e químicas da água do rio São Lourenço - ponto 5, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.....	96

Tabela XVI - Valores das variáveis físicas e químicas da água do rio São Lourenço - ponto 6, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.....	96
Tabela XVII - Caracterização física dos pontos de coleta do rio São Lourenço, município de Matão - SP, no período seco e chuvoso	97
Tabela XVIII - Valores de COT (kg/dia) e Vazão (m ³ /dia) nos pontos de 1 a 6 nos períodos seco e chuvoso no período de estudo de outubro/2002 a setembro/2003, no rio São Lourenço, Matão - SP	97
Tabela XIX - Desvio padrão dos valores máximos e mínimos das variáveis físicas e químicas das águas do rio São Lourenço, município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso de outubro/2002 a setembro/2003.....	98
Tabela XX - Valores da densidade (ind/UA) e abundância relativa (%) para os grupos de macroinvertebrados bentônicos encontrados em substrato artificial no rio São Lourenço, município de Matão - SP, nos períodos de seca e chuvoso de setembro de 2002 a outubro de 2003.....	100
Tabela XXI - Valores de índices de Riqueza total (S); Diversidade de Shannon-Wiener (H'); Equidade (E'); Abundância de Tubificidae (D) e Dominância (D2) para o rio São Lourenço (pontos 1 a 6) no município de Matão - SP, nos períodos de seca (sc) e chuvoso (ch) de setembro de 2002 a outubro de 2003	102

RESUMO

O rio São Lourenço, localizado no município de Matão - SP, é o corpo receptor de esgotos sanitários “*in natura*” e esgotos previamente tratados de outras atividades econômicas desenvolvidas no município, e sofre diversas perturbações que ameaçam sua “biota”. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água deste rio, através do estudo dos macroinvertebrados bentônicos e das características físicas e químicas da água no trecho que se inicia na nascente (área rural), passando pela área urbana e finalizando em um trecho a jusante da área central do município, onde predominam atividades agroindustrial e pastoril. Para este estudo foram escolhidos seis pontos de coleta com uma jornada de sete amostragens em cada ponto, tanto para as análises biológicas quanto físicas e químicas, no período de setembro/2002 a outubro/2003. Foi utilizado substrato artificial com um período de colonização de seis semanas para a coleta da fauna. As coletas de água para a caracterização física e química foram feitas em intervalos de três semanas e enviadas ao laboratório para determinação de OD, COT, DQO, DBO, Condutividade Elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos, Sólidos Sedimentáveis em Suspensão, Dureza e Turbidez. As determinações das variáveis T (°C), pH e Transparência da Água, foram obtidas “*in situ*”. O material biológico foi acondicionado em sacos plástico devidamente etiquetados para transporte e enviados ao laboratório para análises. As análises das variáveis físicas e químicas da água confirmaram a caracterização de dois períodos hidrológicos distintos (seco e chuvoso), influenciando diversas variáveis abióticas. Foram capturados 19781 espécimes de invertebrados, registrando-se 56 unidades taxonômicas, com predominância de representantes de Chironomidae e Oligochaeta. As análises da taxocenose macrobentônica indicaram variações espaciais e temporais (períodos sazonais seco e chuvoso), com maiores densidades de organismos e riqueza taxonômica no período chuvoso, exceto na nascente onde a maior densidade de organismos ocorreu no período de seca. Diferenças na composição da fauna foram observadas, indicando que o principal impacto é o esgoto urbano “*in natura*” a partir da área pós urbana e outros, com intensidade menor, provenientes de outras atividades desenvolvidas no município que também contribuem para degradação deste rio. O fato da maioria dos táxons não terem sido registrados em todos os pontos de amostragem, e a descaracterização das variáveis físicas e químicas da água observada em escala espacial, refletiram os riscos causados pelo lançamento de esgotos urbanos “*in natura*” e de outras atividades desenvolvidas na microbacia do rio estudado.

ABSTRACT

The São Lourenço river, located in Matão, State of São Paulo, Brazil, is a water body receiving sanitary sewers “*in natura*” and sewers previously treated to other economic activities developed in the country, and suffers diverse disturbances that threaten its biodiversity. The aim of this work was to evaluate the water quality of this river, through the study of the benthic macroinvertebrates and the physical and chemical characteristics of the water in the stretch that is initiated in the spring (agricultural area), passing through the urban area and finishing in a stretch the ebb tide of the central area of the city where its predominant activities are agro-industrial and pastoral. For this study six points of collection with a day of seven samplings in each point were chosen, as much for the physical and chemical biological analyses as for the period from September/2002 to October/2003. Artificial substrate with a period of setting was used of six weeks for the collection of the fauna. The water collections for physical and chemical characterization had been made in intervals of (three weeks) and taken to the lab for determination of OD, COT, DQO, DBO, electric conductivity, dissolved solid total, sedimented solids in suspension, hardness and turbidity. The determination of variable T (°C), pH and transparency of the water had been gotten “*in situ*”. The biological material was conditioned in the plastic bags labeled “*in situ*” and taken to the lab for analyses. The analyses of the physical and chemical variables of the water had confirmed the characterization of two distinct hydrologic periods (dry and rainy) influencing diverse abiotic variables, where were collected 19.781 specimens, distributed among 56 taxonomic units registering, with predominance of representatives of the Chironomidae family and organisms of the Oligochaeta class. The analyses of macrobenthic taxocenose had indicated pontual and spatial varying with the seasonal periods (dry and rainy), presenting the biggest densities of organisms and taxonomic richness in the rainy period, except in the spring, where the biggest density of organisms occurred in the dry period. Differences in the composition of the fauna were observed, and indicating the main impact, urban sewers “*in natura*” initiating from (post-urban area) and others with lesser intensity proceeding from other activities developed in the micro-basin contributing to the degradation of this river. The fact of majority of taxons not have been registered in all the same points of sampling, and physical and chemical characterization water variables of water observed in spatial scale, reflected the risks caused by the launching urban sewers “*in natura*”, and other activities developed in the micro-basin of this studied river.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso estratégico para a humanidade, pois mantém a vida no planeta Terra, sustenta a biodiversidade e a produção de alimentos e suporta todos os ciclos naturais. A água tem, portanto, importância ecológica, econômica e social. As grandes civilizações do passado e do presente, bem como as do futuro, dependem e dependerão da água para sua sobrevivência econômica e biológica e para o desenvolvimento econômico e cultural (TUNDISI, 2005).

É relevante considerar que o processo de industrialização e urbanização desordenado, com o lançamento de seus rejeitos de forma inadequada ou sem nenhuma tecnologia de controle de poluentes tem imposto uma exploração predatória dos recursos naturais onde a água, o ar e o solo passam a ser uma das matrizes não renováveis ameaçadas e despidas de qualquer valor econômico. Portanto deve-se banir na cultura de todos os povos do planeta o hábito de ver o meio ambiente como matrizes fragmentadas e os seus problemas como pequenos pedaços separados. Entretanto, na busca da melhoria de vida, o homem desenvolvimentista aumentou sua desarmonia com o meio ambiente, desequilibrando a relação natural existente desde o primórdio da vida no planeta Terra. Para postergar a extinção da espécie humana conceituamos a sustentabilidade, mas ligado a este conceito, precisamos conhecer de forma holística, como nossas ações afetam o ecossistema.

Presente na terra há milênios, somente nos últimos 40 anos, o homem começou demonstrar preocupação com o ambiente em que vive; o que é um paradoxo, visto que depende integralmente do sistema natural da terra e de seus recursos para garantia de sua sobrevivência.

Estudos técnicos interdisciplinares surgem na década de 70, cujo enfoque das comunidades científicas é com relação aos recursos naturais e ao futuro das condições de vida na Terra, devido a acelerada destruição das florestas; a erosão dos solos agricultáveis; a diminuição de produção de peixes nas áreas pesqueiras; a destruição de arrecifes e de atóis de corais chamados de florestas marítimas e sua fantástica condição de produzir oxigênio; desaparecimento de espécies da flora e fauna; e finalmente da iminência da escassez da água, em algumas regiões do planeta.

Outro fator considerável que tem acelerado a degradação do planeta de forma geral é o crescimento demográfico, onde a população mundial cresceu de 2,5 para 6,1 bilhões de pessoas nos anos de 1950 a 2000, conferindo um aumento de 3,6 bilhões de pessoas tendendo a chegar a 8,9 bilhões em 2050. De forma que a população cresce, o sistema Terra continua o mesmo e a água doce produzida pelo ciclo hidrológico ainda é a mesma de 1950, provavelmente será a mesma em 2050. A discrepância do aumento da população em relação aos recursos naturais, sugere afetar não só a qualidade de vida do homem, como a vida em si mesma (THAME, 2000).

A escassez da água já atinge vários países do mundo, alguns deles encontram-se em situações extremamente delicadas. O conceito de cultivar alimentos em larga escala, por exemplo, surgiu na

Mesopotâmia há 6 mil anos, com a migração dos povos para a região seca no sul do Iraque, onde cavaram-se valas e transpuseram água do rio Eufrates para aquela área, dando assim o início da técnica de irrigação agrícola, transformando a terra e a sociedade. Houve um superávit na produção de alimentos, seu conseqüente armazenamento e posteriormente seu comércio. Desta forma, o uso da água na irrigação não parou de crescer.

O fato do Brasil possuir uma das maiores reservas de água doce do mundo, mais de 12% da água potável do globo, nossa água é muito mal distribuída. Um volume de 2500 m³ de água por habitante ano, é uma quantidade suficiente para o exercício normal das atividades humanas, econômicas e sociais. Abaixo de 1500 m³, a situação é considerada crítica e isto ocorre nos estados da Paraíba e Pernambuco, enquanto que no estado de São Paulo a situação ainda é considerada boa, cerca de 2900 m³ habitante ano, isso demonstra que tão importante quanto sua disponibilidade igualitária é sua preservação, sabido que hoje a água já é considerada um bem finito quanto ao seu uso.

Hoje como as águas superficiais não oferecem volumes e qualidade satisfatória devido ao uso máximo, opta-se pela prospecção de águas através da perfuração de poços e muitas vezes o bombeamento é tão intenso que esta não se renova, em vista da impossibilidade de regeneração total, as águas dos aquíferos vão se esvaindo a ponto de provocar afundamentos do solo em algumas regiões (THAME, 2000).

Considerada um bem público, a água é resguardada por duas abordagens jurídicas. Uma é a lei de crimes ambientais: quem polui lançando poluentes nos cursos de água alterando suas características, paga altas multas e pode até ser preso. A outra é a aplicação do princípio poluidor – pagador e usuário pagador, que obriga o pagamento para quem lança efluentes nos corpos de água, mesmo que não esteja cometendo crime, por estar respeitando os limites permitidos pela legislação, quanto para quem estiver retirando água dos mananciais superficiais e subterrâneos.

Assim, o aumento excessivo da população humana e sua concentração formando as cidades, têm contribuído para o quadro atual de degradação ambiental, quando os impactos antrópicos no planeta tem sido cada vez maiores e mais freqüentes, em função do grau e a forma de desenvolvimento da cultura e tecnologia. O modelo da organização social humana, voltada para o consumo e a produção de bens, vem modificando, na quase totalidade das vezes, negativamente as condições naturais, logo países com economias emergentes ou fortes e conseqüentemente agentes potencialmente poluidores, precisam encontrar uma solução que concilie proteção ambiental com crescimento econômico.

Os rios sempre possuíram papel de relevância para a qualidade de vida: sistemas fluviais e homens estão intimamente ligados há milhões de anos, pois esses sistemas têm sido utilizados ao longo da história para diversas finalidades através da história como fonte de alimentação; captação de águas para fins industriais e domésticos; utilização como vias de transportes; lançamentos de resíduos

líquidos industriais e urbanos e mais recentemente como gerador de energia elétrica pelo represamento de suas águas (TEIXEIRA, 1993).

Os grandes aumentos da população e da densidade demográfica, e a aceleração da urbanização e êxodos rurais associados provocaram intensa produção e concentração de resíduos não tratados de origem doméstica e industrial, cuja absorção pelo meio natural passou a ser mais limitada, aumentando-se a área de influência dos problemas ambientais gerados pelos resíduos urbanos (SÉ, 1992).

O uso dos recursos hídricos deve atender, *a priori*, à satisfação das necessidades básicas e à proteção dos ecossistemas aquáticos. Logo, parte-se do princípio de que a água é um recurso indivisível e que a interligação complexa dos sistemas de água doce exige um manejo holístico, fundamentado no exame equilibrado das necessidades da população e do meio ambiente e certificados através de parâmetros físicos, químicos e biológicos, como diagnóstico de sua qualidade e as atividades decorrentes destas práticas, devem envolver ações para proteção e recuperação dos mananciais.

As políticas para proteção e recuperação desses mananciais, já estavam previstas desde 1934, com a promulgação do Código das Águas, com a cobrança dos recursos hídricos. Já na Rio 92, através da Lei 9.433, este instrumento foi ratificado e finalmente em 29/12/05, foi sancionada a Lei 12.183, que estabelece a Cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, que uma vez regulamentada, entrará em vigor, cujos recursos serão utilizados na Gestão Ambiental.

Geralmente as avaliações de impactos ambientais em ecossistema aquáticos são feitas através de análise das variáveis físicas e químicas, muito embora estas análises quantifiquem com precisão imediata as alterações nestas. Entretanto, constata-se algumas desvantagens como a descontinuidade espacial e temporal das amostragens, de forma a retratar uma situação momentânea e pontual num meio altamente dinâmico que são os sistemas lóticos (WHITFIELD, 2001).

O monitoramento ambiental, através de vias biológicas, pode ser descrito como “a observação sistemática de parâmetros relacionados com problemas específicos, objetivando fornecer informações sobre as características do problema e de suas mudanças no tempo” Study of Critical Environmental Problems (SCEP, 1970).

De forma ampla, o monitoramento ambiental ocorre na atualidade e em todo mundo, visando acompanhamentos e avaliações no tempo e no espaço das variáveis físicas e químicas que incidem em diferentes formas nas caracterizações das condições ambientais em um determinado local. Estes parâmetros podem ser de origem natural (i.e. temperatura; precipitações; salinidade; radiação solar; ventos; correntes marinhas; pH do solo ou da água; nutrientes etc.) ou antropogênicas (i.e. sólidos em suspensão no ar; emissão de gases tóxicos; poluição radioativa; concentração de determinados poluentes na água; padrões de dispersão de poluentes nos ecossistemas; etc.) com a vantagem que

estes tipos de análises, tanto para coletas quanto para o registro de dados podem ser feitos em curtos espaços de tempo.

Nas últimas décadas, os monitoramentos realizados sobre bases bióticas, sejam elas estritamente biológicas ou também demográficas, têm recebido enormes relevâncias. Visto que “utiliza organismos de uma forma regular e sistemática para determinar a qualidade ambiental” (CAIRNS, 1979. *Apud* SPELLERBERG, 1991).

Qualquer indicador biológico se dá por confirmar a presença, disponibilidade, e abundância de seus recursos em seu habitat, e também a continuidade ou o surgimento desse habitat, que pode geralmente, mas nem sempre ser avaliado por uma observação mais direta. Muitos insetos bem como outros organismos móveis de ciclo complexo utilizam diversos recursos primários e habitats; a presença destes organismos em um destes habitats garante a saúde de todos. A diversidade de um grupo indicador está relacionada com a diversidade dos ambientes e seus recursos, e o desaparecimento de alguns de seus representantes pode indicar poluição, redução, ou indisponibilidade dos recursos específicos (BROWN, 1972). Um bioindicador pode ser um organismo ou um conjunto deles, que permite caracterizar o estado de um ecossistema e evidenciar tão precocemente quanto possível as mudanças naturais ou provocadas, e devem ser de fácil amostragem e identificação, apresentar características biológicas e ecológicas bem conhecidas, acumular poluentes, apresentar uma baixa variabilidade específica e até ser de fácil desenvolvimento em laboratórios (BLANDIN, 1996) citado por (TAUK & TORNISIELO, 1995).

A prática do uso de insetos para monitorar a integridade dos sistemas aquáticos (MOULTON, 1998), tem sugerido um grande interesse na utilização de organismos bentônicos em estudos sobre a qualidade ambiental tanto para poluentes quanto vegetação ciliar de áreas de entorno de ambientes aquáticos.

Os monitoramentos realizados com os bioindicadores em bacias hidrográficas, apontam as alterações das condições limnológicas dos rios, muitas das quais não podem ser detectadas apenas pelas determinações físicas e químicas da água (JUNQUEIRA et al., 2000), sobretudo ao se considerar a existência de mais de 11 milhões de substâncias químicas cadastradas no Chemical Abstracts Service (CAS), que podem potencializar a ação degradante ao meio ambiente. Portanto, os organismos bioindicadores indicam integralmente os efeitos produzidos por substâncias contidas na água de um rio, inclusive substâncias novas que eventualmente surgem através de interações entre elementos que se subtraem à análise química, conforme afirma o Centro Tecnológico (CETEC, 1998).

De forma complementar, os programas de monitoramento ambiental, através da biota, têm-se mostrado importante na busca de informações sobre a integridade dos ecossistemas e a qualidade ambiental. Entre os organismos utilizados em programas de monitoramento estão os peixes, moluscos, vermes, larvas de insetos e crustáceos. O fato dos macroinvertebrados bentônicos compartilharem

estrita associação com um substrato, ter um ciclo de vida relativamente longo, apresentar pouca mobilidade e baixa dispersão, possibilita sua aplicação em monitoramentos de rios. A integridade de uma comunidade bentônica pode, portanto, determinar a memória biológica de um ambiente lótico, uma vez que participa de sua qualidade num passado recente (ARAUJO, 1995).

A utilização da ecotecnologia tem como objetivo aumentar a capacidade preditiva sobre as comunidades do sistema rio e visa delinear uma estrutura conceitual para compreensão dos fenômenos ecológicos. De maneira que a prática da ecotecnologia é definida como a utilização dos conhecimentos que se obtém sobre o sistema, para melhorar e solucionar os problemas (TUNDISI, 1999).

Considerados portanto, ecossistemas abertos, os rios estão em constante interação com o ambiente terrestre, onde recebem consideráveis influências de processos bióticos e abióticos que ocorrem ao longo de trechos diferenciados dos ecossistemas lóticos, potencializando a complexidade do estudo destes (STATZNER, 1987).

Segundo VANNOTE (1980), as variáveis físicas como a largura, profundidade, volume, temperatura e ganho de entropia, apresentam um gradiente que determina respostas nas comunidades constituintes, que resultam em um ajuste biótico contínuo.

Considerando o código das águas, estabelecido pelo Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934, a ninguém é lícito conspurcar ou contaminar as águas que não consome, com prejuízo de terceiros. Os serviços para manter a salubridade das águas serão realizadas à custa dos infratores que, além da responsabilidade criminal se houver, responderão pelas perdas e danos que causarem, e por multas que lhes forem impostas pelos regulamentos administrativos. Esse dispositivo é visto também como precursor do usuário-pagador, no que diz respeito ao uso para assimilação e transporte de poluentes. Se os interesses relevantes da agricultura ou da indústria o exigirem, e mediante expressa autorização administrativa, as águas poderão ser inquinadas, mas os agricultores ou indústrias deverão providenciar sua purificação por qualquer processo ou que sejam seu esgoto natural - Fundação do Desenvolvimento Administrativo (FUNDAP, 1996).

Essa peça administrativa é totalmente válida aos municípios, que não fazem nenhum tipo de serviço ou tratamento dos poluentes, sendo responsáveis pela degradação da maioria dos corpos de água, através dos lançamentos dos esgotos *“in natura*.

Com o esforço do poder público municipal, das entidades ambientais e da sociedade civil, surge a Companhia Matonense de Saneamento (CMS), que deverá tratar 100% dos despejos urbanos do município já neste ano de 2005, trazendo melhorias para o restabelecimento da fauna deste corpo de água. Outro fator importante é a preservação e a recuperação da mata ciliar, ao longo deste rio, para garantir a vida aquática e a recuperação da fauna. Então este presente estudo, baseado na comunidade de macroinvertebrados bentônicos e nas características físicas e químicas da água, servirá de base para outros trabalhos científicos neste rio, bem como em outros com problemas similares. A periodicidade

adotada neste trabalho permitiu conhecer a macrofauna bentônica existente no rio antes da estação proposta entrar em funcionamento. Estudos posteriores poderão avaliar o desempenho do tratamento proposto.

Não há registros anteriores de diagnóstico ambiental para o rio São Lourenço com o uso de variáveis físicas e químicas da água e da fauna de macroinvertebrados bentônicos. Portanto, o presente estudo poderá subsidiar propostas de monitoramentos aos responsáveis pela tomada de decisão, visando a recuperação e a proteção deste rio.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade das águas do rio São Lourenço no município de Matão - SP, através da análise dos macroinvertebrados bentônicos e das características físicas e químicas da água.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a estrutura e composição da comunidade dos macroinvertebrados do sedimento ao longo do rio São Lourenço, Matão - SP.

- Relacionar a comunidade bentônica com as variáveis abióticas visando diagnosticar as alterações decorrentes da entrada de poluentes no rio.

3 JUSTIFICATIVA

A consolidação da industrialização do interior paulista se deu na década de 70, ao ponto de refluir a até então vigente concentração de estabelecimentos na capital, (FERNANDES & CÔRTEZ, 1988).

Em 1988, o interior de São Paulo era responsável por 38,4% do emprego e 40,1% da produção industrial do estado. Enquanto que em 1959, esta participação alcançava apenas 29,4% e 26,9%, respectivamente; logo, em 30 anos a produção industrial do interior cresceu cerca de 50,0% e sua capacidade de geração de empregos expandiu em 30,6%, conforme dados do Sistema Estadual de Análises de Dados Estatísticos (SEADE, 1992).

As fontes de poluição do ambiente, decorrentes das atividades agrícolas, são a aplicação de fertilizantes, defensivos agrícolas e descartes de resíduos agro-industriais, além de aportes atmosféricos provenientes das práticas agrícolas das queimadas. Portanto, no município de Matão, o rio São Lourenço atua como corpo receptor de todos os lançamentos de características orgânicas e inorgânicas inerentes ao desenvolvimento urbano e intensa atividade agrícola na região, esta predominantemente de mono culturas de cana-de-açúcar e “citrus” que se constituem em fatores degradantes ao rio. As práticas antrópicas inadequadas, como o emprego de fertilizantes e defensivos agrícolas, lançamentos de esgotos domésticos “*in natura*” e efluentes industriais, mesmo aqueles previamente tratados são os principais contribuintes ao aumento da concentração de material orgânico no rio.

Evidente que esses contaminantes são carregados para os corpos de água, por vias difusas e pontuais, com uma influência considerável na qualidade da água e de toda a biota. Portanto, o rio São Lourenço, eleito como o principal rio do município de Matão, e objeto deste estudo, poderá ter a qualidade de suas águas mensuradas através dos macroinvertebrados bentônicos e variáveis físicas e químicas da água, refletindo as principais alterações causadas pelo “input” de poluentes gerados em sua área de entorno.

Baseados nas interferências antrópicas que este rio vem sofrendo ao longo do tempo e espaço, o diagnóstico através de indicadores biológicos e variáveis físicas e químicas pode fornecer dados concretos sobre a qualidade de suas águas, e subsidiar o poder público, quando da tomada de decisões na implantação de um sistema que venha resgatar a qualidade da água desse rio.

4 ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização do Município

O município de Matão, situado na zona fisiográfica de Ribeirão Preto, apresentando sua sede municipal sob as seguintes coordenadas geográficas: 21° 36' de latitude sul e 48° 22' de longitude, limita-se ao norte com municípios de Taquaritinga e Dobrada, ao sul com Nova Europa, a leste com Araraquara e a oeste com Itápolis e Tabatinga, inserido na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHI) = 16 (Tietê/Batalha), pertencente a bacia hidrográfica do Tietê Médio Inferior (TMI) = 21.

A altitude máxima do município é de 681 metros e a mínima em torno de 500 metros. A sede do município encontra-se a uma altitude máxima de 600 metros e altitude mínima de 540 metros Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1971). A Figura 1 mostra simplificada a localização do município de Matão - SP, no Estado e os principais rios da bacia hidrográfica do Tietê Médio Inferior.

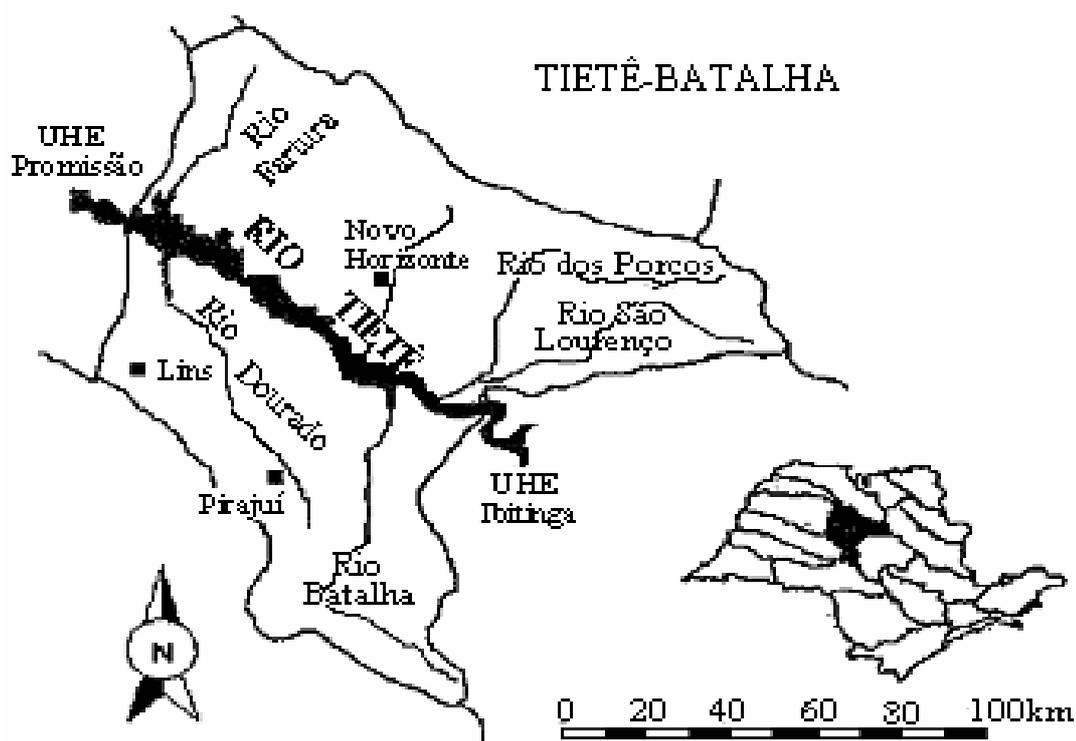


Figura 1- Localização do município de Matão - SP, no Estado e os principais rios da bacia hidrográfica do Tietê Médio Inferior.

4.2 Geologia, Geomorfologia e Vegetação

A região de Matão encontra-se em domínio dos sedimentos da formação Adamantina (Grupo Bauru) e subjacentes, ocorrem em basalto da formação da Serra Geral, no contato inferior encontra-se os arenitos eólicos da formação Botucatu/Pirambóia (Grupo São Bento).

O nível de base de escoamento do rio São Lourenço indica existir um predomínio estrutural de direção Leste - Oeste, pobre em recursos hídricos superficiais, sendo o município abastecido totalmente por águas subterrâneas Companhia de Águas e Esgotos de Matão (CAEMA), 22 poços, conforme dados da Prefeitura Municipal de Matão (2003).

A exploração dos recursos hídricos subterrâneos dos aquíferos Adamantina e Serra Geral conta com uma baixa demanda feita por particulares, já o aquífero Botucatu Pirambóia é explorado por diversos poços de domínio público e particulares que demandam grandes volumes de consumo.

O solo podzólico vermelho-amarelo corresponde à uma área de 80% do município com boa fertilidade e 20% é latossolo vermelho com baixa fertilidade.

A cobertura vegetal natural de uma região é um elemento importante e necessário ao estabelecimento de uma política igualitária de Meio Ambiente que deve buscar uma boa interação entre as atividades produtivas a conservação ambiental e as necessidades do setor.

No seu processo histórico, no que tange a intensa ocupação do solo, o município de Matão apresenta como resultado uma visível redução de suas áreas com vegetação natural. Com uma área de 53.700 ha e cobertura vegetal remanescente equivalente a 3.454 ha da área total, distribuída em: Mata, Capoeira, Cerradão, Cerrado, Várzea e Área não classificada. O percentual total (6,44%) corresponde a somatória dos percentuais de todos os biomas remanescentes no município. A Tabela I mostra a área total do município em (ha), o percentual da área terrestre ocupada por cada tipo de bioma, e seus respectivos percentuais em relação a área total com cobertura vegetal.

Tabela I – Área total do município e cobertura vegetal total em (ha) e percentuais de cada tipo de vegetação remanescente e seus respectivos percentuais em relação à área total com cobertura vegetal no município de Matão - SP, segundo o Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais (DEPRN) Projeto Olho Verde, (1989).

Área Terrestre (ha) 53700		Área Terrestre (%)	Área Cobertura Vegetal (%)
Área Cobertura Vegetal (ha) 3454			
Mata	2535	4,72	73,39
Capoeira	718	1,34	20,79
Cerradão	36	0,07	1,04
Cerrado	85	0,16	2,46
Várzea	65	0,12	1,88
Área não classificada	15	0,03	0,43
TOTAL	3454	6,44	100

4.3 O Ambiente

O rio São Lourenço nasce no município de Matão na zona rural, com o nome de rio São Francisco, a uma altitude de 600 metros Referência de Nível do Instituto Geográfico e Geológico (RN-IGG), latitude 21° 36' 25'' e longitude 48° 17' 30'', a 6,0 km ao leste a montante do perímetro urbano e deságua no Ribeirão dos Porcos, a uma altitude de 400 metros (RN-IGG), latitude 21° 31' 30'' e longitude 49° 00' 15'', na divisa dos municípios de Ibitinga e Borborema a 6,8 Km – Norte da Usina Hidrelétrica de Ibitinga, percorrendo cerca de 93,20 Km de extensão, conforme carta geográfica do (IBGE, 1971). Seus principais afluentes são: o córrego Cascavel no município de Matão, o córrego do Marimondo no município de Dobrada, o córrego Espírito Santo no município de Tabatinga, o córrego do Turvo no distrito de São Lourenço do Turvo, o córrego Fundo no distrito de Nova América e os córregos do Viradouro, São Pedro e o Ribeirão da Onça no município de Itápolis, sendo que o córrego Cascavel, córrego do Turvo, São Pedro e Viradouro, efetivamente são os que contribuem com carga orgânica para esse recurso hídrico, (RN-IGG) – Referência de Nível adotado pelo Instituto Geográfico e Geológico da Diretoria de Geodésia e Cartográfica do (IBGE).

4.4 Uso e Ocupação da Terra

O município de Matão possui uma área de 517 km² e uma população de 75.929 habitantes (IBGE - estimativa até julho de 2004) e 95 empreendimentos cadastrados na Agência Ambiental de Araraquara, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB, 1998 a). Essa região é destinada às atividades urbanas, industriais e agropecuárias com grandes pastagens e culturas constituídas principalmente por: cana-de-açúcar, laranja, milho, café, arroz, feijão e amendoim - Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento (SEAA, 1996).

4.5 Uso da Água

As águas superficiais da bacia do Rio São Lourenço têm como sua utilização básica, a irrigação de culturas e recepção dos despejos gerados nas indústrias previamente tratados e esgotos urbanos “*in natura*” gerados na cidade de Matão.

4.6 O Abastecimento

O Abastecimento de água do município, inclusive indústrias estabelecidas em áreas rurais, faz uso da água do manancial subterrâneo, uma vez que a bacia do rio São Lourenço encontra-se sobre o imenso aquífero confinado (Botucatu/Pirambóia). A partir da década de 80, nota-se uma crescente demanda pelo uso da água subterrânea, que se concretiza em função da deterioração das águas superficiais que exige elevados investimentos para captação, adução e tratamento.

4.7 Legislação Ambiental - Estadual e Federal

A resolução CONAMA - 357, de 17 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 lançamentos de efluentes.

O Artigo 24, desta mesma Resolução, dispõe sobre condições e padrões de lançamentos de efluentes sendo que, os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados direta ou indiretamente nos corpos de água após o devido tratamento e, desde que obedeçam às condições padrões e exigências dispostos nesta Resolução. Desta forma, o órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, e exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica.

4.8 Classificação dos Corpos de Água

Artigo 2º: Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 %;
- II- águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 % inferior a 30 %;
- III- águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 %.

Artigo 3º da Resolução CONAMA - 357 dispõe que as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional, são classificadas segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes em treze classes de qualidade.

Artigo 4º: As águas doces são classificadas em:

I-classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para o consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II- classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para o consumo humano, após o tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA - 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de películas; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III- classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA-274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parque, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV- classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V- classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

4.9 Condições e Padrões de Qualidade de Águas

O Artigo 34 da Resolução CONAMA - 357 descreve que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedecem as condições e padrões previstos neste artigo, resguardados outras exigências cabíveis.

O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e ou comunidades aquáticas (Capítulo III, Artigo 8º, § 3º).

O Artigo 14, da Resolução acima citada, observa as seguintes condições e padrões para as águas doces de classe 1:

I- condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaios ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previsto na Resolução nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80 % ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E.Coli (*Escherichia Coli*) poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20 °C até 3 mg/L O₂;

I) OD em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;

J) Turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

L) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e

m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

Os parâmetros e padrões de qualidade de águas doces classe 1 e para águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo podem ser verificados nas (Tabela VII e VIII do anexo 1).

Artigo 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA - 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante um período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20 ° C até 5 mg/L O₂;

VI- OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;

VII- clorofila a: até 30 mg/L;

VIII- densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e,

IX- fósforo total:

a) até 0,030 mg/L em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias,

e, tributários diretos de ambiente lêntico

Artigo 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I- condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante um período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E.Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/mL, ou 5 mm³/L;

i) DBO 5 dias a 20 °C até 10 mg/L O₂;

j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;

l) turbidez até 100 UNT;

m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,

n) pH: 6,0 a 9,0.

II- Padrões de qualidade de água:

Os parâmetros e padrões de qualidade de águas doces classe 3 são mostrados na (Tabela IX do anexo 1).

Artigo 17. As águas doces de classe 4 observarão os seguintes condições e padrões:

I- materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II- odor e aspecto: não objetáveis;

III- óleos e graxas: toleram-se iridescências;

VI- substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

V- fenóis totais (substâncias que reagem com 4. aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;

VI- OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; e,

VII- pH: 6,0 a 9,0.

4.10 Condições e Padrões de Lançamentos de Efluentes

I - pH entre 5 a 9;

II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;

III - materiais sedimentáveis: até 1 ml/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V - óleos e graxas:

1. óleos minerais: até 20 mg/L;

2. óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L; e

VI - ausência de materiais flutuantes.

As condições e padrões de lançamentos de efluentes podem ser observados na (Tabela X do anexo 1).

4.11 O Enquadramento do Rio São Lourenço

O rio São Lourenço, no trecho compreendido entre a nascente até a confluência com o córrego Cascavel no município de Matão, é enquadrado como classe 4, devendo portanto, os despejos provenientes de quaisquer fontes, inclusive os esgotos sanitários municipais, quando lançados atender ao Artigo 17 da Resolução CONAMA - 357. No trecho compreendido a partir da confluência do córrego Cascavel até a confluência com o Ribeirão dos Porcos, na divisa dos municípios de Ibitinga, Itápolis e Borborema, este corpo de água receptor é enquadrado como Classe 3, devendo portanto os despejos de quaisquer fontes poluidoras, quando lançados, atender ao artigo 16 da Resolução acima citada.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atender os objetivos deste estudo considerou-se as características da microbacia do rio São Lourenço, selecionando-se seis pontos de amostragem visando avaliar este corpo de água a partir de sua nascente (área rural) até o Distrito de São Lourenço do Turvo (área rural), totalizando 24.579 m de extensão. Os pontos, foram criteriosamente estabelecidos, buscando diagnosticar as variações ambientais ao longo deste corpo de água, através das análises das variáveis físicas e químicas da água e os invertebrados bentônicos.

As condições climatológicas e hidrológicas da área em estudo considerando a abrangência da microbacia drenada pelo rio São Lourenço, no período de setembro de 2002 a outubro de 2003,

permitiram reconhecer dois períodos climáticos para a região: um chuvoso com temperatura e precipitação pluvial mais elevada de (novembro/2002 a maio/2003) e outro seco com temperatura e precipitação pluvial menor (junho/2003 a setembro 2003). De acordo com GUIMARÃES (1988), os principais fatores impactantes que contribuem para a degradação do rio São Lourenço, devem-se ao lançamento contínuo dos esgotos sanitários “*in natura*” do município, e cargas remanescentes dos despejos das indústrias durante os períodos de safras que, incrementam as taxas de consumo de oxigênio dissolvido, potencializando o problema gerado e a extensão da degradação da qualidade deste corpo de água.

Visto que, o estudo das comunidades de macroinvertebrados bentônicos é muito utilizado para monitoramento da qualidade da água em rios (GUERESCHI & MELÃO, 1997) e, por possuir certa vantagem sobre os métodos físicos e químicos, uma vez que a fauna funciona como integradora das condições ambientais “*in situ*”, antes, durante e depois dos eventos impactantes, os métodos físicos e químicos refletirem apenas as situações momentâneas. Assim, estudos realizados paralelamente (abióticos e bióticos) se complementam e podem oferecer resultados mais consistentes na avaliação dos corpos de água.

Os pontos de amostragem demarcados (pontos de 1 a 6), para este estudo foram plotados através da junção das folhas IBGE: Matão (SF-22-X-D-VI-1) e folha IBGE: Tabatinga (SF-22-X-D-V-2), escala 1:100.000 (Figura 2).

A representação das coordenadas, Universal Transistor de Mercator (UTM) dos pontos de coleta no rio São Lourenço, no período de setembro de 2002 a outubro de 2003 estão demonstrados na (Figura 3.)

Na figura 4 são demonstrados as distâncias (m) entre os pontos de coleta, pontos onde a cidade encontra-se provida de rede coletora de despejos urbanos que margeiam o corpo de água e a classe do rio, de acordo com a classificação CONAMA - 357.



Figura 2 - Localização do trecho do rio São Lourenço, no município de Matão - SP, e dos pontos de coleta de água e macroinvertebrados, no período de setembro de 2002 a outubro de 2003.

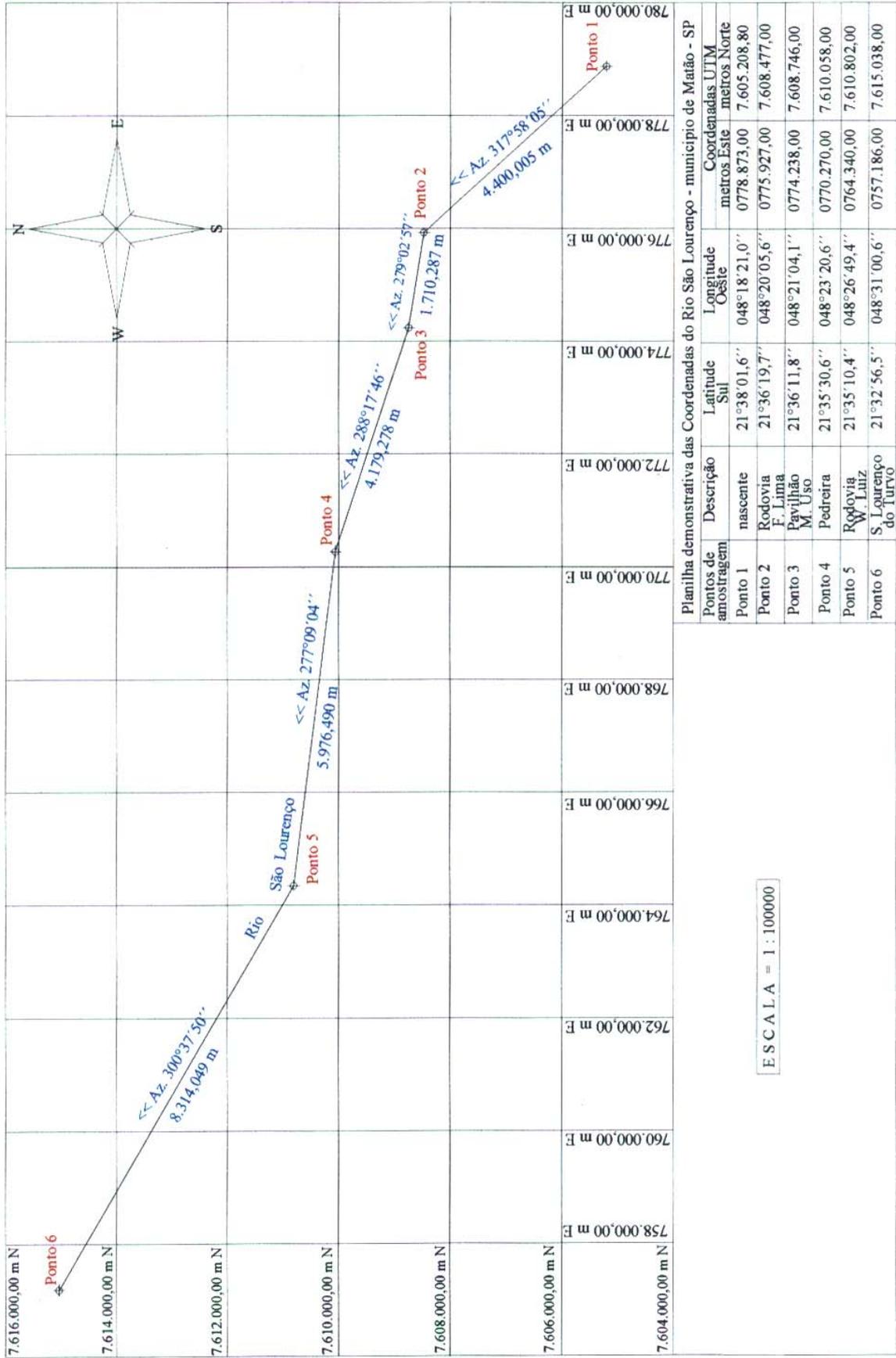


Figura 3 - Representação das coordenadas em UTM dos pontos de coleta no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de setembro de 2002 a outubro de 2003.

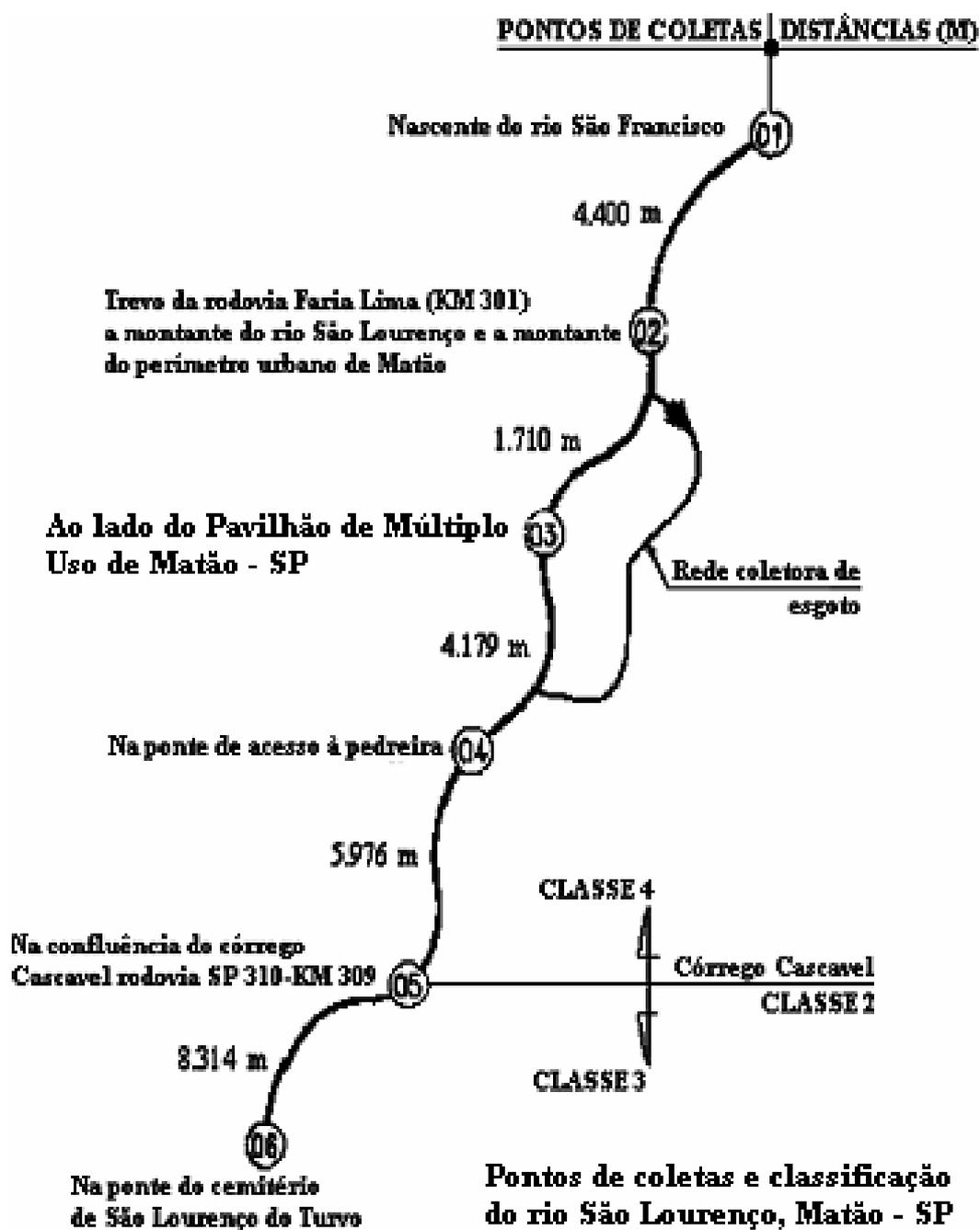


Figura 4 - Pontos de coleta e trechos do rio São Lourenço, Matão - SP, no perímetro urbano provido de rede coletora de esgotos e sua classificação de acordo com o CONAMA - 357.

5.1 Caracterização dos Pontos de Amostragem

5.1.1 Ponto 1: Este ponto refere-se à nascente do rio São Francisco, a uma distância de aproximadamente 5.255 m antes de receber o nome de rio São Lourenço, perímetro já considerado urbano. Localizado em área rural, protegido por mata ciliar cujo entorno do lado direito predomina pastagem e no esquerdo cultura de cana-de-açúcar. A Figura 5 mostra parte da vegetação no entorno da nascente do rio São Francisco, e a Figura 6 mostra o local de coleta.



Figura 5 – Vista da vegetação na nascente do rio São Francisco, no município de Matão - SP.



Figura 6 - Introdução dos substratos artificiais no ponto 1, no rio São Francisco, no município de Matão - SP.

5.1.2 Ponto 2 : Localizado a 4.400 m distante do ponto 1, nas proximidades do trevo da Rodovia Faria Lima (Km 301) à montante do rio São Lourenço e do perímetro urbano. Precedido por um banco de macrófitas do gênero *Typha* (Taboa), apresenta proteção de mata ciliar apenas na sua margem esquerda e, na sua margem direita desenvolvem-se atividades agropecuárias, não apresentando indícios de lançamentos pontuais no rio, proveniente da atividade citada. A Figura 7 refere-se ao ponto demarcado para a introdução dos substratos artificiais e coletas de água para análises físicas e químicas.

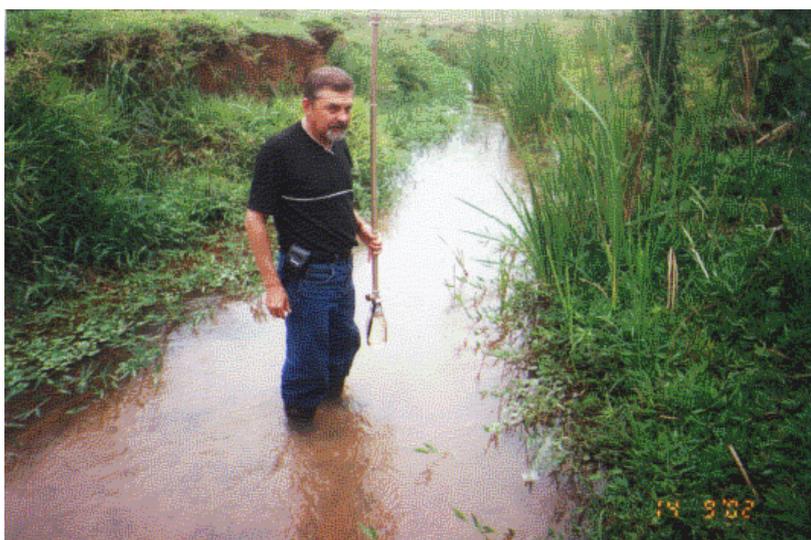


Figura 7 - Introdução dos substratos artificiais e coletas de água no ponto 2, no rio São Francisco, no município de Matão - (SP).

5.1.3 Ponto 3 : Refere-se ao perímetro urbano distante 1.710 m do ponto 2. Neste trecho os esgotos domiciliares são desviados, via emissários, e lançados novamente no rio a uma distância aproximada de 1.300 m a montante do ponto 4. Entretanto este ponto recebe partes de esgotos “*in natura*” proveniente dos bairros Nova Cidade e Jardim Monte Carlo, drenados pelo córrego Las Palmas, um dos tributários do rio São Lourenço desprovido de emissário coletor de esgotos. Lançamentos pontuais de esgotos domiciliares possivelmente clandestinos e um processo erosivo evidente. Na Figura 8, observa-se o local da introdução dos substratos artificiais para captura de macroinvertebrados bentônicos e coletas de água para determinações físicas e químicas.



Figura 8 - Local de introdução dos substratos artificiais e coletas de água no ponto 3, no rio São Lourenço, no município de Matão - SP.

5.1.4 Ponto 4 : Ponto denominado acesso à Pedreira. À montante deste ponto, a uma distância aproximada de 1.300 m, ocorre o lançamento "*in natura*" da rede coletora de esgoto e de todos os efluentes previamente tratados das indústrias localizadas no perímetro urbano. Neste ponto, o rio apresenta-se totalmente desprovido de proteção de mata ciliar, além da presença de um lixão nas proximidades, atualmente desativado. O local da introdução dos substratos artificiais para coleta de macroinvertebrados bentônicos e amostragens de água para determinações físicas e químicas, bem como um aspecto objetável da qualidade das águas deste rio, são mostrados na Figura 9.



Figura 9 - Local de introdução dos substratos artificiais e coletas de água no ponto 4, no rio São Lourenço, no município de Matão - SP.

5.1.5 Ponto 5: A Figura 10 representa a localização do ponto de coleta número 5, que se encontra na confluência do córrego Cascavel distante 5.976 m do ponto 4, apresentando como referência a rodovia SP 310 - Km 309. O córrego Cascavel recebe efluentes previamente tratados das indústrias localizadas no Parque Industrial Toriba e esgotos domésticos "*in natura*" do bairro residencial Jardim Paraíso, ambos lançados diretamente nesse corpo de água. Neste ponto, as margens do Rio São Lourenço é susceptível a inundações constantes, devido à topografia do terreno ser baixa e plana, caracterizada como planície aluvial. A cobertura vegetal deste ponto é caracterizada pela presença composta principalmente por canaviais, citricultura e áreas de pastagens. Assim, na margem direita ocorrem árvores esparsas precedidas por pastagens, na margem esquerda, elementos arbóreos mais numerosos, precedidos por canaviais e citricultura.



Figura 10 - Local de introdução dos substratos artificiais e coletas de água no ponto 5, no rio São Lourenço, no município de Matão - SP.

5.1.6 Ponto 6 : Apresenta como referência, a ponte de madeira nas proximidades do cemitério do Distrito de São Lourenço do Turvo, distante 8.314 m do ponto 5. Pode-se observar, na Figura 11, que este trecho apresenta proteção de mata ciliar (30 m) em ambas as margens, seguido por cultura de cana-de-açúcar na totalidade de seu entorno.



Figura 11 - Local de introdução dos substratos artificiais e coletas de água no ponto 6, no rio São Lourenço, no município de Matão - (SP).

5.2 Variáveis Hidráulicas

Em cada ponto de amostragem foi selecionado um segmento aproximado de 100 m de comprimento onde foram mensurados a largura, profundidade e velocidade médias do rio para cálculo da vazão instantânea, em m^3/s .

As medidas de velocidade foram tomadas de acordo com recomendações de GORDON et al. (1992). Foi traçado um transecto numa secção retilínea, dividido em sub-seções de 0,30 m. Em cada sub-seção foram tomadas três medidas de velocidade a uma profundidade média. Um correntímetro do tipo conta-giros, marca Vale Port 2559, com cabo de transmissão marca ELLE Scientific, foi utilizado nas medidas. O cálculo da velocidade média de corrente foi obtida através da equação baseada nas informações cedidas pelo fabricante:

$$1) V = \frac{s}{t}(0,2667) + 0,008$$

onde;

V= velocidade m/s

s = n° de sinais emitidos

t = tempo de leitura

A velocidade média utilizada para o cálculo de vazão corresponde à média de três medidas tomadas em cada sub-segmento. A vazão foi obtida pela relação entre a velocidade média e a área da secção transversal do sub-segmento. A somatória das vazões parciais resulta na vazão total da secção. Para o cálculo das vazões parciais foram utilizadas as equações 3 e 4, que correspondem as fórmulas do trapézio e quadrado perfeito respectivamente.

$$(2) Q = V.A$$

sendo:

$$(3) A = B + b \left(\frac{h}{2} \right)$$

ou

$$(4) A = Bh$$

onde;

Q= vazão (m³/s)

V= velocidade da corrente

A= área (m²)

B= medida da base maior (m)

b= base menor (m)

h= altura (m)

5.3 Variáveis Físicas e Químicas da Água

O período deste estudo foi de 05/10/02 a 28/09/03, visando representar duas condições hidrológicas, períodos de seca e chuvoso.

Foram realizadas amostragens de água em cada ponto para determinações físicas e químicas e, ocorreram sempre no vigésimo primeiro dia, após a colocação dos substratos no rio para coleta do material biológico. Desta forma, totalizaram-se sete amostragens bióticas e sete amostragens abióticas em cada ponto.

As amostras de água foram coletadas a uma profundidade de 20 cm da superfície e acondicionadas em frascos de polietileno com contra-tampa e mantidas em caixa de isopor com gelo. Para as determinações de oxigênio dissolvido as amostras de água foram preservadas no campo com solução alcalina de azida sódica e sulfato manganoso. Nos laboratórios da (Coimbra Frutesp) Comércio e Indústrias Brasileiras - Frutos do Estado de São Paulo, todas as amostras foram analisadas na mesma data de cada coleta, exceto para as determinações da DBO₅, cujos resultados foram obtidos após cinco dias, tempo de incubação. Os resultados das variáveis físicas e químicas da água analisadas em laboratório, correspondem a média de três medições por amostra, e o desvio padrão dos valores máximos e mínimos são mostrados na Tabela XIX do anexo 1).

5.3.1 Temperatura da Água (°C)

A temperatura da água foi medida “*in situ*” com auxílio de um termômetro comum, filamento de mercúrio (0 – 100 °C) e escala de 0,5°C.

5.3.2 pH

Os valores de pH foram medidos com auxílio de aparelho digital portátil com compensação automática de temperatura, marca Combo, modelo pHEP Plus. Esta variável foi medida “*in situ*” e considerando-se a média entre três medições por amostra em cada ponto, durante as sete amostragens previstas no período de estudo.

5.3.3 Oxigênio Dissolvido (mg/L)

As concentrações de oxigênio dissolvido foram calculadas pelo método de Winkler, modificado pela azida sódica, conforme normatização técnica descrita pela CETESB L.5.121, 1º Edição (1973), segundo o “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” 13th Edition, 1971.

5.3.4 Carbono Orgânico Total (mg/L)

As concentrações de carbono orgânico total foram estimadas através da relação 12/32 (0,375), onde são necessários 32g de oxigênio para oxidar 12g de carbono. Desta forma, multiplicando-se a concentração de DBO por 0,375, obtêm-se a concentração de carbono total, considerando que através da DBO seja oxidada toda a matéria orgânica existente na amostra (BARBOSA, 2003).

5.3.5 Demanda Química de Oxigênio - DQO (mg/L)

Os valores de DQO foram obtidos através do método da oxidação por dicromato de potássio em meio ácido sulfúrico, conforme normatização técnica descrita pela CETESB L.5.121, 1º Edição (1973), segundo o “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” 13th Edition, 1971.

5.3.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/L)

Os valores de DBO, foram obtidos através da metodologia descrita na normatização técnica da CETESB L.5.120, 1º Edição (1973), conforme “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” 13th Edition, 1971.

5.3.7 Transparência da Água (m)

As medidas de transparência da água, foram obtidas utilizando-se um "Disco de Secchi" com diâmetro de 0,30 m, pintado em cor branca e suspenso por uma corda previamente marcada de 10 em 10 cm. A transparência é medida através do desaparecimento visível do Disco de Secchi, e o resultado expresso em metros.

5.3.8 Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Esta variável foi medida no laboratório através de um condutivímetro marca Micronal modelo Tec - 4MP, com compensação automática de temperatura para 25 °C. “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” 18th Edition, 1992.

5.3.9 Sólidos Totais Dissolvidos (mg/l)

Os sólidos totais dissolvidos foram determinados em laboratório, através de condutivímetro portátil Micro Processor marca Mettler Toledo, modelo M 90, com compensação de temperatura automática a 25 °C.

5.3.10 Alcalinidade Total (mg/L)

As medidas de alcalinidade foram obtidas por titulação, utilizando ácido clorídrico padronizado a 0,1 N e potenciômetro digital marca Microprocessor Metroterm modelo 2.3, conforme, “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” 15th Edition, 1980.

5.3.11 Sólidos Sedimentáveis em Suspensão (ml/L)

Os dados de sólidos sedimentáveis foram obtidos através de cone Inhoff conforme metodologia descrita na normatização técnica da CETESB L.5.149, 1^o Edição (1973), segundo "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater “13th edição”, 1971.

5.3.12 Dureza Total (CaCO_3) (mg/L)

As concentrações de dureza foram obtidas em laboratório através de titulação volumétrica, método EDTA (Ácido Nitriolotriacético), Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes 1971, descrito na Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 15th Edition, 1990.

5.3.13 Turbidez – Unidade Nefelométrica (UNT)

As medidas da turbidez da água foram obtidas em laboratório através de turbidímetro marca HACH, modelo DR/2010.

Na Figura 12, pode ser observado as amostras com coloração amarelo-ouro nas determinações de oxigênio dissolvido (à direita), demonstrando um gradiente decrescente no sentido esquerdo - direito e um gradiente inverso (crescente) para as amostras nas determinações da demanda química de oxigênio (à esquerda) com coloração verde.



Figura 12 – Determinações de DQO (a esquerda) e OD (a direita) das amostras de água nos pontos de 1 a 6 do rio São Lourenço, no município de Matão - SP.

5.4 Variáveis Bióticas

Para este trabalho, em que se procurou avaliar a qualidade da água de trechos do rio São Lourenço, através das variáveis físicas e químicas da água e da fauna dos macroinvertebrados bentônicos, optou-se pela utilização de substrato artificial tipo cesto. Para a coleta da fauna, o substrato artificial utilizado foi construído com tela de polietileno com abertura de malha média igual a $1,0 \text{ cm}^2$, em forma de cesto, com dimensões de $20 \times 9 \times 8 \text{ cm}$, com peso médio de $1.315,0 \text{ Kg}$ e volume de 1.440 cm^3 . Cada cesto foi preenchido com cerca de 184 bolas de argila expandida de diâmetro médio igual a $24,6 \text{ mm}$. Os cestos foram presos separadamente a uma telha com corda de nylon e fixado em barranco existente em cada ponto, de forma evitar flutuação e arraste pela correnteza quando na ocorrência de chuvas fortes.

Os cestos referentes a cada ponto foram colocados sempre na margem do rio, receberam uma etiqueta de plástico dúctil constando o número do ponto e letra correspondente ao número do cesto ex: ponto 1, cesto 1A, 1B e 1C, assim sucessivamente nos 6 pontos de coleta

O estudo foi realizado no período de 14/09/02 a 21/10/03, Tabela II. Neste período visou englobar dois períodos hidrológicos (período de seca e chuvoso). As campanhas I, V, VI e VII coincidiram com o período seco e as campanhas II, III e IV com o período chuvoso.

Quanto a fixação dos substratos na campanha I utilizou-se apenas 02 cestos para cada ponto, a partir da segunda campanha, utilizou-se 03 cestos (réplicas) em cada ponto por um tempo de exposição de 06 semanas, conforme LIMA (2002). Para equalizar o esforço amostral na primeira campanha devido à utilização de apenas 02 cestos réplicas em cada ponto, utilizou-se uma regra de três (simples) e feito uma média dos organismos capturados tal como, nas campanhas II, III, IV, V, VI e VII.

A retirada dos cestos teve início nas datas previstas, sempre começando pelo ponto 1 (nascente). A remoção dos cestos foi feita de forma cuidadosa a fim de evitar perdas de organismos, sendo posteriormente colocados em sacos plásticos devidamente numerados com o ponto

correspondente. A fixação do material biológico com solução de formol 4,0 % foi feita após os substratos já devidamente lavados e armazenados nos devidos sacos etiquetados.

Tabela II - Cronograma adotado para a introdução e retirada de substratos, para coleta de macroinvertebrados no rio São Lourenço, no Município de Matão - (SP).

Jornada	Colocação do Substrato	Retirada do Substrato
I	14/09/02	26/10/02
II	07/12/02	18/01/03
III	09/02/03	23/03/03
IV	08/04/03	20/05/03
V	08/06/03	20/07/03
VI	27/07/03	07/09/03
VII	09/09/03	21/10/03

5.5 Substrato Artificial

Substratos artificiais têm sido utilizados na obtenção da fauna de invertebrados bentônicos de ambientes lóticos (ROSENBERG & RESH, 1982; CAIRNS & PRATT, 1993). De acordo com FLANNAGON & ROSENBERG (1982), grandes variedades de substratos artificiais têm sido utilizados em estudos da fauna bentônica de rios como os compostos por substratos naturais (folhas e galhos por exemplo) assim como aqueles compostos por substratos padronizados (tais como tijolo, telha, painéis e cordas sintéticas).

Segundo CAIRNS & DICKSON (1971), algumas técnicas de amostragem requerem que o pesquisador utilize o mesmo procedimento em cada estação para que as comparações possam ser realizadas entre as amostras coletadas. Portanto, o pesquisador deve amostrar os mesmos tipos de substratos com o mesmo grau de eficiência em cada estação. Isto necessita de um julgamento subjetivo por parte do pesquisador quando faz uso dos substratos naturais e, conseqüentemente pode resultar em erros, ao passo que quando faz uso dos substratos artificiais, estes diminuem muito esta subjetividade, o que permite uma flexibilidade e eficiência nos programas de amostragem.

LIMA (2002) realizou estudo de biomonitoramento utilizando-se de substratos artificiais para obter organismos bentônicos no rio Cuiabá no perímetro urbano das cidades de Cuiabá e Várzea Grande - MT e concluiu que substrato artificial tipo cesto com seixos foi muito eficiente, tendo obtido alta representatividade dos grupos taxonômicos da comunidade bentônica confirmada pelos índices de densidade total, riqueza, diversidade e equidade.

GUERESCHI (2004) também utilizou-se de substrato artificial tipo cesto visando estabelecer um método de avaliação e monitoramento biológico em microbacias hidrográficas, destacando a padronização do substrato e o tempo de exposição. A autora concluiu que o substrato utilizado

mostrou-se eficiente, propiciando uma grande variedade de organismos bentônicos representantes de várias famílias de insetos aquáticos. Já para outros invertebrados, este tipo de substrato mostrou uma eficiência menor, evidência deste fato ocorreu com Oligochaeta.

Na Figura 13, observa-se uma foto do substrato artificial utilizado neste experimento científico.

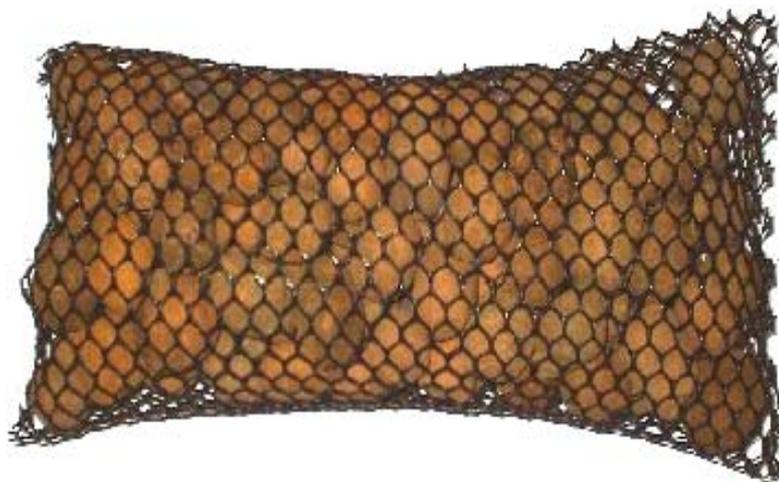


Figura 13 - Substrato Artificial tipo cesto (20 cm x 9 cm x 8 cm) com seixos de argila expandida, utilizado no presente estudo.

5.6 Processamento e Preservação das Amostras

5.6.1 Lavagem do Material Biológico

Para esta operação, utilizou-se uma peneira com tela 0,21 mm de abertura da malha, onde procedeu-se a lavagem dos seixos de argila com água corrente de forma branda, de maneira a não fragmentar os organismos. O material, já lavado e retirado na peneira, foi fixado com solução de formol 4,0% e corado com solução rosa de bengala para facilitar a triagem.

5.6.2 Triagem dos Organismos

Na triagem foram colocadas pequenas quantidades de amostra em uma bandeja de plástico branca, formato retangular, com uma certa quantidade de água e, colocada sobre uma caixa adaptada com luminárias de modo a permitir a passagem de luz, facilitando a separação dos organismos, sendo os quais posteriormente colocados em frascos com álcool etílico a 70%.

5.6.3 Separação dos Organismos

Os macroinvertebrados bentônicos foram separados em laboratório em grandes grupos taxonômicos, com auxílio de uma lupa marca Dimex, Mod. MZS - 250.

5.6.4 Identificação dos Organismos

Para a identificação dos organismos pertencentes a família Chironomidae, foram montadas lâminas com meio de Hoyer (TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995) e identificados até o nível de gênero quando possível, com o auxílio de um microscópio marca NIKON mod. Eclipse E200, como mostrado na Figura 14.

Para identificação das espécies de Oligochaeta foram montadas lâminas com exemplares diafanizados com lactofenol (BRINKHUST & MARCHESI, 1991).

Os demais organismos da classe insecta foram identificados até o nível de família, através da chave de identificação de (McCAFFERTY & PROVONSHA, 1981).

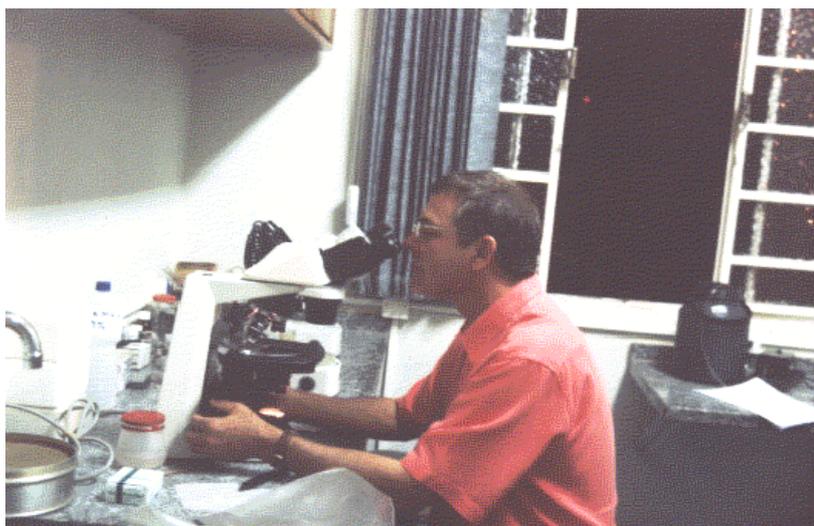


Figura 14 – Identificação de Chironomidae e Oligochaeta em laboratório, através de microscópio binocular marca NIKON, mod. Eclipse E200.

5.7 Índices Biológicos

1) Riqueza (S) calculada pela somatória dos grupos Taxonômicos encontrados nas amostras.

2) Índice de Diversidade de Shannon – Wiener (H') (ODUM, 1988; MAGURRAN, 1988; KREBS, 1999)

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Onde p_i = probabilidade de importância de cada espécie = n_i/N_i

3) Índice de Equidade de Pielou (ODUM, 1988; MAGURRAN, 1988)

$$E = H' / H_{\text{máx}}$$

Onde: $H_{\text{máx}} = \log S$; S é o número de espécies

4) Abundância de Tubificidae (PARELE & ASTAPENOK, 1975 citado em SLEPUKHINA, 1984):

$$D = T/O$$

onde:

T = número de Tubificidae

O = número total de Oligochaeta da amostra

5) Índice de dominância de McNaughton (D_2):

Foi determinado, de acordo com KANIEWASKA-PRUS & KIDAWA (1983) que leva em consideração o grau de participação dos dois táxons mais abundantes em relação ao total de indivíduos na amostra, com variação entre 0 e 1.

5.8 Tratamento Estatístico

5.8.1 Análise de Associação entre as Variáveis Limnológicas

Esta análise foi aplicada às principais variáveis limnológicas, para cada período de amostragem (seco e chuvoso) separadamente, a partir de uma matriz de correlação entre as médias das variáveis em todos os pontos estudados.

A análise dessas variáveis foi realizada por combinações lineares do conjunto de dados e tem como objetivo identificar o grau de associação das diferentes variáveis estudadas, bem como aquelas variáveis que são responsáveis pela maior proporção da variância dos dados.

Foram consideradas variáveis importantes para o teste, aquelas que apresentaram coeficiente de correlação de Pearson (r), em módulo maior que 0,700. Algumas referências estatísticas e critérios adotados baseiam-se em CALLEGARI & JACQUES (2003).

As variáveis limnológicas utilizadas para as análises de associação foram: Vazão, Velocidade da Correnteza, Carbono Orgânico Total, Potencial hidrogeniônico, Condutividade elétrica, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Transparência da coluna de água e a concentração de Oxigênio Dissolvido.

5.8.2 Análise de Associação entre as Variáveis Bióticas

Esta análise foi aplicada para *Chironomus gr. decorus* e Tubificidae sem cerda capilar para cada período de amostragem (seco e chuvoso) separadamente, a partir de uma matriz de correlação entre a média dos organismos capturados em todos os pontos amostrados.

A análise foi realizada por combinação linear do conjunto de dados e tem como objetivo identificar o grau de associação entre esses organismos. Foram considerados importantes para o teste os organismos que apresentaram coeficiente de correlação de Pearson (r), em módulo, maior que 0,700 CALLEGARI & JACQUES (2003).

6 RESULTADOS

6.1 Dados Climatológicos

Segundo o (IBGE, 1971), a precipitação pluviométrica do município de Matão - SP, gira em torno de 1.301 mm por ano e registra-se o maior e o menor índice pluviométrico, respectivamente nos meses de fevereiro e de agosto. O clima da região é considerado seco, com temperatura média mínima em torno de 17 °C e média máxima de 28 °C.

A precipitação pluviométrica é responsável pela quantidade e variação de fluxo da água em rios, variando com a estação do ano e de ano para ano (HYNES, 1970). Os resultados hidrológicos indicaram que o rio São Lourenço apresenta uma velocidade de correnteza inferior a (1,0 m/s), com as variáveis profundidade de coluna de água e vazão, apresentando pequenas variações com a precipitação pluviométrica. Os pontos 1, 2 e 3 apresentaram as menores profundidades e menores vazões, este trecho do rio não recebe afluentes importantes e os resultados também indicaram velocidade maior nos pontos 1 e 2. Nos pontos 4, 5 e 6, observou-se valores de profundidade e vazão mais elevados devido ao aporte de despejos urbanos, e a fusão do rio São Lourenço com seus principais tributários: córrego do Curtume, córrego da Cascavel e Marimbondão respectivamente.

Uma brusca redução nos valores de velocidade de correnteza foi observado nos pontos 3, 4, 5 e 6, onde o ponto 3, sofre um alargamento devido a constantes obras de dragagem de areia proveniente da bacia nas épocas de seca, promovendo, desta forma, a diminuição da velocidade da água, seguindo posteriormente canalizado numa distância de aproximadamente 1,0 Km, passando pela área urbana central. Nos pontos de 4 a 6, o rio volta novamente a sofrer um alargamento no sentido montante à jusante, com velocidades ainda menores nos pontos 5 e 6, como pode ser observado na Tabela XVII do anexo 1).

A precipitação pluviométrica mensal registrada em cada coleta para análises físicas e químicas como mostra a Tabela III, nas campanhas I, V, VI e VII caracterizam o período seco e as campanhas II, III e IV o período chuvoso.

Tabela III - Cronograma das campanhas adotado para coletas de amostras de água para determinações físicas e químicas no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, e precipitação pluviométrica mensal.

Jornada	Data das Coletas	Precipitação Pluviométrica (mm)
I	5/10/02	9,5
II	28/12/02	207,0
III	2/3/03	109,0
IV	9/5/03	59,5
V	6/7/03	3,0
VI	17/8/03	9,0
VII	28/9/03	11,0

Os dados da precipitação pluviométrica e temperatura atmosférica no período de setembro de 2002 a outubro de 2003, foram obtidos na estação meteorológica da (Coinbra – Frutesp) situada no município de Matão - SP, e são apresentados na Figura 15. O maior valor registrado foi no mês de janeiro de 2003 (448,8 mm) e o menor valor registrado, ocorreu no mês de julho de 2003 (3,0 mm). Os valores máximo e mínimo obtidos conferem com a média histórica de pluviosidade no município.

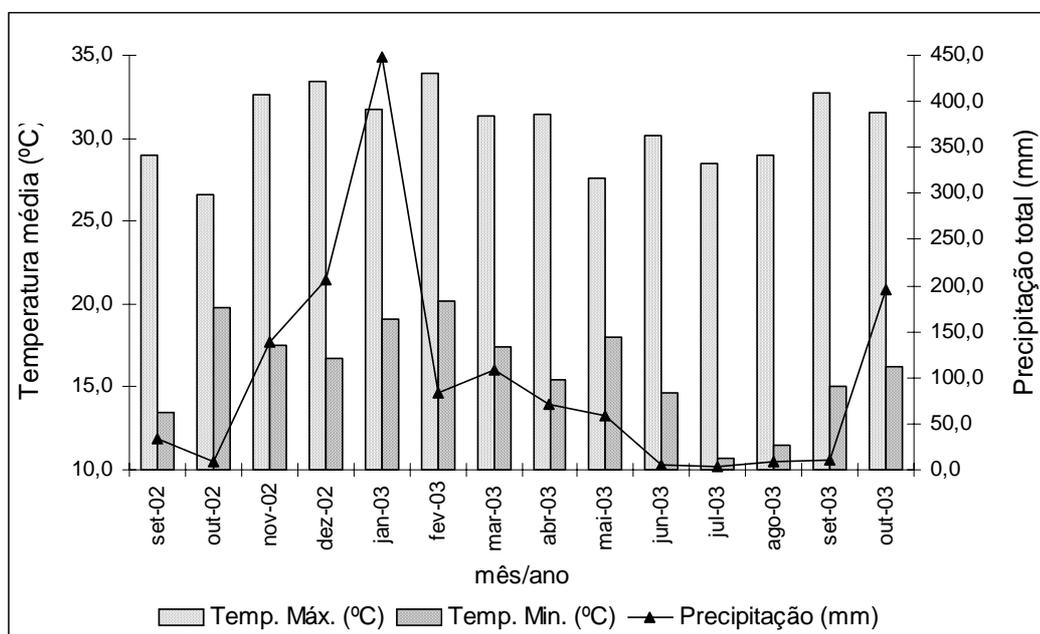
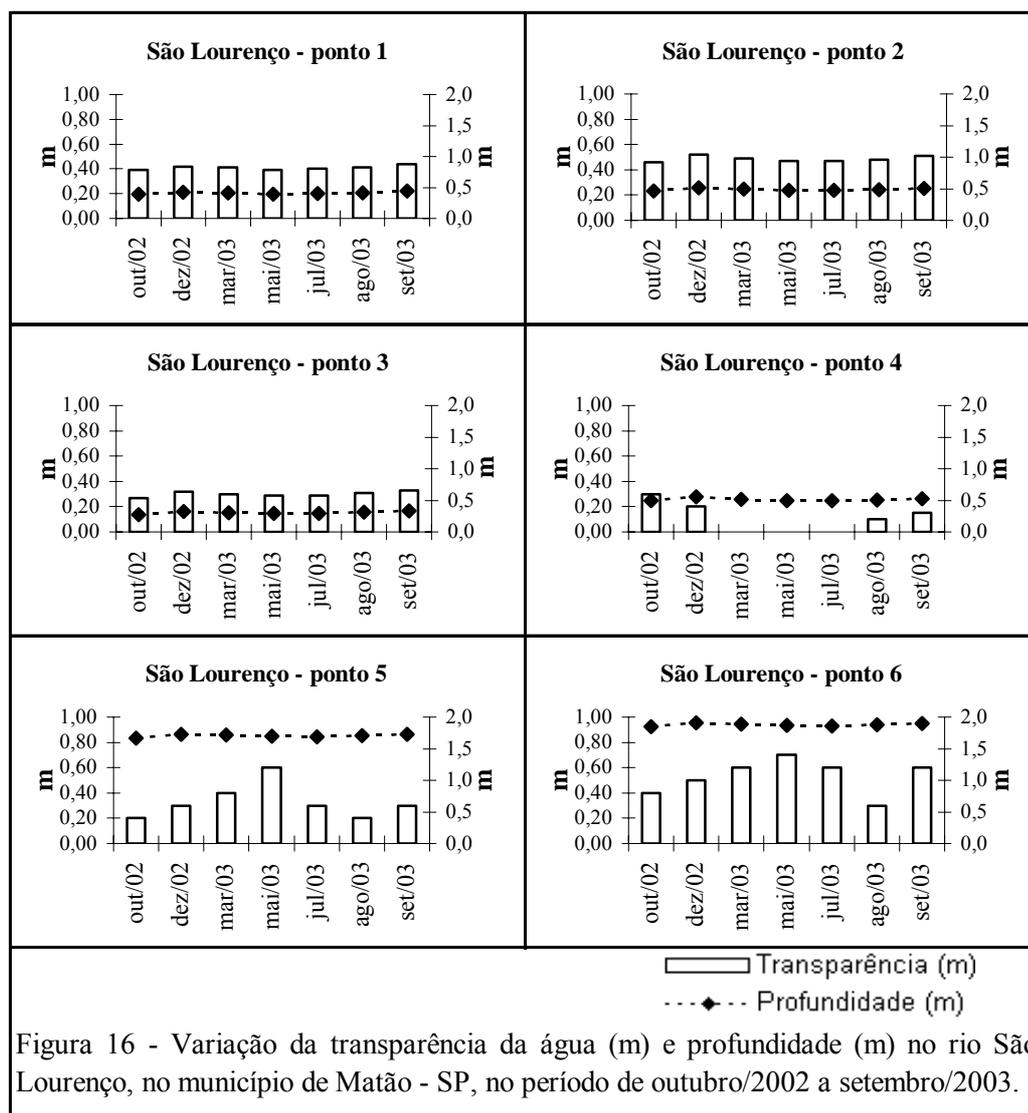


Figura 15 - Valores médios mensais de temperaturas máxima e mínima (°C) e precipitação total (mm) de setembro de 2002 a outubro de 2003 para o município de Matão - SP, segundo dados obtidos na estação meteorológica da Coinbra-Frutesp.

6.2 Propriedades Ópticas

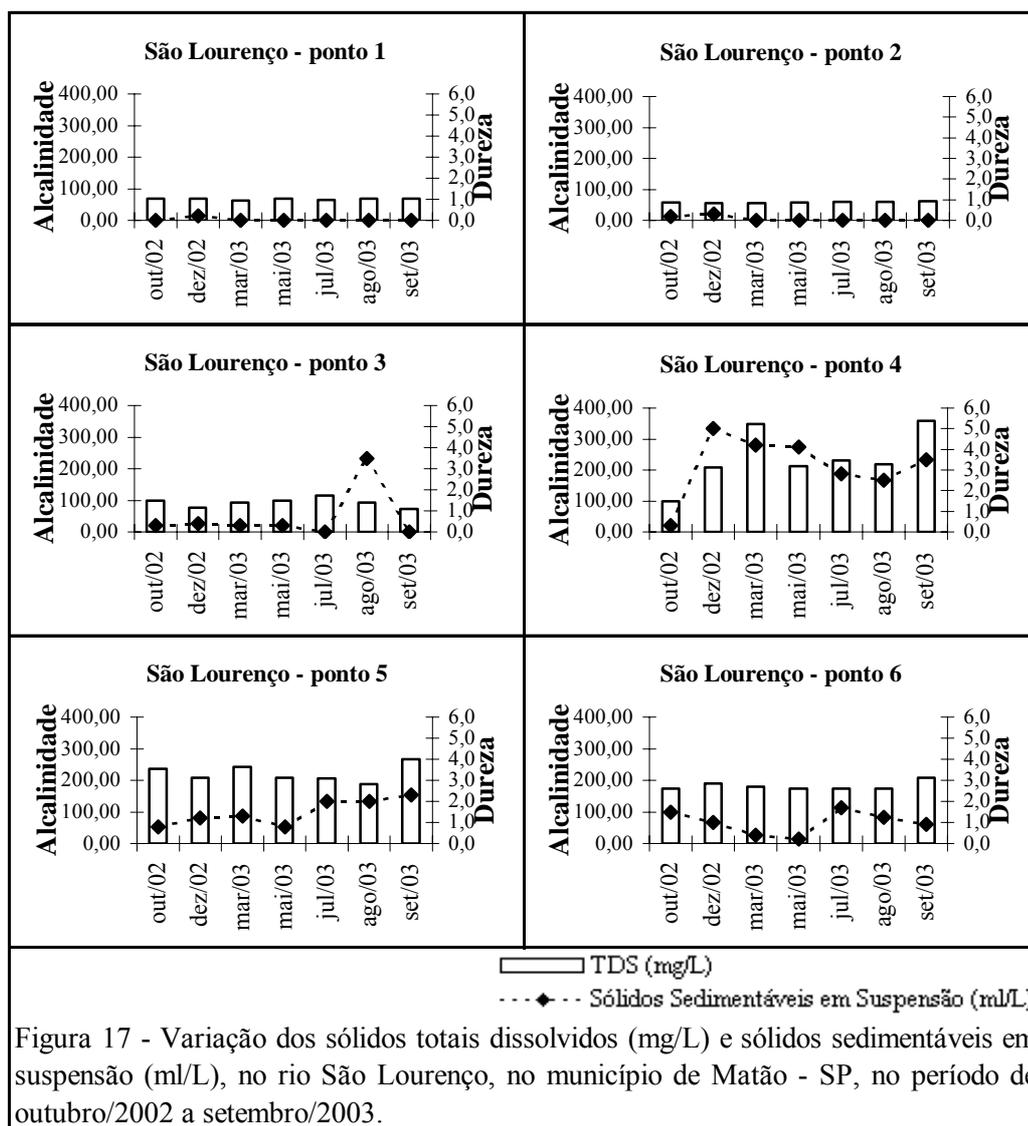
Devido a pouca profundidade e à transparência da água foi possível visualizar o fundo do canal do rio nos pontos 1, 2 e 3, em ambos os períodos estudados. De forma que a transparência média medida pelo disco de Secchi só foi mensurável a partir do ponto 4, onde foi registrado valor (zero) nos meses de março/2003 e maio/2003, no período chuvoso e julho/2003, período de seca, sendo que os valores de transparência da água nos pontos de 4 a 6, variaram entre (0,0 e 0,60 m) no período de seca e (0,0 e 0,70 m) no período chuvoso. A profundidade máxima medida no período chuvoso foi 1,91 m no ponto 6 (dezembro/2002) e a profundidade mínima 0,27 m no ponto 3 (outubro/2002) no período de seca (Figura 16 e Tabelas de XI a XVI, do anexo 1).



6.3 (TDS) - Sólidos Totais Dissolvidos

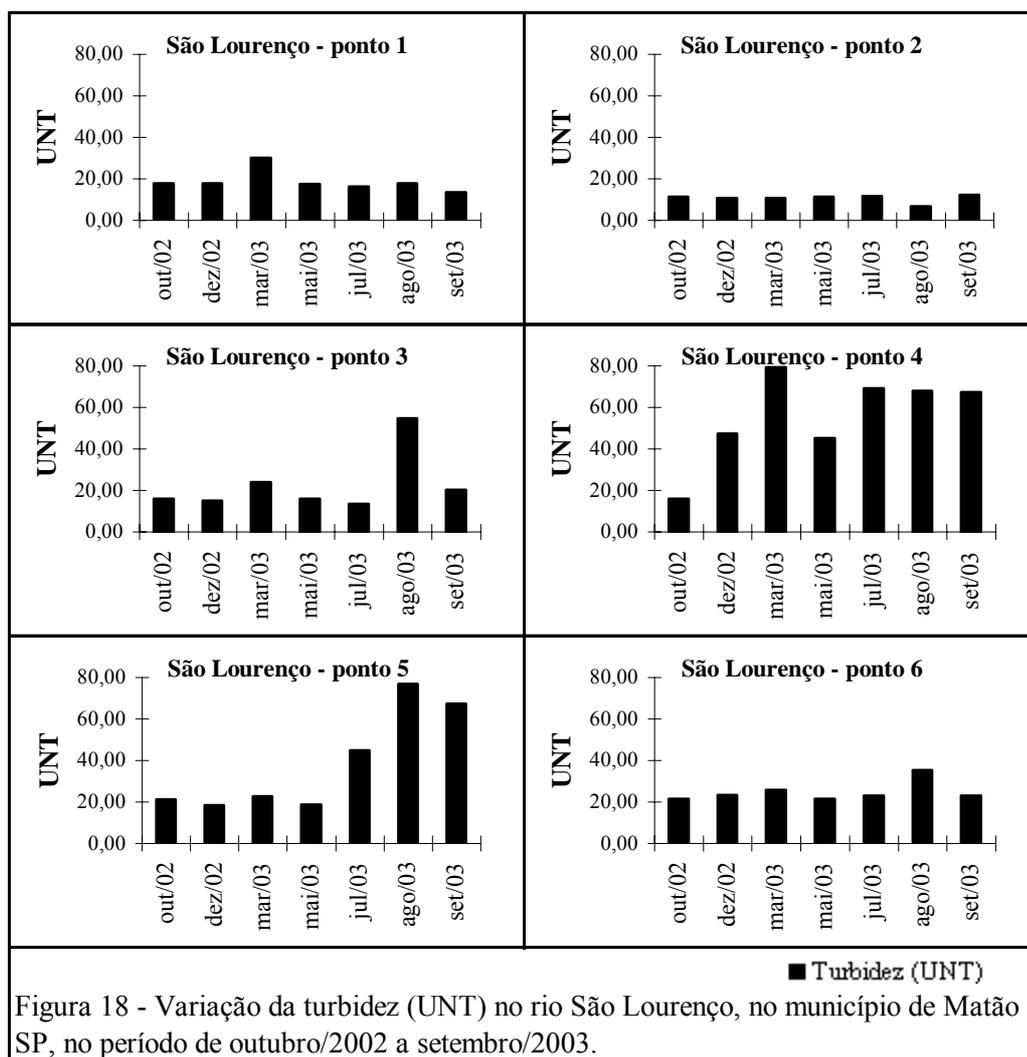
A distribuição longitudinal das concentrações médias de sólidos totais dissolvidos (TDS) apresentou valores maiores a partir do ponto 3, sugerindo entrada de poluentes de origem antrópica, registrando-se o maior valor no ponto 4 (358,0 mg/L) em setembro/2003 (período de seca) e o menor valor (55,16 mg/L) no ponto 2 em março/2003 no (período chuvoso).

Nos pontos 1 e 2, as concentrações médias de sólidos sedimentáveis foram muito baixas em ambos os períodos estudados com valores inferiores a (0,3 ml/L). Uma elevação brusca de concentração foi observada no ponto 3 (3,5 ml/L) agosto/2003 (período seco). No ponto 4 as concentrações estiveram mais evidentes com o maior valor registrado (5,0 ml/L) dezembro/2002 período chuvoso (Figura 17 e Tabelas de XI a XVI, do anexo1).



6.4 Turbidez

Os valores médios de turbidez observados apontam para influência local, com os maiores valores registrados nos pontos 4 e 5, que recebiam a maior carga de esgotos da área urbana central da cidade, com valores de (79,40 UNT) em março/2003 e (76,90) agosto/2003 no período chuvoso e de seca respectivamente, e o menor valor medido (6,79 UNT) foi no ponto 2 em agosto/2003, período de seca (Figura 18 e Tabelas de XI a XVI, do anexo 1).



6.5 Velocidade de Correnteza e Vazão

Os dados de velocidade de correnteza (m/s) e vazão (m³/s) mostraram pequenas diferenças entre os períodos de seca e chuvoso. O maior valor de velocidade medido foi no ponto 2 (0,96 m/s) em dezembro/2002 período chuvoso e o menor valor (0,05 m/s) no ponto 6 em julho/2003 período de seca. Os valores de vazão foram menores nos pontos 1 e 2, onde foi observado o menor valor (0,22 m³/s) no mês de outubro/2002 período de seca e o maior valor medido (2,03 m³/s) em dezembro/2002 no ponto 6 no período chuvoso. A Figura 19 e Tabelas de XI a XVI do anexo 1, mostram os valores médios de velocidade de correnteza e vazão, observadas nos diferentes pontos de amostragem do rio São Lourenço Matão - SP.

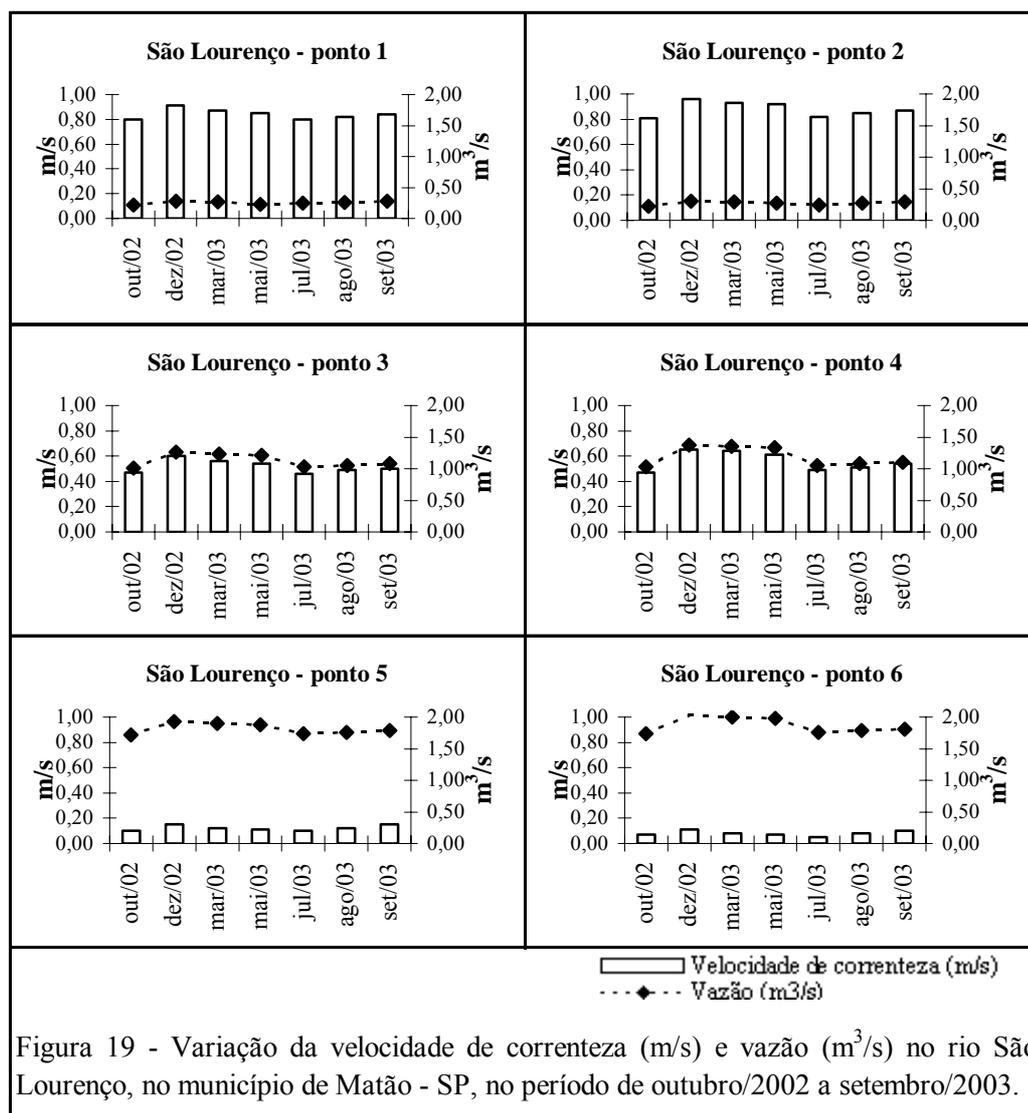
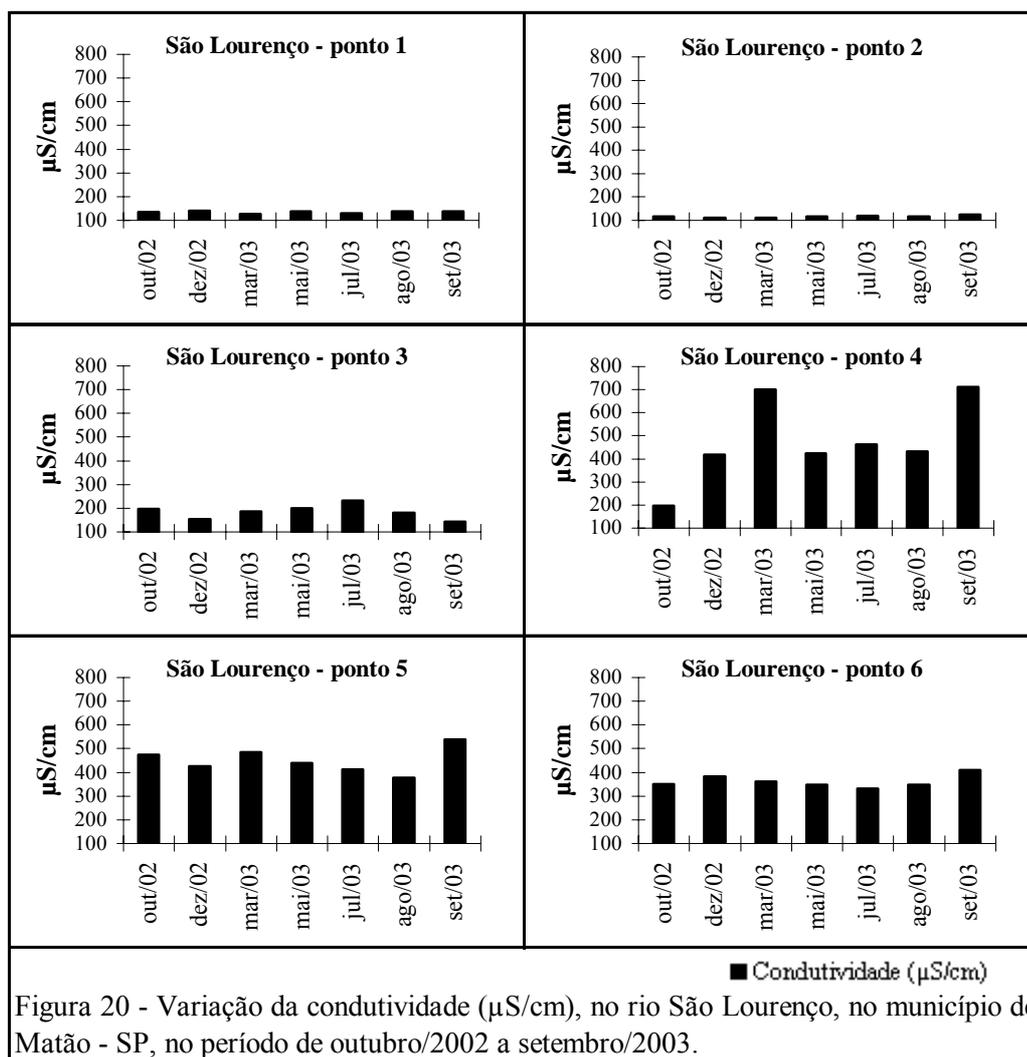


Figura 19 - Variação da velocidade de correnteza (m/s) e vazão (m³/s) no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.

6.6 Características Iônicas (Condutividade Elétrica, Alcalinidade, Dureza e pH)

Os valores médios da condutividade elétrica foram mais elevados a partir do ponto 3, área com densidade populacional menor. No trecho a jusante á área urbana central de maior densidade populacional pontos 4, 5 e 6, os valores da condutividade foram evidentemente maiores. O valor mínimo registrado 110,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ foi obtido no ponto 2, março/2003 no período chuvoso e o maior valor 712,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ foi registrado no ponto 4 em setembro/2003 no período de seca (Figura 20 e Tabelas de XI a XVI, do anexo 1).



A Figura 21 e Tabelas de XI a XVI do anexo1, mostram a variação dos valores médios da alcalinidade total e dureza, obtidos ao longo do rio São Lourenço no período de estudo. O valor mais alto da alcalinidade ($410,0 \text{ mg/L CaCO}_3$) foi observado no ponto 4 em março/2003 (período chuvoso) e os menores valores observados ($40,0 \text{ mg/L CaCO}_3$) nos pontos 2 e 3 no mês de setembro/2003 (período de seca). O valor de dureza mais elevado ($160,0 \text{ mg/L Ca-Mg}$) foi registrado no ponto 6 em março/2003 e o valor mínimo ($43,0 \text{ mg/L Ca-Mg}$) no ponto 2 no mês de maio/2003, ambos no período chuvoso.

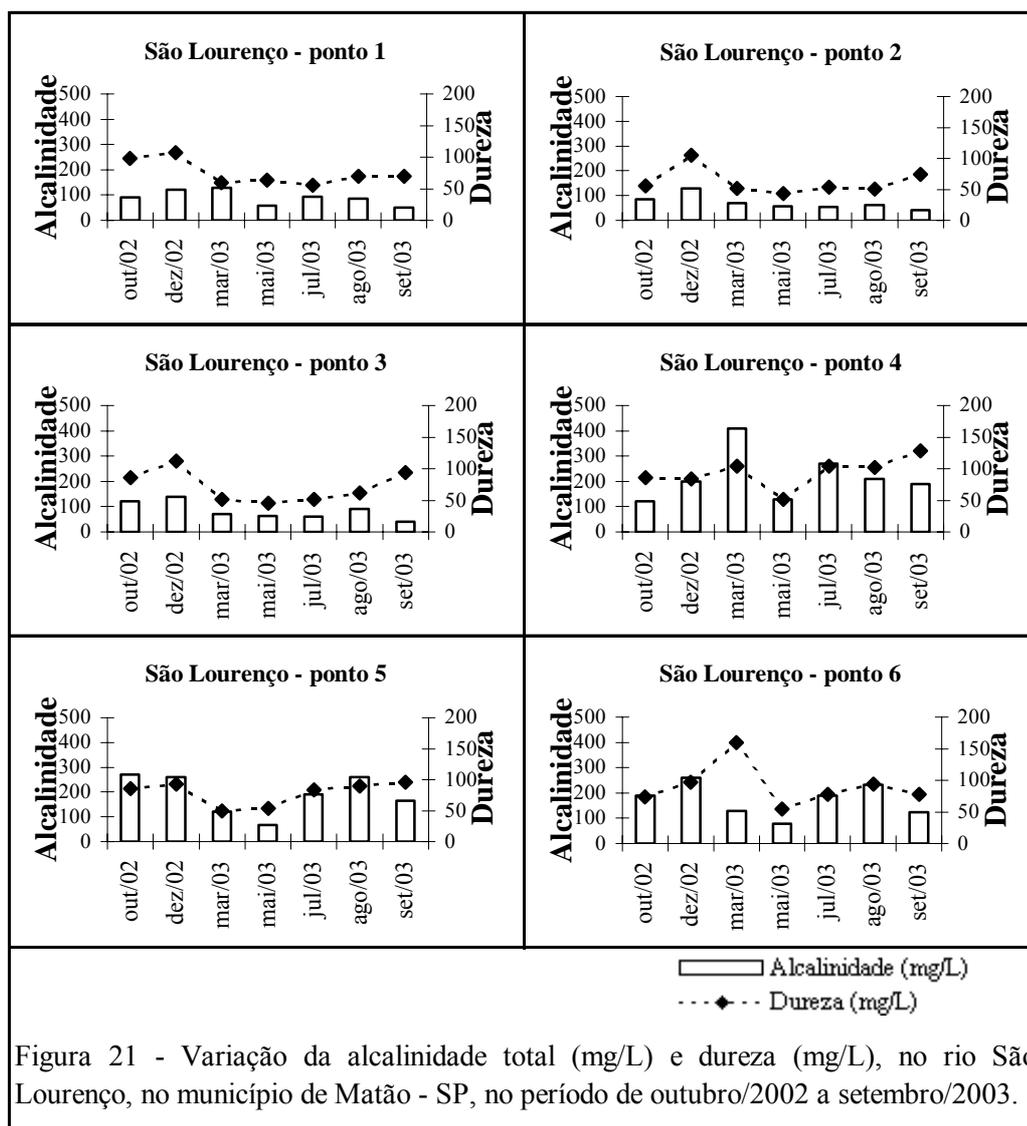
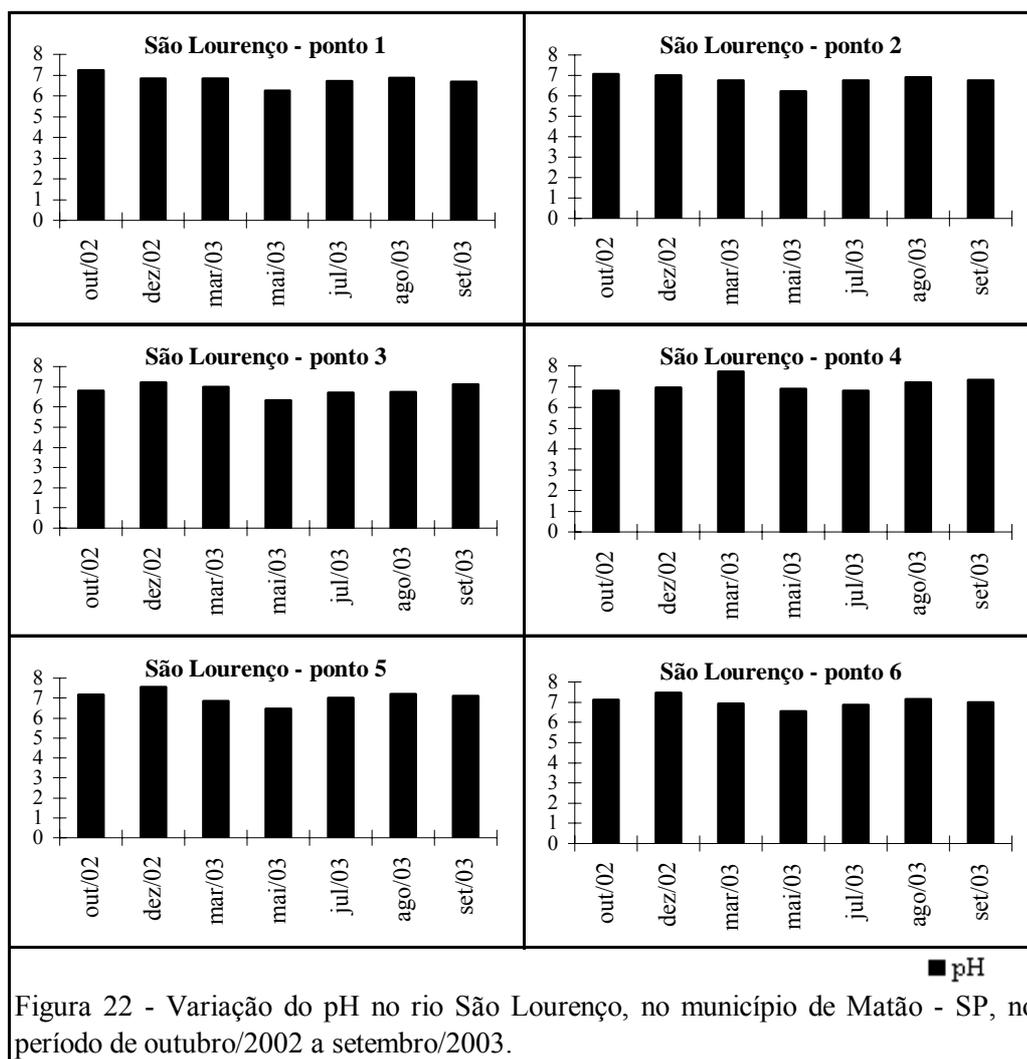


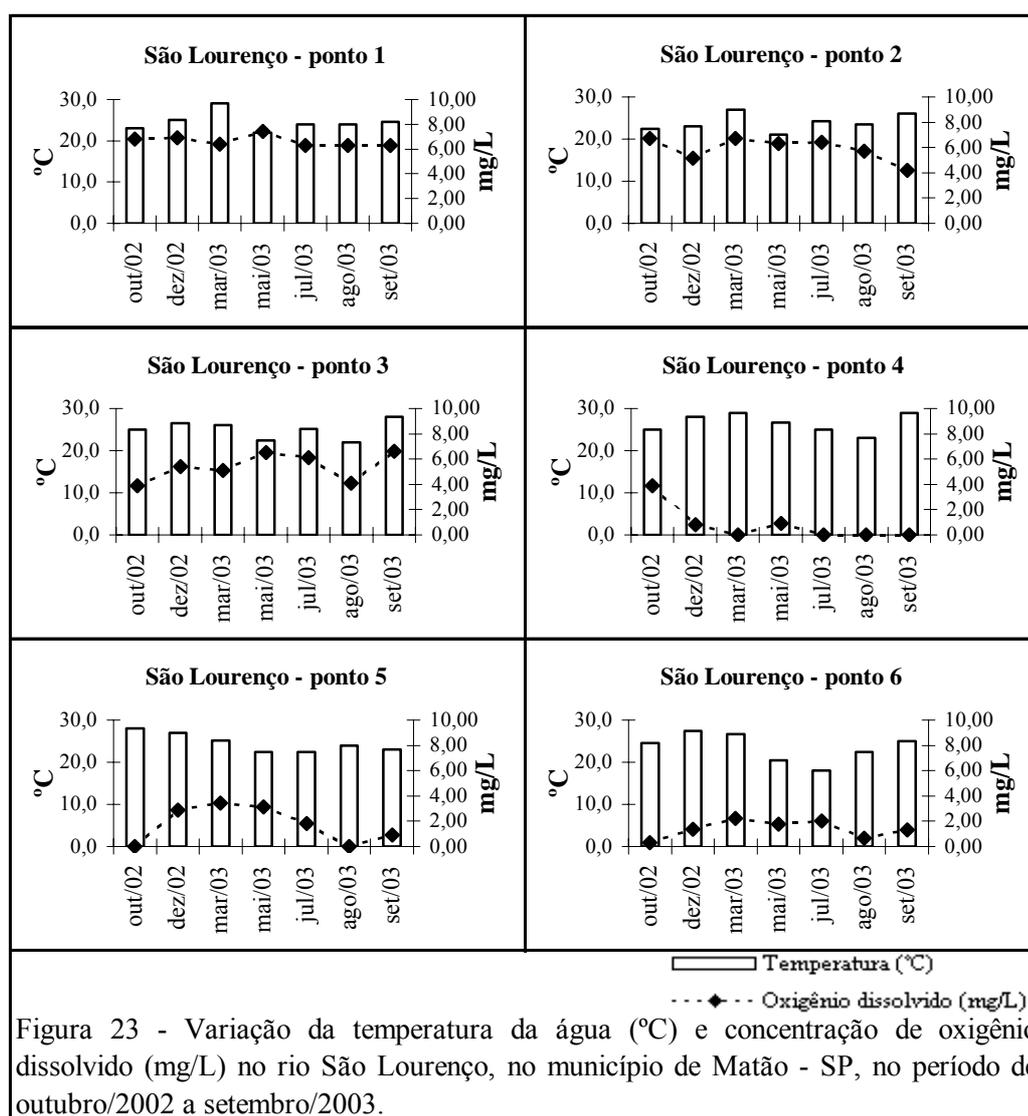
Figura 21 - Variação da alcalinidade total (mg/L) e dureza (mg/L), no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.

Os valores médios de pH apresentaram características alcalinas e foram semelhantes ao longo do rio e não apresentaram diferenças consideráveis entre os períodos de seca e chuvoso. Nos pontos considerados despoluídos 1, 2 e 3 variaram entre 6,2 e 7,2 e entre 6,5 e 7,7 nos pontos 4, 5 e 6, considerados poluídos. A Figura 22 e Tabelas de XI a XVI, do anexo 1, mostram os valores de pH nos diferentes pontos de amostragem no rio São Lourenço, Matão - SP.



6.7 Temperatura e Oxigênio Dissolvido

Os valores médios de temperatura da água (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L) apresentaram grandes variações entre os pontos de amostragem ao longo do rio. Os resultados indicaram temperaturas mais elevadas no período chuvoso na maioria dos pontos amostrados, definidos pelo verão e temperaturas mais baixas no período de seca. Os maiores valores de temperatura da água (29°C), foram observados nos pontos 1 e 4 em março/2003 no período chuvoso e no mesmo ponto 4 em setembro/2003 no período de seca. O valor mínimo (18°C) foi medido no ponto 6 no mês de julho/2003 no período de seca. As concentrações de OD (mg/L) também foram maiores no período chuvoso, sendo o valor máximo 7,41 mg/L observado no ponto 1 em maio/2003 no período chuvoso e valores mínimos iguais a (zero) foram registrados no ponto 4 no mês de março/2003 no período chuvoso e em julho, agosto e setembro/2003 no período de seca, e também no ponto 5 nos meses de outubro/2002 e agosto/2003 no período de seca. A Figura 23 e Tabelas de XI a XVI, do anexo 1, mostram os valores de OD e temperatura registrados nos diferentes pontos amostrados.



6.8 Compostos Oxidáveis e Gases Biogênicos

As concentrações médias da demanda química de oxigênio (DQO) diferenciaram espaço e temporalmente e foram mais elevadas no período de chuvas no ponto 1 (nascente) e ponto 2 a jusante, e no período de seca nos pontos 3, 4, 5 e 6. O maior valor registrado para esta variável limnológica (480 mg/L) ocorreu no ponto 4, em julho/2003 no período seco e valores menores (20 mg/L) no ponto 1, nos meses de julho, agosto e setembro/2003, também no período seco. A variável DBO (mg/L) apresentou valores ligeiramente mais elevados no período seco, sendo o valor máximo 138 mg/L registrado no ponto 5 em outubro/2002 e os valores mínimos 7 mg/L foram observados no ponto 1, em maio e setembro/2003, nos períodos seco e chuvoso respectivamente (Figura 24 e Tabelas de XI a XVI, do anexo 1).

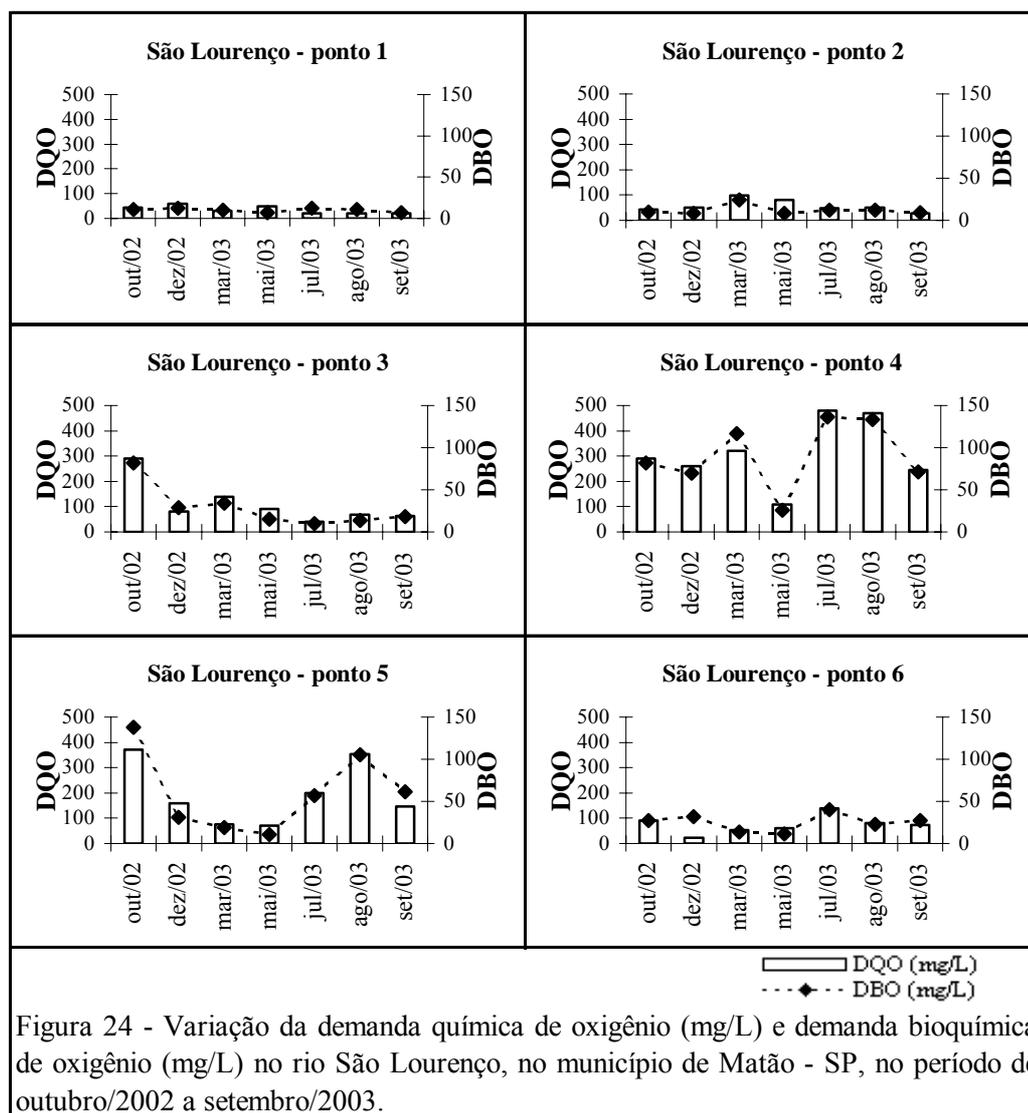
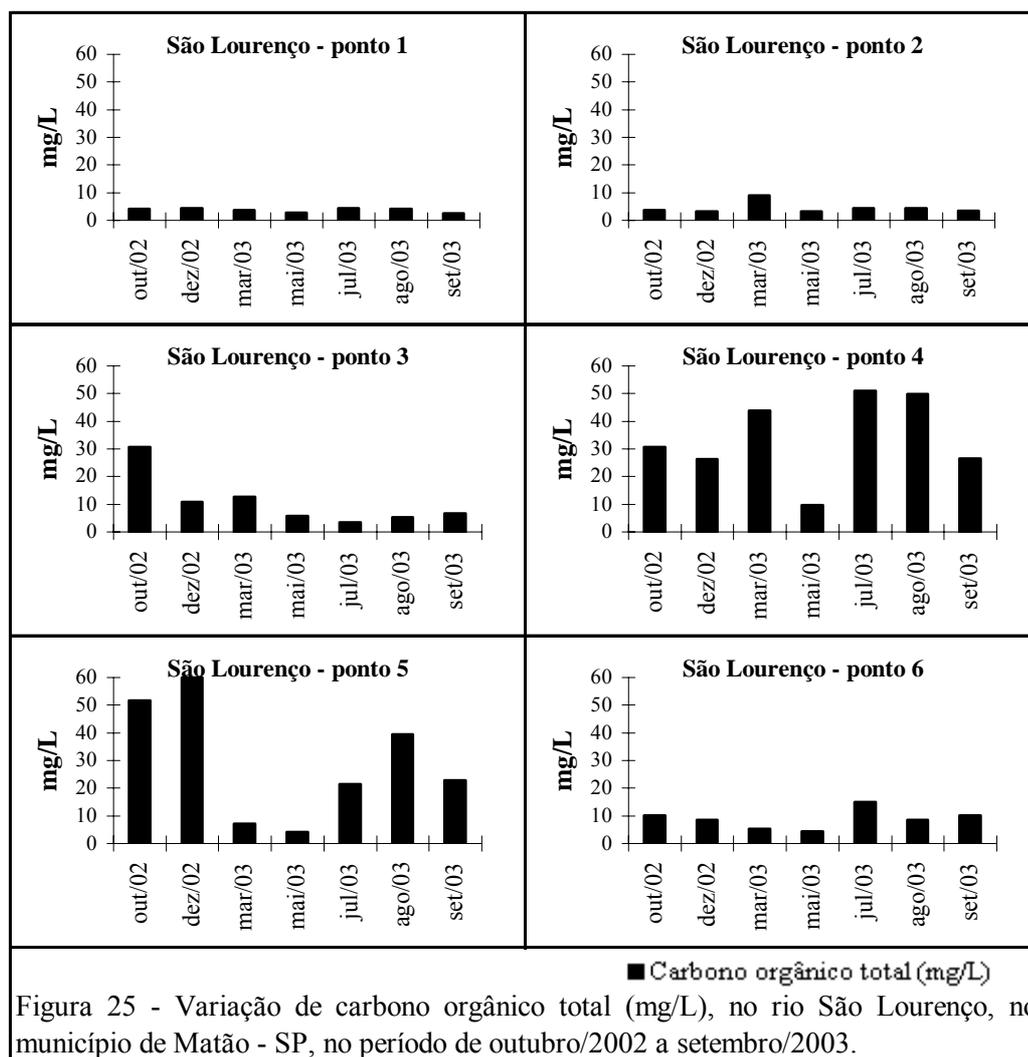


Figura 24 - Variação da demanda química de oxigênio (mg/L) e demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) no rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.

6.9 COT – Carbono Orgânico Total

As estimativas médias de carbono orgânico total COT (mg/L) apresentaram valores mais elevados praticamente em todas as coletas no período de seca. Entretanto, o maior valor obtido foi (60,0 mg/L) registrado no ponto 5 (dezembro/2002), e o menor valor (2,66 mg/L) observado no ponto 1 (maio/2003), ambos no período chuvoso. O cálculo com unidade de concentração Kg/dia de COT, indicou valores de 90,53 kg/dia no ponto 2 (despoluído), contra 5.119,63 Kg/dia no ponto 5 (poluído). Tomando-se como base de cálculo a concentração média desta variável obtida no ponto 2 e a vazão média diária registrada no ponto 5, observa-se uma concentração de 8,4 vezes maior neste ponto se comparada ao ponto 2, o que reflete o impacto causado pelo lançamento de esgotos urbanos “*in natura*” neste trecho do rio (Figura 25 e Tabela XVIII, do anexo1).



6.10 Associação entre Variáveis Limnológicas

A Tabela IV, ilustra os coeficientes de correlação de Pearson obtidos para as variáveis analisadas (Demanda Bioquímica de Oxigênio e Carbono Orgânico Total, Demanda Bioquímica de Oxigênio e Oxigênio Dissolvido, Vazão e Velocidade da Correnteza, Potencial hidrogeniônico e Oxigênio Dissolvido, Potencial hidrogeniônico e Condutividade Elétrica, Transparência e Oxigênio Dissolvido).

O coeficiente de correlação de Pearson (r) é uma medida da intensidade de associação existente entre as variáveis analisadas e pode variar de -1 a $+1$. Quando $r = 1$ a correlação é plena e quando o valor $p = 0,0000$ quer dizer que o nível da correlação é de aproximadamente 100 %

Como pode ser observado na Tabela IV a seguir, os valores obtidos mostram uma correlação muito forte entre as variáveis. Quando o valor é positivo significa que ao aumentarmos a variável 1 (x), a variável 2 em média aumenta, e quando negativa mostram uma correlação inversa, isto é, quando a variável 1 aumenta, a variável 2, em média, diminui (ou vice-versa).

As análises mostraram que a variável Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) tem forte correlação negativa com o Oxigênio Dissolvido (OD), enquanto apresenta plena correlação positiva ($r = 1$; valor - p próximo de 0) com o Carbono Orgânico Total (COT), tanto no período “seco” como no “chuvoso”.

Observa-se ainda que a vazão e a velocidade de correnteza tem uma correlação negativa quase plena, sendo o seu $|t| = 22,648$ e valor- p próximo de 0 (período chuvoso), enquanto a Transparência Relativa e o Potencial hidrogeniônico (pH) têm uma forte correlação positiva com o Oxigênio Dissolvido e a Condutividade, respectivamente.

Destaca-se ainda que, para o período seco, 99,0% da variação na vazão volumar pode ser explicada pela variação da velocidade da correnteza e vice-versa, enquanto que a variação de DBO tem correlação com a variação de COT de quase 100%, embora no período chuvoso, verifica-se uma significativa diminuição dessa interdependência entre DBO e OD.

Tabela IV - Variáveis limnológicas associadas e respectivo coeficiente de correlação de Pearson.

Variável 1	Variável 2	Coeficiente de Correlação de Pearson (r)			
		Período Seco	Valor P	Período Chuvoso	Valor P
DBO (mg/L)	COT (mg/L)	0,999	0,000001	0,742	0,0914
DBO (mg/L)	OD (mg/L)	-0,794	0,0593	-0,720	0,1064
Vazão (m ³ /s)	Velocidade (m/s)	-0,996	0,00001	-0,961	0,0022
pH	OD (mg/L)	-0,948	0,0039	-0,955	0,003
pH	Condutividade elétrica(μS/cm)	0,941	0,005	0,940	0,0053
Transparência (m)	OD (mg/L)	0,988	0,0002	0,945	0,0044

Como podemos observar da tabela acima, as variáveis em estudo são fortemente correlacionadas, e como satisfazem, aproximadamente, à condição da homocedasticidade, podemos dizer que essas variáveis, embora não produzam uma relação de causa e efeito, variam inequivocamente de modo associado. Os valores-p, descritos na tabela, mostram o nível de significância das correlações obtidas, indicando conforme se pode observar um alto nível de significância para os resultados.

As Figuras de 26 a 28 apresentam os diagramas de dispersão entre o Potencial hidrogeniônico (pH) e a Condutividade Elétrica, Transparência e Oxigênio Dissolvido (OD) e Vazão e Velocidade de

correnteza, usados para a obtenção dos respectivos coeficientes de correlação de Pearson anotados na Tabela IV, todos no período de seca nos pontos de 1 a 6 das águas do rio São Lourenço, Matão - SP.

O objetivo dos diagramas a seguir é exaltar a associação existente entre as variáveis de modo claro, através de gráficos.

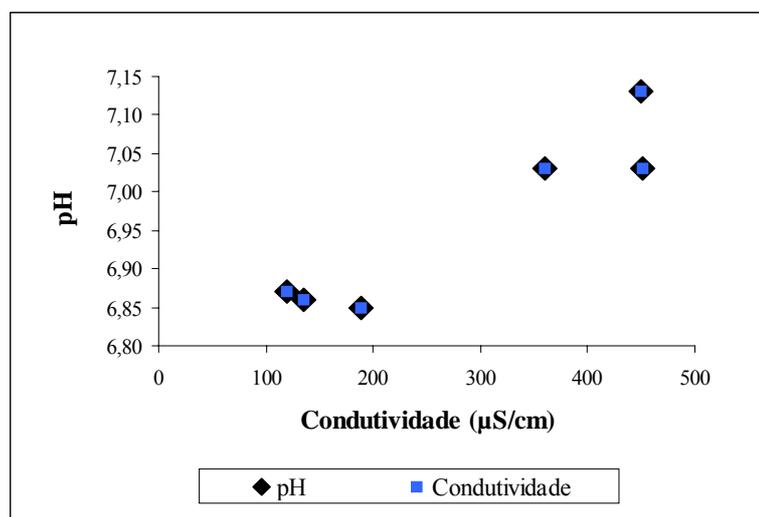


Figura 26 – Diagrama de dispersão entre Potencial hidrogeniônico (pH) e a Condutividade Elétrica das águas do rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de seca.

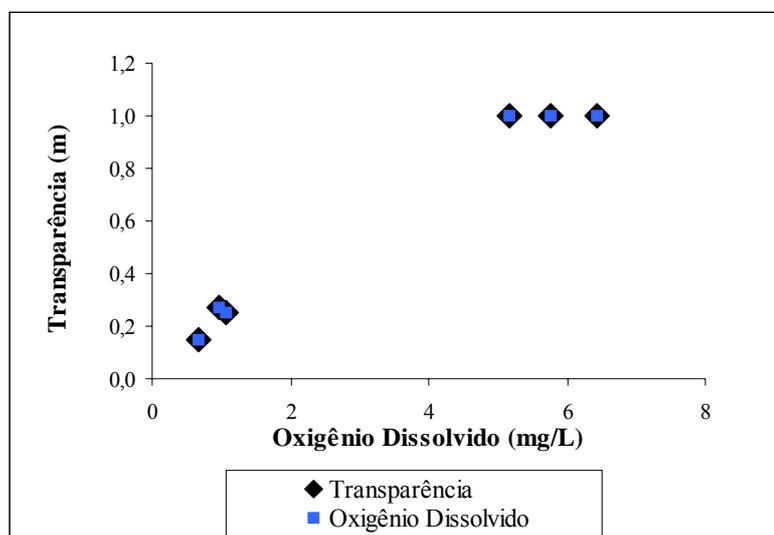


Figura 27 – Diagrama de dispersão entre Transparência e Oxigênio Dissolvido das águas do rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de seca.

No diagrama a seguir Figura 28, observamos uma correlação muito forte do tipo inversa, onde o aumento da vazão implica a diminuição em média da velocidade.

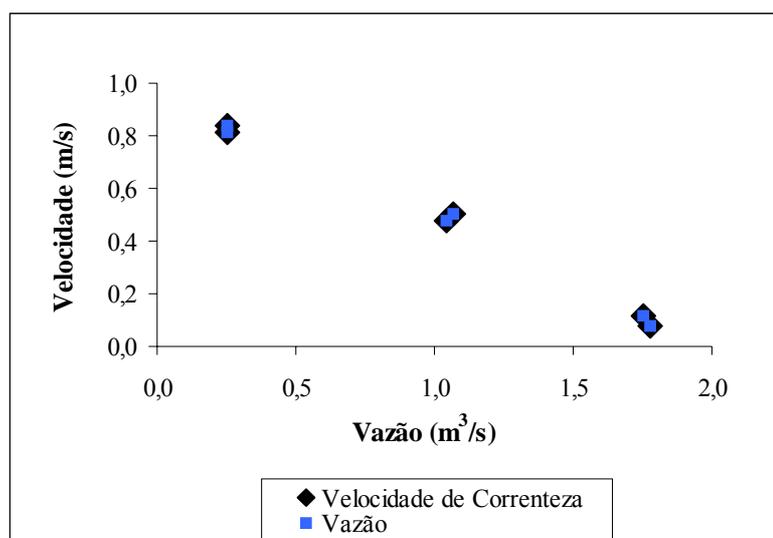


Figura 28 – Diagrama de dispersão entre a Vazão e a Velocidade de Correnteza das águas do rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de seca.

6.11 Associação entre Variáveis Bióticas

As análises de associação das variáveis bióticas entre os organismos que apresentaram coeficiente de correlação de Pearson (positiva) podem ser observados na Tabela V e Figuras 29 e 30. Observa-se ainda que *Chironomus gr. decorus* e Tubificidae sem cerda capilar apresentaram uma correlação positiva quase plena tanto para o período seco como chuvoso.

Os coeficientes de correlação de Pearson e os diagramas de dispersão a seguir, sugerem uma tendência entre os organismos *Chironomus gr. decorus* e Tubificidae sem cerda capilar em habitar ambientes similares e com enriquecimentos orgânicos.

Tabela V - Variáveis bióticas associadas e respectivos coeficientes de correlação de Pearson entre *Chironomus gr. decorus* e Tubificidae sem cerda capilar no rio São Lourenço, no município de Matão - SP.

Variável 1	Variável 2	Coeficiente de Correlação de Pearson (r)			
		Período Seco	Valor P	Período Chuvoso	Valor P
<i>Chironomus gr. decorus</i>	Tubificidae sem cerda capilar	0,993	0,00001	0,986	0,0002

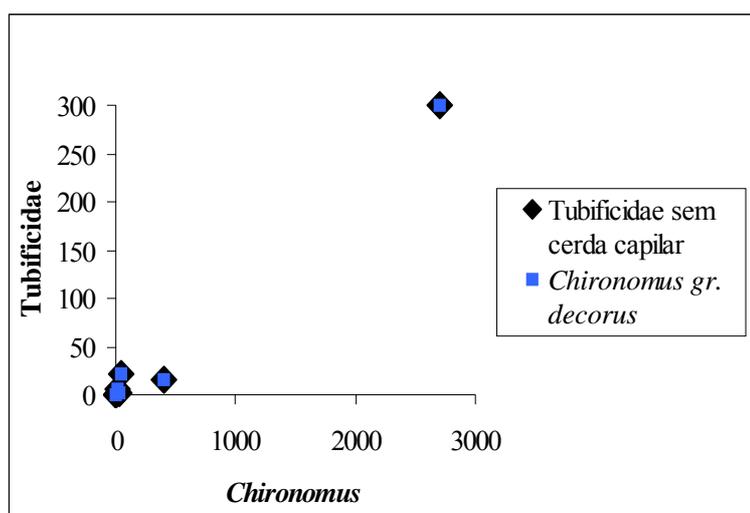


Figura 29 – Diagrama de dispersão entre Tubificidae sem cerda capilar e *Chironomus gr. decorus* do rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período de seca.

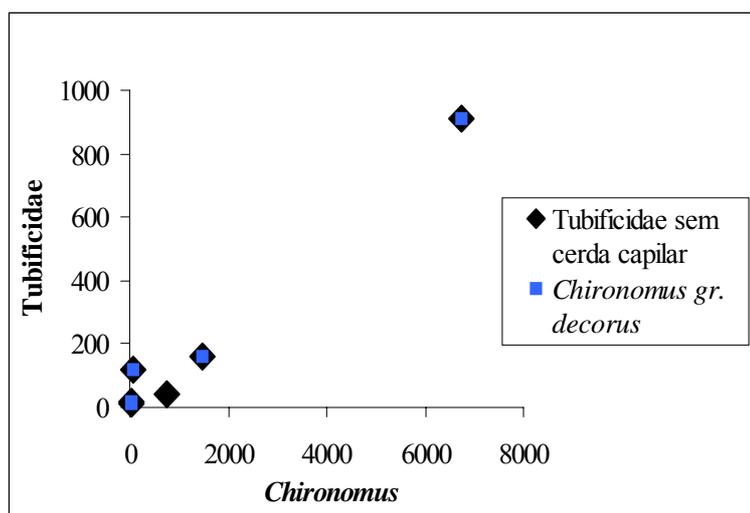


Figura 30 – Diagrama de dispersão entre Tubificidae sem cerda capilar e *Chironomus gr. decorus* do rio São Lourenço, no município de Matão - SP, no período chuvoso.

A família Chironomidae, foi mais evidente nos pontos 2, 3, 4, 5 e 6 (período chuvoso) e no ponto 1, no período de seca. As maiores densidades numéricas foram observadas nos pontos que apresentaram enriquecimento orgânico em suas águas, através de esgotos urbanos “*in natura*”, ou seja, ponto 3, seguidos pelos pontos 5 e 6, respectivamente. Densidade menor desta família foi registrada nos pontos 1, 2 e 4. A baixa densidade registrada nos pontos 1 e 2 pode ser explicada pelo fato destes pontos estarem localizados num trecho do rio (área rural) que não recebia lançamentos pontuais de esgotos urbanos enquanto que, o ponto 4 situado num trecho do rio considerado pós urbano, trecho este desprovido de mata ciliar que recebia a maior carga pontual de esgotos urbanos e, possivelmente “inputs” de substâncias tóxicas, provindas de sua área de entorno onde predomina o cultivo de cana-

de-açúcar. A Figura 31 mostra a densidade numérica da família Chironomidae nos períodos de seca e chuvoso, para os diferentes pontos de coleta no rio São Lourenço, Matão - SP.

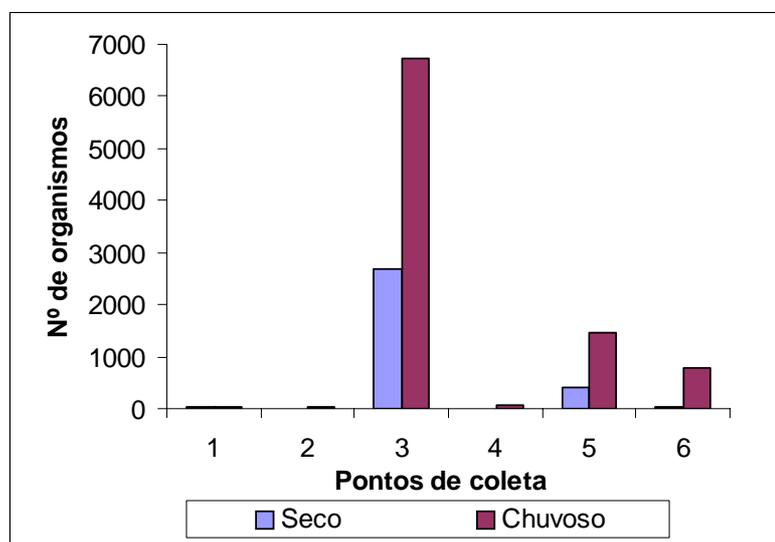


Figura 31 – Densidade numérica de Chironomidae para os pontos de coleta 1, 2, 3, 4, 5 e 6 no rio São Lourenço, no município de Matão - SP.

6.12 Composição Taxonômica e Abundância Faunística

Foram coletados 19781 espécimes de macroinvertebrados bentônicos durante o período de estudo (setembro de 2002 a outubro de 2003), registrando-se 55 unidades taxonômicas. As análises mostraram que a família Chironomidae (Diptera) foi a mais abundante e totalizou 12822 indivíduos e 8 gêneros representando 64,82% da taxocenose macrobentônica, seguidos dos indivíduos da classe Oligochaeta (5825), representados pelas famílias Tubificidae (3765), Naididae (948), Opistocystidae (1111) e Enchytraeidae (1). Estas famílias representaram juntas 29,45% do total da taxocenose macrobentônica. Foram capturadas 22 famílias representantes das ordens Coleoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Odonata e outros Dípteras, representando 2,90% da fauna total. Os táxons Glossiphonidae (Hirudinea), Turbellaria, Nematoda, Hidracarina e Mollusca (gastropoda) não comuns a todos os pontos amostrados representaram 2,83% da taxocenose macrobentônica encontrada no rio São Lourenço, Matão - SP (Tabela VI).

Os Oligochaeta foram mais representativos no período chuvoso em todos os pontos amostrados. No geral, a espécie *Pristina synclites* (Naididae) foi mais abundante que a espécie *Nais communis*. *Pristina synclites* apresentou densidade individual maior nos pontos 1, 2, 3, 4 e 5 no período chuvoso e no ponto 6, no período de seca, enquanto que *Nais communis* a densidade foi maior nos pontos 1, 2, 3 e 4 no período chuvoso e nos pontos 5 e 6 no período de seca.

As famílias de Coleoptera encontradas foram Scirtidae, Hydraenidae, Hydrophilidae e Elmidae, sendo que a densidade individual maior foi para a família Hydrophilidae e esteve presente nos pontos 1, 2 e 3 trechos de água de boa qualidade, assim como no ponto 4 onde a água é de qualidade ruim. Observou-se ainda uma similaridade entre as famílias Scirtidae, Hydraenidae, com apenas um representante para cada família no ponto 5, no período chuvoso e um representante da família Elmidae no ponto 1, período de seca.

A ordem Odonata foi representada pelas famílias Gomphidae e Corduliidae, apareceram em dois pontos amostrados, Gomphidae presente no ponto 5 em águas consideradas poluídas e Corduliidae no ponto 1, águas consideradas despoluídas, sendo que ambos ocorreram com densidade individual muito baixa.

Mollusca representada por Gastropoda apareceu no ponto 3, no período de seca e no ponto 5, no período chuvoso com apenas um representante em cada ponto de amostragem. Turbellaria e Nematoda foram pouco freqüentes e apresentaram baixa densidade individual, estando o primeiro presente apenas no ponto 6, no período de seca e Nematoda no ponto 1, (período seco) e no ponto 3, em ambos os períodos, já nos pontos 5 e 6 ocorreram no período chuvoso.

continuação - tabela VI

	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6	
	sc	ch										
Gomphidae												
Corduliidae	X	X										
Diptera												
Ephydriidae						X						
Culicidae						X						
Tabanidae						X						
Empididae							X					
Tipulidae		X				X						
Ceratopogonidae		X				X						
Simuliidae	X			X								
Psychodidae						X						
Syrphidae							X					
Oligochaeta												
Tubificidae												
Tubificidae sem cerda capilar	X	X		X		X						X
<i>Bothrioneurum</i> sp						X						X
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>						X						X
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	X			X		X						X
Megadrili												
<i>Megadrili</i> 1												
Naididae												
<i>Pristina synchites</i>		X		X		X						X
<i>Allonais paraguayensis</i>						X						X
S.evelinae		X										
P.evelinae		X		X		X						X
<i>Nais communis</i>		X		X		X						X
<i>Dero (Dero.)</i>						X						X
<i>D.(D.)obtusata</i>						X						X
<i>D.(D.)digitata</i>		X				X						X
<i>Dero (Aulophorus)sp</i>						X						X
Opistocystidae												
<i>Opistocysta funiculus</i>		X		X		X						X
Enchytraeidae						X						X
Hirudinea		X				X						X
Turbellaria												
Nematoda		X				X						X
Hidracarina												
Mollusca						X						X

X = presença

Os resultados obtidos mostram que a abundância dos macroinvertebrados apresentaram variações entre os diferentes pontos e períodos amostrados sendo mais elevada na maioria dos pontos no período chuvoso, exceto no ponto 1 que apresentou densidade maior no período de seca. No ponto 3, registrou-se a maior densidade em relação aos demais pontos de amostragem (Figura 32).

Os valores de riqueza total das famílias também apresentaram variações entre os períodos de chuvas e de seca, sendo mais elevados no período de chuvas (Figura 33). O menor valor de riqueza (6) foi observado no ponto 4 no período de seca e, coincide com a entrada da maior carga de esgotos provenientes da área urbana central do município, e o maior valor registrado (25) ocorreu no ponto 3, período chuvoso. Nesse mesmo ponto, também foi constatado a presença de entrada de esgotos urbanos através do córrego Las Palmas, não provido de emissário coletor de esgotos e “inputs” de lançamentos clandestinos porém, em quantidades menos concentrada.

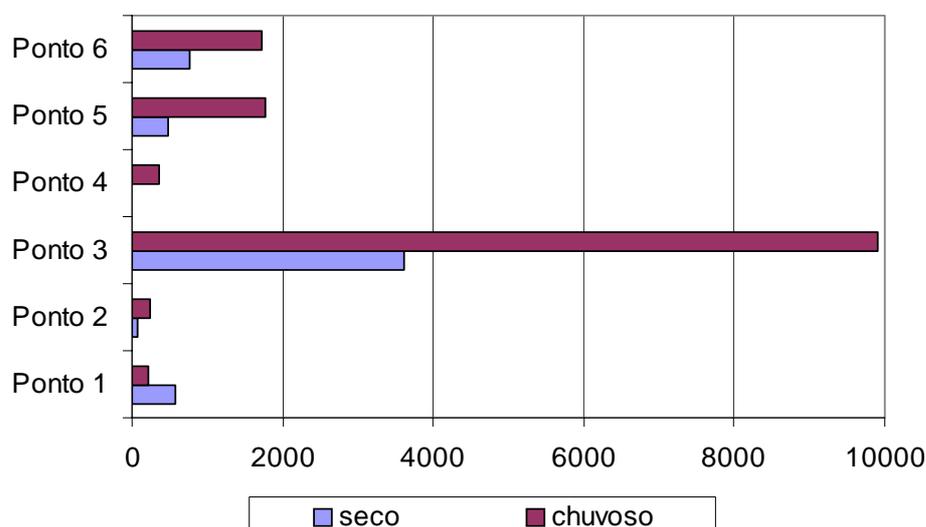


Figura 32 – Variação dos valores de abundância total da taxocenose macrobentônica (nos períodos seco e chuvoso) no rio São Lourenço, município de Matão - SP.

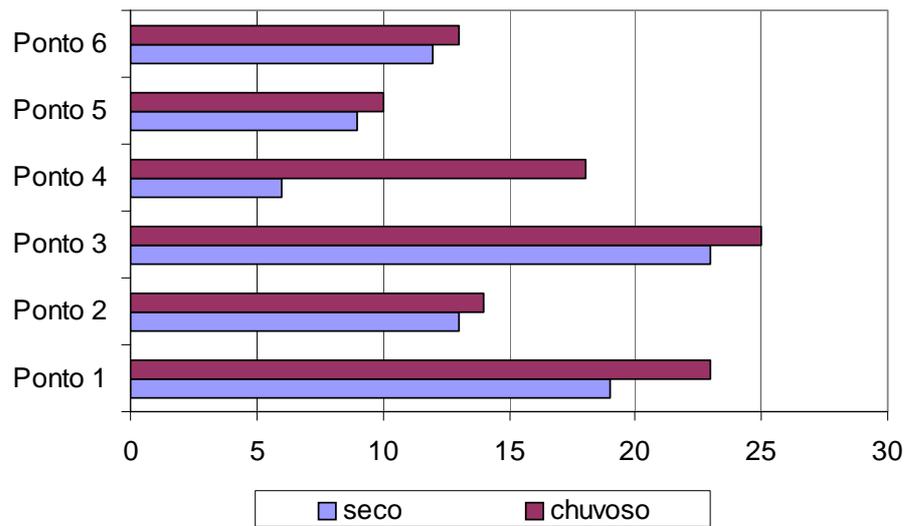


Figura 33 – Variação dos valores de riqueza de táxons de macroinvertebrados (nos períodos seco e chuvoso) no rio São Lourenço, município de Matão - SP.

A porcentagem de participação dos táxons amostrados nos diferentes pontos estão representados nas Figuras de 34 a 39, nas quais estão demonstrados os grupos que tiveram participação igual ou superior a 1%; os demais foram considerados como outros. As abundâncias relativas de cada táxon, referentes a cada período (seco e chuvoso), estão representadas na (Tabela XX do Anexo 2).

No ponto 1 (nascente) a maior abundância relativa foi registrada no período de seca, com a predominância da família Simuliidae com 47,04%. O gênero *Chironomus gr. decorus* foi mais abundante no período chuvoso representando 22,22%. As ordens Coleoptera, Ephemeroptera e Odonata representadas pelas famílias Elmidae, Leptophlebiidae e Corduliidae, respectivamente, estiveram presentes no período de seca representando a menor abundância relativa de 0,17% cada família. Observou-se ainda a participação de indivíduos da classe Oligochaeta, Tubificidae sem cerda capilar e *Limnodrilus udekemianus* com abundância relativa também de 0,17% no mesmo período (seco). Evidenciou-se ainda no período chuvoso os maiores índices de Riqueza (23), Diversidade de Shannon-Wiener (3,614), Equidade (0,80) também foi alta, entretanto baixa e o maior valor de Abundância de Tubificidae (0,28) e Dominância (0,578) foi mais alto no período de seca (Figura 34 e Tabela XXI do anexo 2).

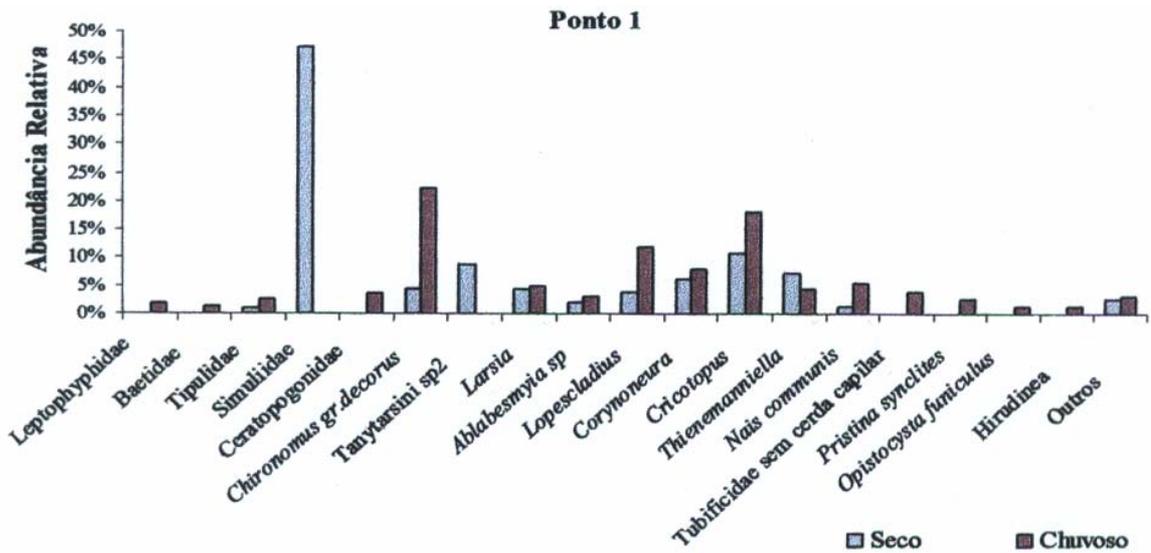


Figura 34 – Abundância relativa (%) da taxocenose macrobentônica na área de estudo do rio São Lourenço (ponto 1), município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso, de setembro de 2002 a outubro de 2003.

No ponto 2, a densidade total da fauna macrobentônica foi maior no período chuvoso. Observou-se ainda que Oligochaeta, do gênero *Opistocysta funicularis*, foi o táxon mais representativo com abundância relativa de 52,84%, observado apenas no período chuvoso. Nessa mesma comunidade também foi importante a participação de (Chironomidae) *Chironomus gr. decorus*, representando 16,25% no período de seca e 11,79% no período chuvoso. O gênero *Ablabesmyia sp* também apresentou abundância relativa maior 27,50% no período de seca e 11,35% no período chuvoso. A menor abundância relativa registrada nesse ponto (0,44%) foi observada por (Orthocladiinae) *Lopescladius*, (Diptera) Ceratopogonidae e (Oligochaeta) *Megadrili 1*, todos no período chuvoso. Observou-se também índices maiores de Riqueza (14) e Dominância (0,646) no período chuvoso e índices de Diversidade de Shannon-Wiener (3,194), Equidade (0,86) e Abundância de Tubificidae (1,00) no período de seca (Figura 35 e Tabela XXI do Anexo 2).

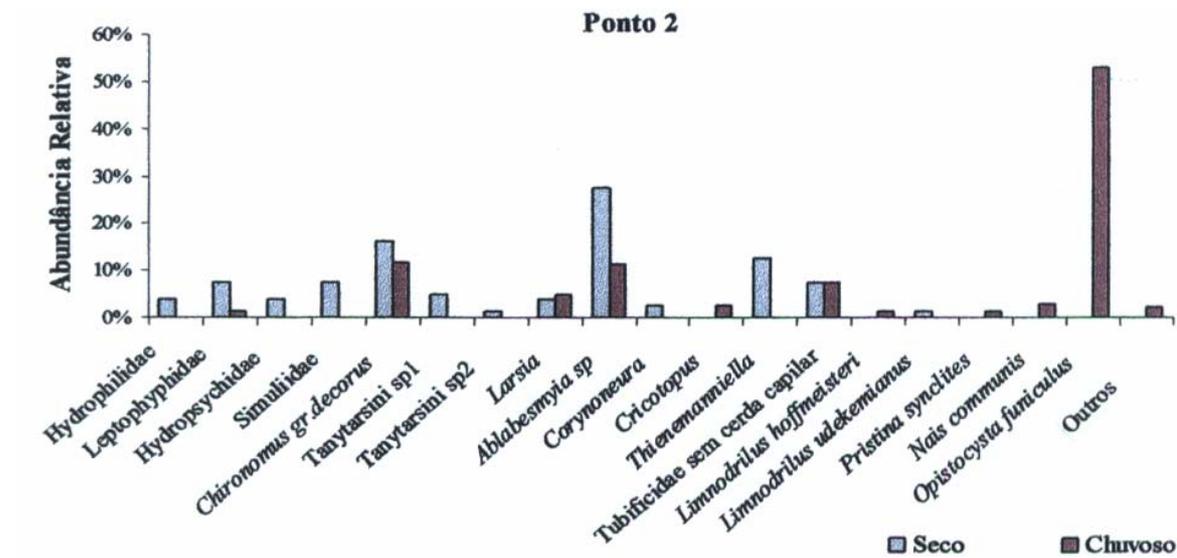


Figura 35 – Abundância relativa (%) da taxocenose macrobentônica na área de estudo do rio São Lourenço (ponto 2), município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso, de setembro de 2002 a outubro de 2003.

No ponto 3, a maior densidade de organismos foi no período chuvoso, e as análises indicaram a dominância de (Chironomidae) *Chironomus gr. decorus*, representando 74,41% no período de seca e 67,82% no período chuvoso. Os gêneros *Larsia*, *Ablabesmyia sp* e Nematoda estiveram presentes nos dois períodos, registrando menor abundância 0,01% no período chuvoso, (Trichoptera) *Hydropsychidae*, (Hemiptera) *Belastomatidae*, (Diptera) *Culicidae* e *Tabanidae*, (Oligochaeta) *D.(D).obtusa* apareceram apenas no período chuvoso representando 0,01% para cada táxon. Nesse mesmo ponto os índices de Riqueza (25), Diversidade de Shannon-Wiener (1,750), Equidade (0,38) Abundância de *Tubificidae* (0,87), foram sempre maiores no período chuvoso e apenas o índice de Dominância (0,827) esteve maior no período de seca (Figura 36 e Tabela XXI do anexo 2).

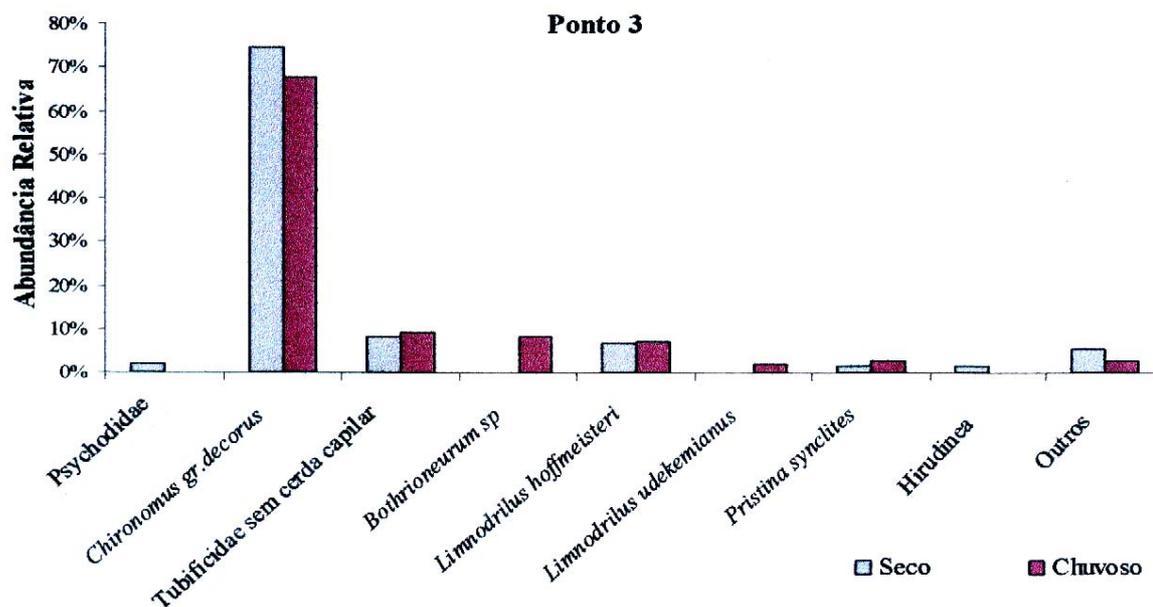


Figura 36 – Abundância relativa (%) da taxocenose macrobentônica na área de estudo do rio São Lourenço (ponto 3), município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso, de setembro de 2002 a outubro de 2003.

No ponto 4, foi observado maior densidade de organismos no período chuvoso, assim como os índices de Riqueza (18), Diversidade de Shannon-Wiener (2,826), Abundância de Tubificidae (0,88) e Dominância (0,532), também maiores nesse período e somente o índice de Equidade (0,89) foi maior no período de seca.

As análises da fauna macrobentônica, nesse mesmo ponto, indicaram a dominância de (Oligochaeta) Tubificidae sem cerda capilar representando 33,33% somente no período chuvoso. Evidenciou-se ainda, a participação de (Chironomidae) *Chironomus gr. decorus* representando 28,00% e 18,77% nos períodos de seca e chuvoso, respectivamente. Nessa mesma comunidade (Chironomidae) *Larsia*, (Diptera) Tipulidae e Syrphidae, (Oligochaeta) *Megadrili 1* e *D. (D). obtusa* apresentaram abundâncias relativas menores 0,28% cada táxon, estando presentes apenas no período chuvoso (Figura 37 e Tabela XXI do anexo 2).

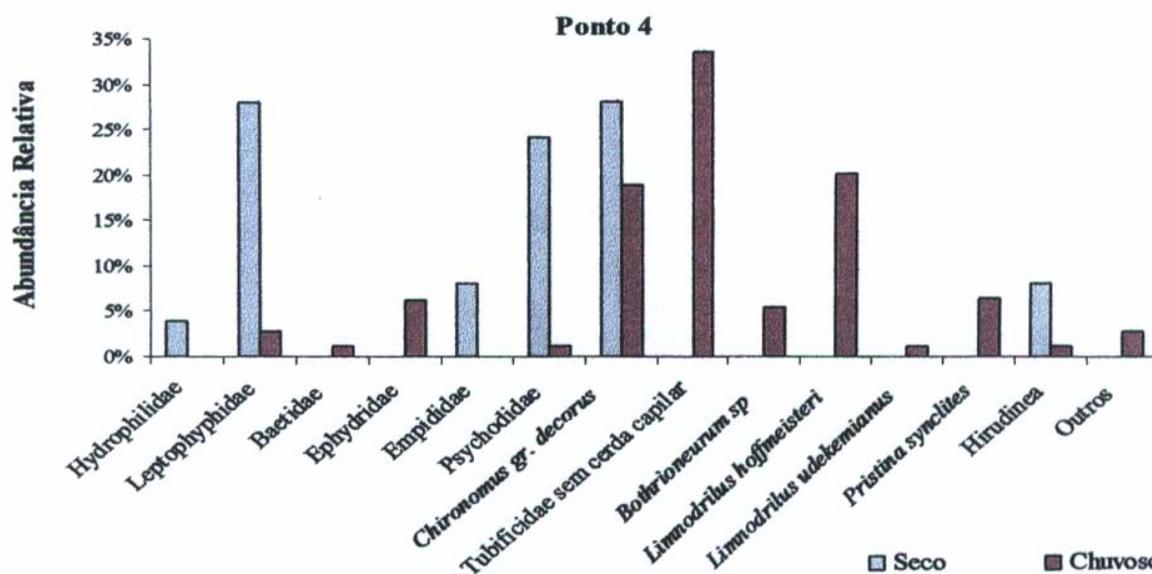


Figura 37 – Abundância relativa (%) da taxocenose macrobentônica na área de estudo do rio São Lourenço (ponto 4), município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso, de setembro de 2002 a outubro de 2003.

As análises dos resultados no ponto 5 mostraram que os índices de Riqueza (10), Abundância de Tubificidae (0,55) foram maiores no período de chuvas, enquanto que os índices de Shannon-Wiener (0,973), Equidade (0,31) e Dominância (0,921) foram maiores no período seco.

Nesse ponto de amostragem, a densidade de organismos foi maior no período chuvoso e o gênero *Chironomus gr. decorus* teve uma participação expressiva em ambos os períodos amostrados, apresentando abundâncias relativas de 83,37% no período de seca e 82,31% no período de chuvas. As menores abundâncias relativas nessa comunidade (0,06%) foram representadas por (Coleoptera) famílias Scirtidae, Hydraenidae e Nematoda e Mollusca registradas apenas no período chuvoso (Figura 38 e Tabela XXI do anexo 2).

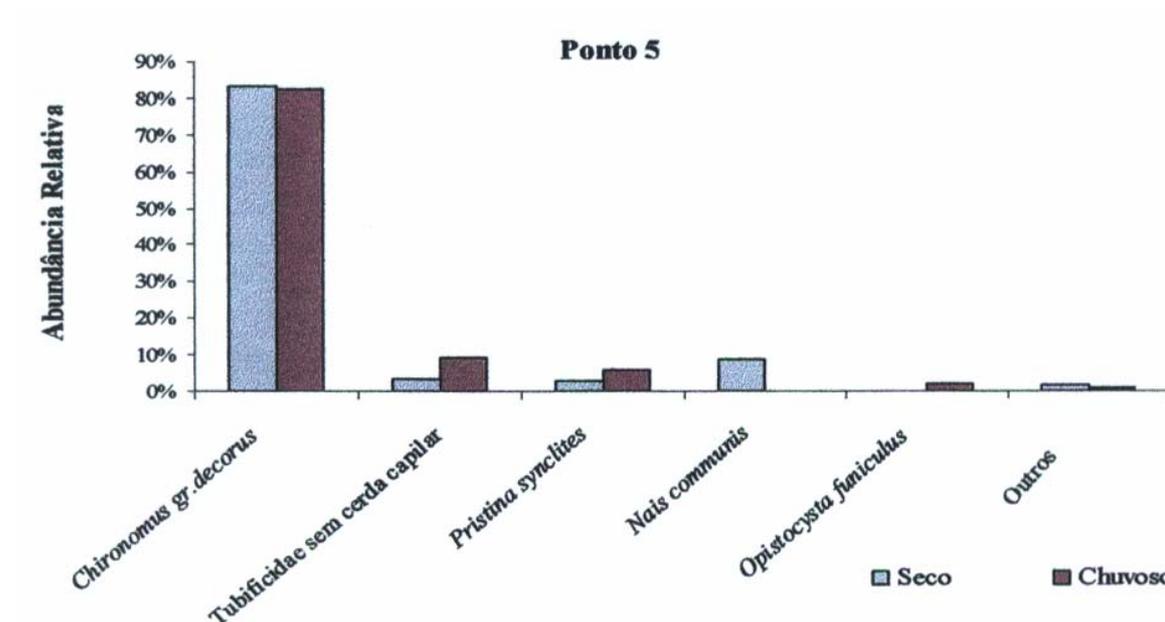


Figura 38 – Abundância relativa (%) da taxocenose macrobentônica na área de estudo do rio São Lourenço (ponto 5), município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso, de setembro de 2002 a outubro de 2003.

No ponto 6, registrou-se índices de Riqueza (13) e Dominância (0,829) maiores no período chuvoso e Diversidade de Shannon-Wiener (2,195), Equidade (0,61) e Abundância de Tubificidae (0,06) mais elevados no período seco. Nesse mesmo ponto, a densidade de organismos foi maior no período chuvoso, observando-se ainda as maiores abundâncias relativas representadas pelos gêneros *Chironomus gr. decorus* (44,64%) e *Opistocysta funiculatus* (38,26%) no período chuvoso, seguido da família (Glossiphonidae) Hirudinea (38,16%) no período seco. Os gêneros *Limnodrilus hoffmeisteri* e *D.(D.) digitata* representaram as menores abundâncias relativas (0,06 %) também no período chuvoso (Figura 39 e Tabela XXI do anexo 2).

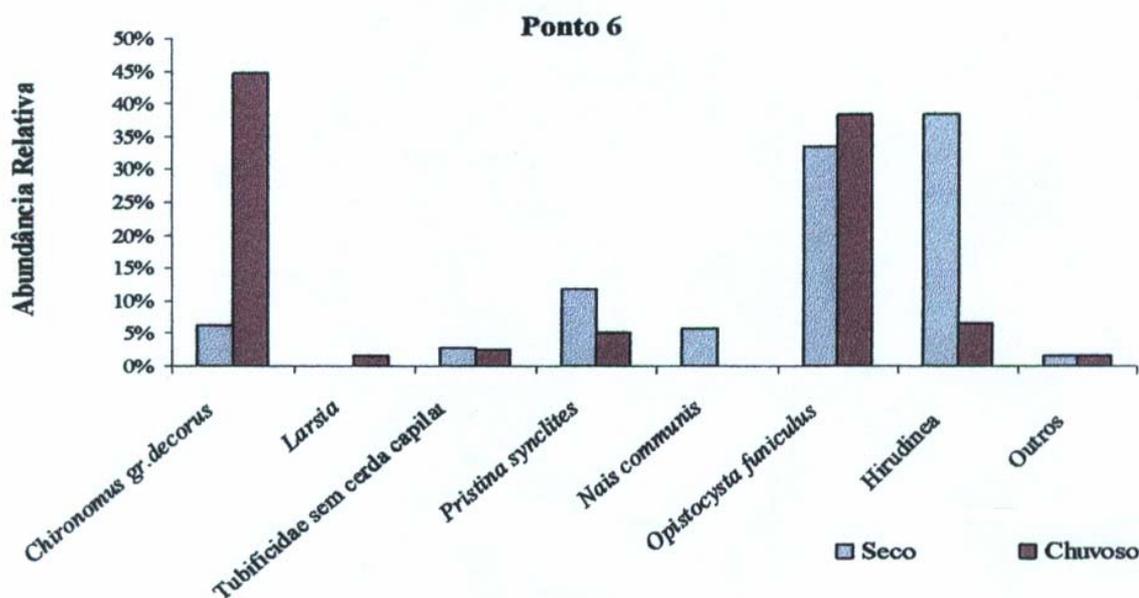


Figura 39 – Abundância relativa (%) da taxocenose macrobentônica na área de estudo do rio São Lourenço (ponto 6), município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso, de setembro de 2002 a outubro de 2003.

6.13 Índices Biológicos

A Figura 40 e a Tabela XXI, do anexo 2, mostram a variação dos valores dos índices de Riqueza total (S); Diversidade de Shannon-Wiener (H'); Equidade (E'); Abundância de Tubificidae (D); Dominância (D_2).

6.13.1 Riqueza Total

A análise da riqueza total mostrou valores maiores no período chuvoso em todos os pontos amostrados. Os valores de riqueza menores observados no ponto 2 em ambos os períodos quando comparados aos valores registrados ponto 1 e 3, águas de boa qualidade, deveu-se a perda de amostras por atos de vandalismo que ocorreram na segunda coleta do período chuvoso e, na sexta coleta do período de seca.

6.13.2 Diversidade de Shannon-Wiener

Considerando-se o índice de diversidade, observou-se que nos pontos 1 e 2, no trecho do rio de água de boa qualidade, que os valores foram maiores e não apresentaram alterações relevantes entre os períodos. Como discutido anteriormente, o ponto 3 também com água de boa qualidade, destacou-se pela elevada densidade de grupos dominantes como Chironomidae e Oligochaeta e apresentou um índice de diversidade visivelmente menor. Para os pontos

considerados poluídos 4 e 6, esse índice não apresentou alteração considerável no período de chuvas. Observou-se ainda, que os menores valores desse índice foi registrado no ponto 5, local de águas também poluídas, onde destacou-se a dominância da família Chironomidae.

6.13.3 Eqüidade

O índice de uniformidade (Eqüidade) também foi muito baixo no ponto 5, tanto no período seco como no período chuvoso e coincidiram com os maiores valores de dominância nesse mesmo ponto, onde predominou a família Chironomidae. Os valores mais altos de eqüidade observados nos pontos 2 e 4, no período seco relacionam-se com o baixo número de espécies, registrado nesses pontos.

6.13.4 Abundância de Tubificidae

A abundância de Tubificidae apresentou o maior valor no ponto 2 no período de seca, onde foi constatada a presença de apenas 1 um organismo, representante do gênero *limnodrilus*. Para o ponto 6, os valores baixos de abundância podem ser explicados pela destacada densidade numérica de espécies de Oligochaeta.

6.13.5 Dominância

Os resultados de dominância, nos diferentes locais de amostragem, não variaram muito entre si e apresentaram valores semelhantes entre os períodos nos pontos 4 e 5. Valores maiores do índice de dominância foram registrados nos pontos 3 e 5, período seco e ponto 6 no período chuvoso. Verificou-se nesses pontos densidades maiores de organismos do gênero *Chironomus gr. decorus*, seguido por Oligochaeta.

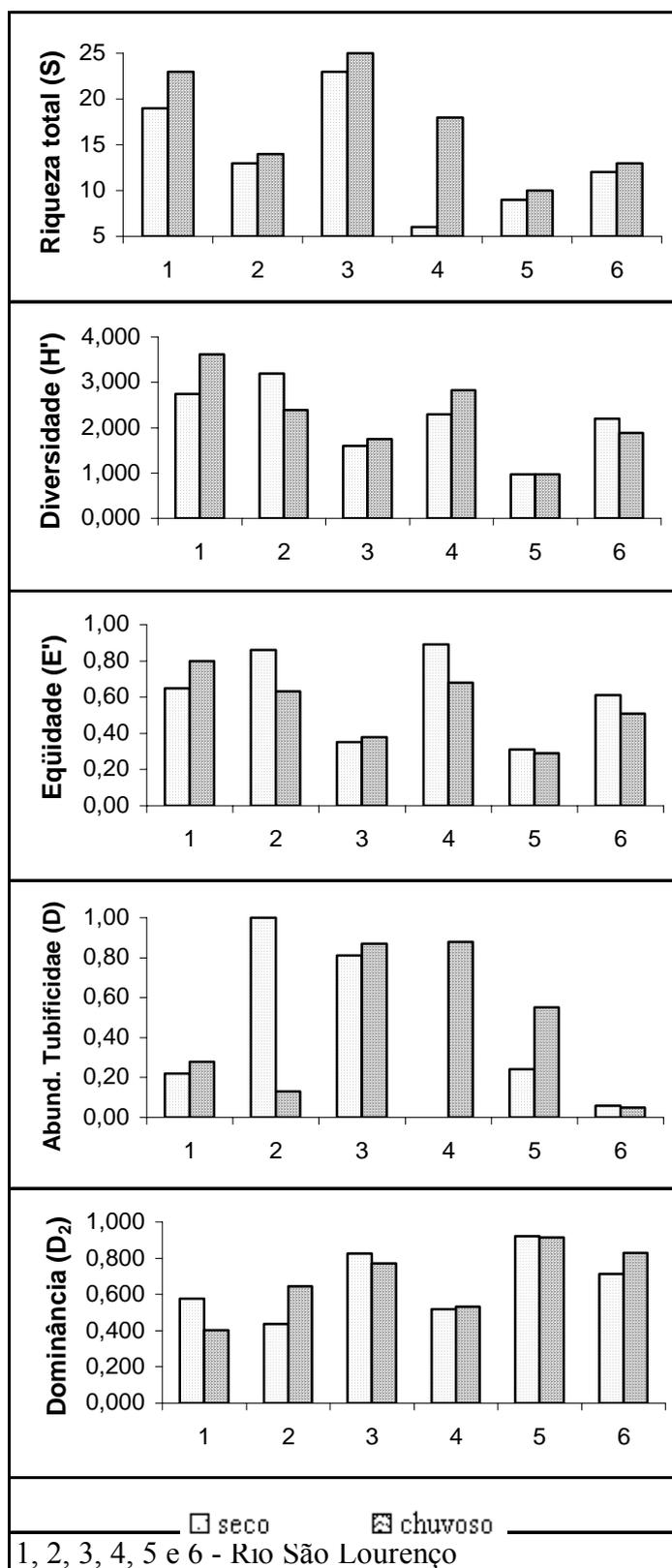


Figura 40 – Valores das análises quantitativas calculadas para o rio São Lourenço (pontos de 1 a 6) no município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso, de setembro de 2002 a outubro de 2003.

7 DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica é um sistema biofísico constituído por formações vegetais, nascentes, riachos, córregos lagos e represas e sócio econômico integrado e interdependente onde ocorre uma diversidade de atividades agrícolas e industriais de comunicações, serviços e facilidades recreacionais. Seus limites são estabelecidos topograficamente pela linha que une os pontos de maior altitude e que definem os divisores de água entre uma bacia e outra adjacente. Uma bacia hidrográfica pode ser abordada como uma unidade morfo-fisiográfica. Uma característica importante é o fato de ser uma unidade funcional, com processos e interações ecológicas passíveis de serem estruturalmente caracterizados, quantificados e matematicamente modelados (STRASKRABA & TUNDISI, 2000). Assim os sistemas aquáticos refletem todas as alterações que ocorrem na bacia de drenagem e propiciam condições ao estabelecimento e a manutenção de comunidades biológicas (WETZEL & LIKENS, 1991).

A geologia, geomorfologia, clima, diferentes tipos e usos do solo e vegetação ripária, contribuem para a qualidade física, química e biológica da água. Segundo o inventário florestal do Estado de São Paulo, especificamente no município de Matão, indica que no período de 1970 a 1990, ocorreu uma expressiva redução da vegetação e mata capoeira (DEPRN, 1989). Estas devastações objetivaram dar espaço para culturas de citrus, cana-de-açúcar e agropecuária. Desta forma, o rio São Lourenço ficou sem a devida proteção da mata ciliar, tornando-se um corpo receptor de aportes de sedimentos, despejos industriais, deflúvio superficial agrícola, associados ao tipo de uso e ocupação da terra da bacia. Modificações espaciais e temporais em sistemas lóticos estão relacionadas ao mosaico de situações abióticas e bióticas (RESH et al., 1988), geradas dentro e ao redor do corpo de água.

Os resultados obtidos na caracterização física da água, mostraram alterações quanto ao nível de transparência da água. A transparência revela a profundidade de penetração da luz na água, e esta variável é dependente da cor, turbidez e sólidos suspensos (WELCH, 1952). Relacionada à quantidade de partículas em suspensão presentes nos corpos de água, a transparência pode ser de origem orgânica ou inorgânica, principalmente em regiões submetidas a fortes processos de erosão e a atividades agrícolas e de mineração. Os valores baixos de transparência obtidos nos pontos 4, 5 e 6, estão relacionados com a erosão que ocorre na bacia e com a freqüente dragagem de areia para limpeza do canal do rio à montante desses pontos e, principalmente, pela entrada de despejos urbanos gerados na área urbana central do município. Já os pontos 1, 2 e 3, apresentaram transparência total em ambos os períodos amostrados.

A turbidez da água é influenciada devido à dispersão dos raios luminosos causada pela presença de partículas tais como: silte, particulados, areias, microorganismos e substâncias pigmentadas em solução ou dispersão coloidal na água (ESTEVES, 1988). Durante o período chuvoso

grandes quantidades de partículas são erodidas do solo da bacia e carregadas pelas águas, ocasionando aumentos dos valores de turbidez e diminuição dos valores de transparência da água (MAIER, 1978). Esse estudo mostrou que os pontos 1 e 2, localizados em uma área que sofre constantes inundações, não apresentaram variações consideráveis de turbidez e transparência, nos períodos de seca e chuvoso. GUERESCHI (2004) realizou estudos em córregos localizados em áreas de inundação e, observou diminuição nos valores de transparência e alteração na cor, durante períodos de chuvas. Observou-se que o ponto 2, apresentou os menores valores de turbidez em ambos os períodos estudados, em relação ao ponto 1 (nascente). No ponto 3, registrou-se o início de lançamentos de esgotos urbanos drenado pelo tributário córrego Las Palmas, desprovido de emissário coletor de esgotos e receptor de despejos urbanos “*in natura*” de bairros localizados no seu entorno. Os valores obtidos nesse ponto foram baixos, exceto no mês de agosto/2003 (período de seca) registrou-se valor elevado (54,70) UNT, o que sugere a possibilidade de ocorrência de lançamentos clandestinos nesse ponto. No ponto 4 foi registrado os maiores valores para variável turbidez e está relacionado com o lançamento pontual de esgotos urbanos gerados no município, apresentando uma tendência de declínio nos valores de turbidez nos pontos 5 e 6, através da entrada de tributários importantes como o córrego Cascavel e Marimbondo, contribuindo para a melhor qualidade da água. Todos os valores de turbidez registrados nos diferentes pontos amostrados no rio São Lourenço, corpo de água com trechos com classificação 3 e trechos com classificação 4, estiveram dentro do permitido variando entre (6,79 e 79,40), portanto valores inferiores a 100 UNT, recomendado pela Resolução CONAMA - 357.

A variável sólido total dissolvido (TDS) é considerada importante e exerce uma relação direta com as determinações de condutividade da água. As concentrações elevadas de sólidos totais dissolvidos em rios e ambientes lênticos podem indicar poluição, principalmente de origem industrial e urbana, podendo trazer sérios problemas quando revolvidos do sedimento para a superfície pelas chuvas e ventos fortes. Os resultados deste trabalho mostraram que os níveis de sólidos totais dissolvidos (TDS), em média obedeceram a uma sazonalidade, apresentando os maiores valores desta variável no período de seca, exceto o ponto 4 que apresentou valores maiores no período de chuvas.

Para BESCHTA (1996), a turbulência e a velocidade da água do sistema também influenciam no transporte de sólidos em suspensão onde, fortes chuvas provocam “inputs” de material em suspensão provocando variações temporais de concentração. Os sólidos sedimentáveis se depositam e quando em concentrações elevadas transformam-se no principal causador de formação de bancos de sedimento no rio (CETESB, 1973). Desta forma os valores baixos (traços) registrados na maioria das coletas nos pontos 1 e 2, indicam ser um trecho de água despoluída sem entradas pontuais de esgoto. O lançamento de esgotos no rio contribui para o aumento da concentração do material em suspensão, condicionados pela velocidade e turbulência da água, como registrado a partir do ponto 3, onde observa-se indícios de poluentes orgânicos, tornando-se mais pronunciante no ponto 4. Nesse trecho

do rio, os bancos de sedimentos são bastante notáveis e agregam a maior parte de sólidos devido sua localização muito próxima ao ponto de lançamento da área central do município, conferindo um aspecto objetável no ecossistema. Na ocorrência de chuvas fortes, os sólidos são revolvidos e arrastados, promovendo valores maiores desta variável na época chuvosa, com tendência de um aumento dessa concentração nos pontos à jusante condicionado pelo aumento da vazão e turbulência da água. Entretanto, neste trabalho, os pontos 5 e 6 à jusante não apresentaram elevação, esse fato pode ser explicado devido à entrada de afluentes importantes com águas de boa qualidade.

A temperatura da água é uma variável importante, tanto pela influência direta que pode exercer sobre vários tipos de organismos, como pela relação existente entre ela e o teor de gases dissolvidos.

De acordo com HAUER & HILL (1996), as variações de temperatura estão ligadas a economia de oxigênio, gás carbônico, teor de carbonatos e ao pH sendo condicionadas pela exposição da água à radiação solar. Rios de pequeno e médio porte possuem um pulso diário de temperatura que responde as variações de temperatura do ar muito mais rapidamente em comparação a grandes rios e lagos. Assim, é possível que no período chuvoso as maiores temperaturas atmosféricas, como observado no estudo, provocam um aquecimento maior do solo, da água subterrânea e da superfície da água, permitindo temperaturas maiores no período chuvoso em relação ao período de seca.

Para MONTEIRO (1984), o lançamento de aportes orgânicos biodegradáveis pode acarretar sérias conseqüências aos corpos de água e a oxidação da matéria orgânica por organismos aeróbios, causam um consumo de oxigênio dissolvido, cuja reposição deste gás pela atividade biológica é feita por organismos fotossintetizantes e pelo contato com o oxigênio atmosférico.

Segundo BRANCO (1986), a temperatura exerce grande influência na produção fotossintética do oxigênio e cuja reposição deste gás, via organismos fotossintetizantes, torna-se muito importante em ecossistemas que apresentam baixa turbulência. Concentrações elevadas de matéria orgânica biodegradável num corpo de água acarretam um crescimento excessivo de microorganismos, cujo consumo do oxigênio dissolvido é superior à sua reposição, causando a morte dos organismos aquáticos e conseqüentemente comprometimento do uso de suas águas.

Importante na dinâmica e caracterização dos sistemas aquáticos, o O₂ dissolvido é indispensável à quase totalidade das funções vitais, encontrando-se na água em quantidades variável, mas quase sempre em concentrações superiores à dos demais gases dissolvidos. Em sistemas lóticos e em condições naturais, as concentrações deste gás geralmente são elevadas (MAIER, 1987). Desta forma, o O₂ dissolvido torna-se uma variável limnológica importante e seus valores podem ser usados como indicadores da qualidade de água, onde baixas concentrações deste gás podem indicar poluição.

Os resultados do presente estudo indicaram que as águas do ponto 1 são bem oxigenadas e de forma geral os maiores valores de O₂ dissolvido foram obtidos no período chuvoso. Considerando-se

todos os pontos amostrados e os dois períodos estudados (seco e chuvoso), observa-se que os valores de O₂ dissolvido variaram entre (0,0 e 7,41) mg/L. GUERESCHI & MELÃO (1997) realizaram estudo na bacia hidrográfica do rio Monjolinho, São Carlos-SP, e também obtiveram valores maiores na concentração de O₂ dissolvido no período de maior precipitação. Especialmente observa-se um declínio acentuado na concentração deste gás no ponto 2, que encontra-se em uma área alagada com presença de macrófitas em todo seu entorno e sem a devida proteção de mata ciliar. A decomposição natural das plantas aquáticas pode estar provocando um consumo deste gás pelo processo de oxidação, e a incidência direta de raios solares ocasionados pela ausência de mata ciliar contribuindo para a sua volatilização. No ponto 3, registrou-se entradas de despejos urbanos drenados principalmente por um tributário do rio São Lourenço, córrego Las Palmas, que deságua à montante deste ponto, além de lançamentos clandestinos observados contribuindo para a diminuição da concentração deste gás, entretanto neste ponto a concentração de O₂ dissolvido pode ser considerada razoável. Uma condição crítica foi observada no ponto 4, local de entrada de todos os despejos da área urbana central, com valores iguais a (zero) nos meses de março, julho, agosto e setembro/2003. Da mesma forma o ponto 5 apresentou um valor de O₂ dissolvido igual a (zero) nos meses de outubro/2002 e agosto/2003 e, uma pequena recuperação na concentração desta variável no ponto 6 através da entrada dos afluentes córrego da cascavel e Marimbondo com águas de boa qualidade. Constatou-se porém que, nos pontos de 1 a 3, em ambos os períodos estudados, e ponto 4, no mês de outubro/2002, os valores de O₂ dissolvido estiveram dentro do permitido pela Resolução CONAMA - 357, que assegura valores de O₂ dissolvido superior a 2,0 mg/L para rios de classe 4. Nos pontos 5 e 6, todos os valores estiveram abaixo do valor mínimo permitido pela Resolução acima citada em todos os meses e períodos de coleta, que assegura limite não inferior a 4,0 mg/L para rios de classes 3.

Segundo os autores TEIXEIRA & RIOS (1997), em uma avaliação ambiental preliminar neste corpo de água, nos pontos que coincidiram com os amostrados neste trabalho, ou seja, 2, 4 e 6, as variáveis de concentração de O₂ dissolvido não diferiram muito, o que sugere que o ponto (2), localizado à montante do perímetro urbano, ainda não sofreu modificações antrópicas, enquanto que os pontos (4 e 6), localizados no trecho à jusante do perímetro urbano, confirmam que nenhum tipo de serviço para recuperação e preservação deste corpo de água foi realizado até a presente data.

A condutividade é a capacidade da água de conduzir a corrente elétrica, sendo que a condução elétrica ocorre em função da maior concentração iônica. Desta maneira, através da condutividade, pode-se detectar fontes de poluição nos sistemas aquáticos. No trecho do rio estudado observa-se que os valores de condutividade elétrica da água foram muito altos em todos os pontos amostrados, estando com valores superiores a 100 µS/cm, caracterizando águas ricas em íons dissolvidos. Os valores obtidos nos diferentes pontos de amostragem do rio São Lourenço, não demonstraram influência da sazonalidade. Entretanto, os valores mais altos foram detectados a partir do ponto 3,

onde ocorre a entrada de esgotos urbanos, embora em pouca quantidade, a partir do ponto 4 os resultados demonstraram uma elevação dos valores dessa variável, provavelmente em decorrência da intensa decomposição de matéria orgânica, oriunda de despejos urbanos da área central da cidade. Os valores também elevados, observados nos pontos 1 e 2, podem ter sofrido a influência da área de entorno, devido à existência do banco de macrófitas existente naquela área que libera material orgânico ao meio.

Nos estudos feitos nos córregos da Água Fria e da Água Quente (SANTOS, 1993) e no Ribeirão do Feijão em São Carlos - SP (TEIXEIRA, 1993), foram obtidos valores mais altos de condutividade elétrica no período de seca.

A alcalinidade total da água está relacionada com seu grande poder de dissolver o gás carbônico (CO_2) e, este na forma de ácido carbônico, pode estar combinado sob formas de metais alcalinos (Na^+ , K^+) e alcalinos terrosos (Ca^{++} , Mg^{++}) na forma de carbonatos que atuam como tampão, evitando variações excessivas de pH na ocorrência de adição de substâncias ácidas nos sistemas aquáticos. A medida da alcalinidade total permite identificar a poluição das águas e possíveis fontes de despejos pontuais e difusos em sistemas aquáticos. As maiores variações dos valores de alcalinidade, observados espacialmente no rio São Lourenço, refletiram as condições locais dos pontos de amostragem.

Dureza total é muito utilizada em tratamento de águas de abastecimento para fins industriais, laboratoriais e diagnósticos ambientais. O grau de dureza de uma água pode ser determinado pelo teor de cálcio nela contido. Reflete porém o teor de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) que estão combinados a carbonatos ou bicarbonatos, podendo ainda estar ligados a sulfatos e cloretos. O rio estudado recebe despejos de origem domiciliar e industrial e, também, devido à geologia local, apresentou resultados importantes na caracterização ambiental desse corpo de água. As maiores concentrações de (CaCO_3) ocorreram no período chuvoso, com valores acima de 100 mg/L na maioria dos pontos amostrados, ou seja, pontos 1, 2 e 3 em dezembro/2002 e no ponto 6 em março/2003. No período de seca, valores acima de 100 mg/L foram observados no ponto 4, nos meses de julho, agosto e setembro/2003 e conferem a influência dos despejos lançados “*in natura*” neste trecho do rio.

Segundo informações obtidas junto a Companhia de Água e Esgotos de Matão (CAEMA) as concentrações de dureza (CaCO_3) são elevadas nesta região, estando geralmente acima de 100 mg/L, causando freqüentes incrustações em tubulação de captação, o que é válido afirmar que estas concentrações altas de dureza da água estão relacionadas com a geologia da bacia, potencializadas pelos despejos industriais e urbanos, ricos em carbonatos.

O pH representa a atividade do hidrogênio na água resultante inicialmente da própria dissociação da molécula da água e, posteriormente acrescida pelo hidrogênio proveniente de outras fontes como: dissociação de compostos orgânicos que resultam da decomposição anaeróbia da matéria

orgânica e também por despejos provenientes de várias outras fontes. Concentrações de sais, especialmente cálcio, condicionam as características iônicas nos ambientes de água doce (WETZEL, 1981). Os sais de cálcio formam carbonatos, que em função do pH, podem estar dissociados na coluna de água. Segundo ESTEVES (1988), o pH dos sistemas aquáticos é influenciado pela concentração de íons H^+ provenientes da dissociação do dióxido de carbono gerando valores baixos de pH, e das reações entre íons carbonato e bicarbonato com a água, elevando os valores de pH para uma faixa alcalina. De acordo com os resultados desse trabalho, as águas do rio São Lourenço demonstram características alcalinas, e foram mais elevadas nos pontos que recebiam a maior carga de esgotos ou seja, nos pontos 4, 5 e 6. A elevação nos valores de pH observados nesses pontos, sugere uma relação com o “input” dos despejos urbanos que propiciam a alcalinização das águas desse rio no trecho estudado. Segundo a Resolução CONAMA - 357 os valores de pH para rios de classe de 3 e de classe 4 devem estar entre (6,0 e 9,0) pH.

Valores semelhantes de pH nesse mesmo rio foram observados por GUIMARÃES (1998) nos pontos que coincidiram com os mesmos amostrados neste trabalho. A semelhança entre os valores de pH sugerem que no período de 1998 a 2005, o rio continuou sofrendo interferências antrópicas ocorridas na microbacia, principalmente por lançamentos de esgotos urbanos sem o devido tratamento, o que pode ser observado no perímetro pós urbano nos pontos que apresentaram maior concentração de poluição orgânica.

A medida da demanda química do oxigênio é uma variável importante no estudo das águas naturais e residuárias, pois através de seus resultados pode-se avaliar a sua qualidade. Os dados encontrados nas análises realizadas no rio São Lourenço foram de concentração elevadas, exatamente nos pontos que recebiam aportes de esgotos urbanos.

A demanda bioquímica de oxigênio expressa a concentração de matéria orgânica em águas e, é um dos parâmetros limnológicos mais importante no estudo de águas residuárias e naturais porque quantifica o oxigênio necessário para oxidação biológica e química das substâncias oxidáveis contidas na água. Através das análises realizadas nos pontos 1 e ponto 2, observou-se os menores valores de (DBO) o que confirma um trecho do rio com águas de boa qualidade.

A partir do ponto 3, inicia-se um processo de degradação desse corpo de água, embora ainda em condições normais, constatadas pelas análises físicas e químicas, as análises biológicas apontam também para este mesmo ponto, a presença de substâncias orgânicas. Nos pontos 4 e 5, conferiu-se os maiores valores desta variável o que indica uma alta concentração de material orgânico. No ponto 5, no período chuvoso e no ponto 6, em ambos os períodos, observou-se uma diminuição dos valores dessa variável. Notadamente os valores mais elevados de (DBO) registrados nesse estudo foram exatamente nos pontos que recebiam influência de esgotos urbanos, observados no período de seca, que está relacionada com a concentração de material orgânico devido à diminuição do volume de água

desse rio e também, no ponto 4, nos meses considerados chuvosos dezembro/2002, março e maio/2003, que coincidem com os meses de entressafra da maioria das agroindústrias localizadas na bacia, o que indica que as cargas elevadas de DBO nesse rio, estão mais relacionadas com os lançamentos “*in natura*” de esgotos urbanos.

Em relação à Resolução CONAMA - 357, os pontos que apresentaram valores acima do permitido foram 5 e 6, situados no trecho do rio de (Classe 3), que determina valor de DBO não superior a (10,0 mg/L) O₂. Para os demais pontos amostrados, todos os valores estiveram dentro do permitido pela resolução citada. Os valores altos registrados no ponto 4, que coincide com a entrada de esgotos provenientes da área urbana central do município, também estão dentro do permitido, considerando a classificação deste trecho do rio como (Classe 4), cuja legislação ambiental vigente, não prevê limites de concentração de (DBO) para rios com essa classificação.

LIMA (2002) realizou estudo no rio Cuiabá no perímetro urbano das cidades de Cuiabá e Várzea Grande – MT e verificou que o lançamento pontual de esgotos, exercia uma forte influência na qualidade das águas daquele rio, e valores da variável DBO mais elevados no período de chuva.

As principais fontes de carbono orgânico total são as queimadas de cana-de-açúcar e florestas, que entram nos corpos de água por via difusa condicionadas pelo vento, e deflúvios superficiais agrícolas. Trecho do rio estudado agrega grande extensão de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, onde o ciclo de queimadas coincide com o período de seca, e os resíduos retidos no solo são lixiviados na época das cheias chegando até o rio. Assim, os valores estimados nos pontos 3, 4, 5 e 6, demonstram que embora, o rio em estudo recebia aportes de COT de forma difusa, o fator complicador é o esgoto urbano que acaba potencializando e agravando as condições naturais do rio. Este estudo mostrou que a maior concentração de (COT) ocorreu no período chuvoso dezembro/2002 no ponto 5, localizado à jusante do emissário coletor de despejos e lançados “*in natura*” no rio, refletindo condições pontuais.

Os rios são considerados ecossistemas abertos susceptíveis à importação e exportação de energia, e as características físicas e químicas e biológicas refletem todas as características de sua área de entorno, inclusive de seus tributários à montante, cobertura vegetal, formação geológica e, sobretudo, influências antrópicas (MAIER, 1978; CAMARGO et al., 1996). Considerados porém, sistemas heterogêneos (PALMER & POFF, 1997), constituem uma grade de diferentes habitats, com uma diversidade muito grande de diferentes substratos em curtas extensões e cada um com seu grau de complexidade (CRISCI-BISPO, 2003). Segundo HYNES (1970), a sazonalidade do ciclo hidrológico influencia a fauna bentônica, principalmente em sistemas lóticos durante o período chuvoso, podendo acarretar redução do número de organismos em rios e córregos, devido ao aumento de velocidade de correnteza da água e da vazão, inferindo condições instáveis aos substratos afetando a colonização dos organismos bentônicos.

A utilização de análises conjuntas dos dados é relevante, uma vez que muitas variáveis limnológicas são altamente correlacionadas (BOLLMANN & MARQUES, 2000) e através dessas análises, busca-se um melhor entendimento das possíveis correlações entre elas.

As análises da taxocenose indicaram variações espaciais e temporais, principalmente na densidade de organismos e na riqueza, o que reflete nos índices de diversidade, equidade e dominância. Embora chuvas fortes que aumentam o fluxo da água promovendo a retirada e deslocamento dos indivíduos do substrato (GUERESHI, 2004), as maiores densidades numéricas de indivíduos observados nesse estudo foram no período chuvoso. Os valores maiores de densidade registrados no período de maior precipitação corroboram com o fato dos substratos artificiais utilizados propiciarem refúgio para invertebrados quanto aos efeitos diretos da correnteza.

Considerando o índice de diversidade de Shannon-Wiener, não foi possível constatar um padrão de variação entre os pontos e períodos amostrados. No geral, os valores de diversidade não diferiram muito, com exceção do ponto 5 que apresentou valores menores nos períodos de seca e de chuvas, isso deve-se à elevada dominância do gênero *Chironomus gr. decorus*, nesse ponto.

A abundância de Tubificidae foi maior na maioria dos pontos amostrados no período chuvoso com os menores valores observados nos pontos de maior concentração de poluentes, ou seja, ponto 4, no período de seca e no ponto 6 em ambos os períodos. O valor elevado (1,00), observado no período de seca no ponto 2, está relacionado com a inexistência de outras espécies de Oligochaeta, estabelecendo relação unívoca entre Tubificidae. Os valores baixos de abundância, observados nesses pontos, podem estar relacionados com as características físicas e químicas e estrutural desse trecho do rio.

As maiores riquezas de táxons e particularmente o maior número de famílias das ordens Ephemeroptera e Trichoptera foram observados no ponto 1 (nascente), trecho florestado e naqueles considerados despoluídos 2 e 3.

As análises de associação das variáveis bióticas entre *Chironomus gr. decorus* e Tubificidae sem cerda capilar, apresentaram uma forte correlação de Pearson (r) positiva de quase 100% em ambos os períodos.

Segundo RESH & ROSENBERG (1993), as famílias das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera sugerem uma sensibilidade muito grande às perturbações ambientais, consideradas portanto, bons indicadores da qualidade ambiental de sistemas lóticos.

Entre os macroinvertebrados bentônicos, as larvas de Chironomidae são consideradas indicadores de qualidade de água, sendo importantes na avaliação de poluentes de ambientes de água doce ROSSARO (1991), por apresentarem ampla distribuição em muitos habitats aquáticos e uma variedade de requerimentos ambientais (SIMPSON & BODE, 2000).

Estudos sobre a estrutura e distribuição (MARQUES, et al., 1999), testes de toxicidade (BENOIT et al., 1997), deformidades (SERVIA et al., 1999; KUHLMANN et al., 2002), são exemplos de usos de larvas de Chironomidae como bioindicadores de ambientes aquáticos.

Este estudo mostra que a estrutura e a composição da fauna de Chironomidae apresentaram modificações ao longo do rio, tendo o ponto 1 e 2 maior riqueza de táxons (oito gêneros). Ainda, nestes pontos (1 e 2), registrou-se baixa porcentagem de larvas de *Chironomus*, enquanto que a partir do ponto 3, verificou-se aumento na porcentagem dessas larvas. O fato de, especificamente o ponto 3 apresentar uma elevada densidade de organismos da família Chironomidae, pode estar relacionada com a vegetação, onde observa-se um vasto banco de macrófitas (aguapé). Nesse mesmo ponto foi observado entradas de esgotos urbanos, drenados pelo córrego Las Palmas, desprovido de emissário coletor de esgotos e utilizado como mecanismo de transporte de despejos urbanos de bairros situados no seu entorno, aparentemente de maneira intermitente.

O elevado percentual de *Chironomus* registrado no ponto 4, não esteve relacionado à sua elevada densidade individual, mas sim, à inexistência de outros gêneros, exceto pela presença de uma única larva do gênero *Larsia*. Assim, a acentuada redução no número de gêneros e a reduzida densidade de larvas de *Chironomus*, bem como de Tubificidae nos pontos 4, 5 e 6, podem indicar que além de carga orgânica, produtos químicos com possível toxicidade podem também estar chegando ao rio.

Segundo MARQUES et al., (1999), o aumento da densidade de larvas de *Chironomus* relaciona-se com o enriquecimento orgânico de origem antrópica e conseqüentemente deterioração da qualidade da água. GUERESCHI & MELÃO (1997), GUALDONI & CORIGLIANO (2002) estudando ambientes lóticos, relacionaram maior representatividade numérica de *Chironomus* com a elevada carga orgânica.

A destacada colonização do substrato por anelídeos, observado no ponto 3, que recebe quantidades menores de despejos urbanos e apresenta qualidade de água satisfatória comprovada pelos parâmetros físicos e químicos, pode estar relacionada à retenção de material orgânico nos substratos artificiais. Os pontos à jusante, que recebia a maior carga dos esgotos urbanos onde foi observado visíveis bancos de sedimentos moles, apresentaram uma colonização menor, o que pode ser justificado pela qualidade menor da água nesses pontos e, indícios de que substâncias tóxicas podem estar chegando nesse corpo de água, principalmente neste trecho do rio.

Os autores BRINKHUST & JAMIESON (1971), reportam que a ausência de Oligochaeta em habitats onde elas deveriam estar presentes ou o desaparecimento de alguma espécie, pode ser o indicativo de presença de substâncias tóxicas.

Para BRINKHUST & GELDER (1991) citados por GUERESCHI (2004), a maioria dos Oligochaeta aquáticos está adaptada para ocupar sedimentos moles, de arenosos a lodosos, podendo

ser encontrada também em locais pedregosos quando ocorre acúmulo de tais sedimentos, o que sugere sua maior abundância em ambientes lânticos, porém existem espécies adaptadas aos sistemas lóticos.

Geralmente os primeiros colonizadores de substratos artificiais são aqueles organismos que se dispersam pela deriva (KLEMM et al., 1990) como os Simuliidae, Chironomidae, Trichoptera (Hydropsychidae) e Ephemeroptera (Baetidae), (MACKAY, 1992).

A ordem Ephemeroptera foi representada por três famílias: Leptophlebiidae, com uma frequência maior nas amostragens, seguido de Baetidae e Leptophlebiidae, com frequência menor. As famílias Polycentropodidae e Hydropsychidae foram as representantes da ordem Trichoptera e estiveram presentes nos pontos 1, 2 e 3 sendo a densidade maior em Hydropsychidae. Esta constatação confirma a tendência de organismos dessas ordens habitarem ambientes despoluídos ou de baixo impacto antrópico (ROSENBERG & RESH, 1993).

As ordens Lepidoptera e Hemiptera foram representadas por apenas uma família de cada ordem (Piralidae, Belastomatidae, respectivamente) e estiveram presentes nos pontos considerados despoluídos, observados nos pontos 1 e 3 no período chuvoso.

Para JUNQUEIRA & CAMPOS (1998), a família Leptophlebiidae é mais freqüente em ambientes de águas limpas com até 2,0 mg/l de DBO. Digno de nota é que no rio estudado, os valores mais baixos de DBO foram observados nos pontos considerados despoluídos (nascente) onde o menor valor obtido foi 7,0 mg/L, o que pode justificar a baixa densidade dessa família nesses pontos.

Os Hirudinea apresentaram densidade numérica mais elevada nos locais onde a influência dos lançamentos de esgotos urbanos esteve mais amena, (pontos 3 e 6), com concentrações de matéria orgânica mais elevada que compatibilizam com densidades mais elevadas de Oligochaeta nesses pontos. Sabe-se que Hirudinea é grupo conhecido por alimentar-se de outros invertebrados, principalmente de larvas de Chironomidae (GUERESCHI, 2004). A presença elevada desses organismos pode estar relacionada à elevadas quantidades de Oligochaeta, considerando que esses vermes são presas para diversas espécies de Hirudinea (PENNAK, 1989).

Os Simuliidae foram registrados no período de seca e demonstraram habitar ambientes despoluídos e ocorreram nos pontos 1 e 2, onde o leito do rio neste trecho é arenoso e a velocidade da água mais elevada, se comparado com os demais pontos amostrados. De acordo com HAMADA et al., (2002), esta família exerce preferência para ambientes rápidos e rochosos e uma preferência menor por ambientes lânticos e arenosos.

No geral, a colonização dos substratos pela fauna bentônica foi satisfatória. Os resultados mostraram a ocorrência de uma colonização maior no período de chuvas em todos os pontos amostrados, com exceção do ponto 1 que sofreu a influência de vandalismo em duas coletas neste mesmo período. Uma colonização menor foi observado nos pontos 2 e 4, onde o primeiro pode ser explicado pelas características locais, sendo que neste trecho o rio apresenta uma característica de

canal com uma velocidade de correnteza maior, propiciando a lavagem do substrato, e a baixa colonização registrada no ponto 4, pode ser explicada pela menor qualidade da água onde registra-se as menores concentrações de Oxigênio Dissolvido (mg/L) e Transparência (m), pH tendendo para o alcalino e concentrações elevadas de COT (mg/L), DQO (mg/L), DBO (mg/L), Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L), Alcalinidade Total (mg/L), Sólidos Sedimentáveis em Suspensão (ml/L), Dureza (mg/L) e Turbidez (NTU), descaracterizados pela entrada de esgotos urbanos “*in natura*” e possivelmente potencializados por certas substâncias tóxicas dissolvidas nesses esgotos.

A sazonalidade do ciclo anual influencia a fauna bentônica (HYNES, 1970) com redução drástica do número de organismos bentônicos em rios nos períodos chuvosos, visto que as variáveis hidráulicas, como velocidade de correnteza e vazão, podem desestabilizar os substratos para os organismos bentônicos. LIMA (2002) estudando comunidades de macroinvertebrados bentônicos no rio Cuiabá no perímetro urbano das cidades de Cuiabá e Várzea Grande - MT, observou uma dominância alternada destes organismos entre os períodos sazonais, sendo os Oligochaeta dominantes no período chuvoso e Chironomidae no período de seca.

Neste trabalho os dados mostraram que organismos Chironomidae e Oligochaeta foram dominantes no período chuvoso.

A poluição do rio São Lourenço é um problema. Autores como TEIXEIRA (1997) e GUIMARÃES (1998) apontaram um elevado índice de contaminação das águas deste rio por bactérias coliformes no perímetro urbano e à jusante deste, devido aos esgotos lançados “*in natura*” e evidentemente os riscos que esta contaminação acarreta malefícios para a saúde pública.

Com o início de funcionamento da ETE (Estação de Tratamentos de Esgotos) previsto para o mês de setembro de 2005, poderá contribuir para a recuperação desse corpo de água e, beneficiará a comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área de estudo, principalmente no trecho entre o ponto 3, situado no perímetro urbano e à jusante pontos 4, 5 e 6. Visto que esse estudo mostrou alterações drásticas nas variáveis físicas e químicas e presença dominante de *Chironomus* e Tubificidae e também alterações nos demais índices biológicos, observa-se portanto, que as variações dos valores dos parâmetros físicos e químicos e o estudo da fauna macrobentônica se mostraram importantes para um diagnóstico e manejo futuro neste rio.

No gradiente espacial do rio São Lourenço, no trecho estudado que corresponde aos pontos de 3 a 6, os resultados mostraram que os esgotos urbanos influenciaram negativamente as variáveis limnológicas e a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, principalmente naqueles onde os lançamentos dos despejos são contínuos. Os efeitos sobre a taxocenose macrobentônica ficaram evidentes e a maioria das variáveis físicas e químicas estiveram descaracterizadas, apresentando concentrações fora dos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA - 357, o que caracteriza o

comprometimento do uso das águas desse rio. Nos pontos 5 e 6, no trecho de área rural, os efeitos da poluição são minimizados devido à entrada das águas de contribuintes importantes como córrego Cascavel e Marimondo, propiciando a diluição das cargas orgânicas à montante. Embora o rio esteja sobre uma classificação mais restritiva neste trecho (classe 3), a água é ainda de qualidade ruim com a maioria dos valores das variáveis físicas e químicas fora dos limites descritos na Resolução CONAMA - 357.

8 CONCLUSÕES

- A importância da aplicabilidade dos macroinvertebrados bentônicos, em estudos sobre a avaliação da qualidade da água, pôde ser observada no presente estudo. Pesquisa dessa natureza pode, portanto, contribuir com programas ambientais que garantam o uso múltiplo das águas superficiais.
- Os parâmetros físicos e químicos utilizados para avaliar a qualidade das águas do Rio São Lourenço refletiram as variações da qualidade da água e a relação com a natureza dos poluentes predominante de matéria orgânica. As alterações dos níveis de Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, pH e Turbidez são previstos na Legislação ambiental vigente, estadual e federal, para rios com classificação 3 e 4, de acordo com a Resolução CONAMA - 357.
- A inclusão do monitoramento biológico através dos macroinvertebrados bentônicos e físico e químico no plano de manejo do rio São Lourenço é uma alternativa recomendável.
- Os dados mostram que o rio São Lourenço tem a qualidade de suas águas comprometida em 92,0 % do trecho estudado, medida a partir do ponto 3, área de perímetro urbano onde verificou-se entrada de esgotos urbanos drenado pelo córrego Las Palmas, o que pôde ser comprovado pelas análises da fauna bentônica e pelas análises físicas e químicas, e confere uma condição bastante comprometidora no ponto 4 área pós urbana, persistindo esta condição até o ponto 6, último ponto delimitado para este estudo. Comprova-se que a degradação deste recurso hídrico deve se ao lançamento contínuo de esgotos urbanos “*in natura*” do município de Matão e de uma pequena parcela de despejos industriais previamente tratados que contribuem com carga orgânica e química para este corpo de água receptor.
- A somatória de cargas lançadas neste rio tem trazido conseqüências graves para a vida aquática, e pôde ser observada através da análise dos macroinvertebrados bentônicos e das características físicas e químicas da água do sistema.
- Os lançamentos de esgotos gerados na área urbana na cidade de Matão e lançados em sua totalidade sem tratamento prévio no rio São Lourenço, exercem forte influência nas concentrações das variáveis limnológicas, sendo mais elevadas nos locais onde o mesmo é pontual e nos pontos à jusante do perímetro urbano.

9 RECOMENDAÇÕES

- A recuperação da mata ciliar nos trechos do rio na área rural pontos (2, 4 e 5) será um fator importante para a composição da fauna de macroinvertebrados bentônicos do rio e, conseqüentemente, para a qualidade de suas águas.
- Os resultados mostram de fato que, embora os lançamentos industriais que contribuem com carga orgânica remanescente a este corpo de água, ainda assim são menores que aquela originada pelos esgotos urbanos “*in natura*”. A sistemática adotada pelo órgão ambiental (CETESB) com os dispositivos legais vigentes, torna-se uma ferramenta eficaz no controle de poluição das águas residuárias industriais. Desta forma, para minimizar os problemas de poluição das águas do Rio São Lourenço, os esgotos urbanos municipais deverão ser devidamente tratados antes de serem lançados no rio, a despeito do mesmo controle exigido nas indústrias. Logo, a avaliação da qualidade das águas através da análise dos macroinvertebrados bentônicos e das características físicas e químicas da água do sistema, será uma ferramenta importante e um monitoramento sistemático poderá acompanhar a recuperação deste rio e garantir o múltiplo uso de suas águas, conciliar e assegurar o binômio crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável para as próximas gerações.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). *Standard methods for the examination of the water and wastewater*. New York, 1995.
- ARAÚJO, P. R. P. *Biomonitoramento da qualidade da água do Guandu e do Paraíba*. Revista Feema nº 25 Julho/ Agosto p.23 - 25, 1995.
- BARBOSA, D. S. *Limnologia do rio Uberaba (MG) e a utilização de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores das modificações ambientais*. 2003. 120p. (Dissertação Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos Universidade de São Paulo.
- BENOIT, D. A.; SIBLEY, P. K.; JUENEMANN, J. L. & ANKLEY, G. T. *Chironomus tentans life cycle test: design and evaluation for use in assessing toxicity of contaminated sediments*. Environ. Toxicol, Chem. v. 16, p.1165-1176, 1997.
- BESCHTA, R. L. *Suspend sediment and bedload* In: HAUER, F. R. & LAMBERTI, G. A. (1996) (ed) *Methods in stream Ecology*. Academic Press. San Diego. p. 123-143, 1996.
- BOLLMANN, H. A., MARQUES, M. D. *Bases para a estruturação de indicadores de qualidade de águas*, Ver. Brasil. Rec. Hídricos, 5. p.37-60, 2000.
- BRANCO, S. M. *Hidrobiologia aplicada à Engenharia Sanitária*. CETESB / ASCETESB, 1986. 640p.
- BRINKHURST, R. O & GELDER, S. R. Annelida: Oligochaeta and Branchiobellida. In: THORP, J. H.; COVICH, A. P. (eds) *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. New York: Academic Press, Inc. p.401-435, 1991.
- BRINKHURST, R. O.; JAMIESON. B. G. M. *Aquatic Oligochaeta of the world* . Univ. of Toronto. 1971. 860 p.
- BRINKHURST, R. O.; MARCHESE M. R. *Guia para la identificación de Oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamerica*, 1991. 207 p.
- BROWN JR., K. S. *Maximizing daily butterfly counts*. Journ. Lep. Soc., 26. p.183- 196, 1972.
- CADERNO FUNDAP, *Política Ambiental e Gestão dos Recursos Naturais*. p 59 - 91, 1996.
- CAIRNS Jr, J.; DICKSON, K. L. *A simple method for biological assessment of the effects of waste discharges on aquatic bottom-dwelling organisms*. J. WPCF, p. 755 - 772, 1971.
- CAIRNS, J. (1979) – *Biological Monitoring – concept and scope*. (*In Environmental Biomonitoring Assesment, Prediction and Management – Certain Case Studies and Related Quantitative Issues*. Ed. J. CAIRNS, G. P. PATIL & W. E. WATERS, p. 3-20. International Cooperative Publishing House. Maryland) In. SPELLERBERG, I. F. (1991) – *Monitoring Ecological Change*. Cambridge University Press. Cambridge.
- CALLEGARI & JACQUES, Silvia M; *Bioestatística: princípios e aplicações*; Porto Alegre: Artmed, 2003.

CAMARGO, A. F. M. et al. *Influence of physiography and human activity on limnological characteristics of lotic ecosystems of the south coast of São Paulo, Brasil*. Acta Limnol. Bras. 8 . p. 231-243, 1996.

CETESB - *Normalização Técnica*, A.L.5.121, 1ª Edição, 1978

CETESB - *Normalização Técnica*, L.5.149, 1ª Edição, 1973 “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” 13th Edition, 1971

CETESB - *Normalização Técnica*, L.5.120, 1ª Edição, 1973 “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” 13th Edition, 1971

CETESB - *Normalização Técnica*, L.5.121, 1ª Edição, 1973 “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” 13th Edition, 1971

CETESB - *Normalização Técnica*, A.L.5.149, 1ª Edição, 1978

CETESB - *Controle de Poluição Ambiental* (Legislação Estadual), 1998.

CRISCI-BISPO, V. L. *Ecologia de imaturos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) associados ao substrato rochoso e ao folhiço e dinâmica de colonização de macroinvertebrados em riachos do Parque Estadual Intervales*. 2003. 103p. Tese (Doutorado em Ciências área de Biologia Comparada) – Faculdade de Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

DEPRN (Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais). *Projeto Olho Verde*, São Paulo, 1989.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: 2º Ed. Interciência, 1988. 602p.

FERNANDES, A. C. de A. & CÔRTEZ, M. R., *Caracterização da Base Industrial de São Carlos*. São Carlos: DECiv/DEP, Universidade Federal de São Carlos. 1988.

FLANNAGON, J. F.; D. M. ROSENBERG, *Types of artificial substrates used for sample of freshwater benthic macroinvertebrates*. In: J. CAIRNS (ed.) Artificial substrates. Michigan: Ann Arbor Science Publishers, p. 237 - 266, 1982.

GORDON, N. D.; McMAHON, T. A & FINLAYSON, B. L. *Stream Hydrology: an introduction for ecologists*. John Wiley. Chichester. 1992. 526p.

GUALDONI, C. M. & CORIGLIANO, M. DEL C. *Distribución del bentos y la deriva de macroinvertebrados em ramos fluviais com diferentes condiciones de estres ambiental*. Acta Limnologica Brasiliensia. 2002. v. 14, 1-13.

GUERESCHI, R. M.; MELÃO, M. G. G. *Monitoramento Biológico da bacia hidrográfica do Rio Monjolinho pelo uso de Macroinvertebrados Bentônicos*. p.61-76, 1997. Anais do VIII Seminário de Ecologia Volume III

GUERESCHI, R. M. *Monitoramento Biológico das Microbacias Hidrográficas da Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP*. São Carlos, 79p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos 2004.

GUIMARÃES, J. J. *As indústrias de frutas cítricas da região de Matão e a influência das descargas de seus despejos líquidos na qualidade da água do Rio São Lourenço (Bacia do Médio Tietê Inferior)*. 1998, 203p. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.

HACH METHODS, nº 8051, 8224 & 8000, Hach Company, Colorado, 1996.

HAMADA, N.; Mc CREDADIE; ADLER, P. H. *Species richness and spatial distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in streams of Central Amazonia, Brazil*. *Freshwater biology* 47: p31-40, 2002.

HAUER, F. R. & HILL, W. R. (1996) Temperature, Light and Oxygen In: HAUER, F. R. & LAMBERTI, G. A. (1996) (ed) *Methods in stream Ecology*. Academic Press. San Diego. p.93-106. London. 213p.

HYNES, H. B. N., *The ecology of running water*. Liverpool: University Press. 1970. 565p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Carta do Brasil escala 1:50.000*, Folha de Matão, 1971.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Matão, 2004.

JUNQUEIRA, M. V., AMARANTE, M. C.; DIAS, C. F. S., FRANÇA, E. S. *Biomonitoramento da Qualidade das Águas da Bacia do Alto do Rio das Velhas (MG/Brasil), através de macroinvertebrados*. Belo Horizonte, p.73 - 87, 2000. CETEC/ Centro Tecnológico de Minas Gerais. *Acta Limnológica Brasileira* vol. 12 (1).

JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. *Adaptação do Método (BMWP), Método para avaliação da qualidade da água do Rio das Velhas*, Minas Gerais, p.125-135, 1998. CETEC / Centro tecnológico de Minas Gerais. *Acta Limnol. Brasil.* vol. 10 (2)

KANIEWASKA-PRUS. M.; KIDAWA, A. *Application of some benthic indices for quality evaluation of water highly polluted with municipal sewage*. *Polish Archives of Hydrobioly*, 30(3), p.263-269, 1983.

KLEMM, D. J.; LEWIS, P. A.; FULK, F.; LAZORCHAK, J. M. *Macroinvertebrate field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters*. EPA-600-4-90-030. Environmental monitoring systems laboratory, US/EPA, Cincinnati. 1990. 256p.

KREBS, C. J. *Ecological methodology*. New York: Harper & Row. 1999. 620p.

KUHLMANN, M. L.; HAYASHIDA, C. Y. & ARAUJO, R. P. A. *Using Chironomus (Chironomidae, Díptera) mentun deformites environmental assessment*. *Acta Limnologica Brasiliensia*. v. 12, p. 55-61. 2002.

LIMA, J. B. *Impactos das Atividades Antrópicas sobre a Comunidade dos Macroinvertebrados Bentônicos do Rio Cuiabá no Perímetro Urbano das Cidades de Cuiabá e Várzea Grande - MT*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), 2002. 147p.

LEI 9.433, *Política Nacional de Recursos Hídricos*, Janeiro 1997.

LEI 12.183, *Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo*, Dezembro 2005.

-
- MACKAY, R. J. *Colonization by lotic macroinvertebrates: a review of process and patterns*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49: 617-628, 1992.
- MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurement*, London. University Press Cambridge, 1988. 179p.
- MAIER, M. H. *Considerações sobre características limnológicas de ambientes lóticos*. B. Inst. Pesca, 5 (2): 1978. p.75-90.
- MAIER, M. H. *Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47°55'- 48°55'W; 22°30',- 21°55'S- Brasil): qualidade da água do rio principal*. Ciência e Cultura, 39 (2). 1987. 9. 164-185.
- MARQUES, M. M. G. S. M., BARBOSA, F. A. R. & CALLISTO, M. – *Distribution and abundance of Chironomidae (Diptera) in an impacted watershed in south-east Brazil*. Rev. Bras. Biologia, 59, 4:553-561, 1999.
- McCAFFERTY, W. P. *Aquatic entomology: the fishermens's and ecologists's illustrated guide to insects and their relatives*. Boston: Jones and Barlett publishers, 1981.448p.
- Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes 1971, descrito na AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 15th Edition, 1990.
- MONTEIRO, C. E. *Curso de Autodepuração dos Corpos de água. São Paulo: CETESB, 1984. 36.p*
- MOULTON, T. P. *Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos*. Nessimian, J. L. & A. L. Carvalho. Rio de Janeiro, p.281-298, 1998. Ecologia de insetos (Series Oecologia Brasiliensis, vol.V)
- ODUM, E. P. *Ecologia Básica*. Rio de Janeiro: Edit. Koogan S.A. 1988. 433p,
- PALMER, M. A.; POFF, N. L. *The influence of environmental patterns and processes in streams*. J. N. Am. Benthol. Soc. 16 (1). p.169-173, 1997.
- PENNAK, R. *Fresh-Water invertebrates of United States: Protozoa to Mollusca* 3a (ed). John Wiley. 1989. 269.p.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MATÃO, (CAEMA - Companhia de Águas e Esgotos de Matão, 2003).
- RESH, V. H. et al. *The role of disturbance in stream ecology*. J. N. Am. Benthol. Soc. 7 (4). p.431-455, 1988.
- RESH, V. H.; JACKSON, J. K. Rapid assesment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall, p.195-233, 1993.
- RESOLUÇÃO CONAMA - 357 (Conselho Nacional do Meio Ambiente –2005).
- RESOLUÇÃO CONAMA - 274 (Conselho Nacional do Meio Ambiente –2000).
- ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. *Introduction to Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrate in: Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrate*. Rosenberg and Resh eds, 1993. 488p.

ROSSARO, B. L. *Chironomids of stony bottom streams: a detrended correspondence analysis*. Arch. Hydrobiol. v.122, p. 79-93, 1991.

SANTOS, M. J. – *Estudo limnológico dos Córregos da Água Fria e da Água Quente*. Dissertação de Mestrado. São Carlos, PPG-CEA-CHREA-USP, 1993. 291p.

SCEP (1970) - *Man's Impact of the Global Environment*. Report of the Study of Critical Environmental Problems (SCEP). MIT Press. Cambridge. In. SPELLERBERG, I.F. (1991) – *Monitoring Ecological Change*. Cambridge University Press. Cambridge.

SEAA, Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. Informações Econômicas. 1996, 79.p

SEADE. Perfil Municipal 1980-1991. Região Administrativa de São José do Rio Preto, São Paulo, Fundação SEADE, 1992.

SEADE. Perfil Municipal 1980-1991. Região Administrativa de São José do Rio Preto, São Paulo, Fundação SEADE, 1994.

SÉ, J. A. S. *Um conjunto de informações para o início de um processo de pesquisas ecológicas, de educação, planejamento e gerenciamento ambientais a longo prazo*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1992. São Carlos, 378 p.

SERVIA, M. J.; COBO, F. & GONZÁLES, M. A. 1999 Seasonal and interannual variations in the frequency and severity of deformities in larvae of *Chironomus Riparius* (MEIGEN, 1804) and *Procladius* (MEIGEN, 1818) (Diptera, Chironomidae) collected in a polluted site. *Environmental Monitoring and Assessment*. v.64, p.617-626.

SIMPSON, K. W., BODE, R. W. *Common larvae of Chironomidae (Diptera) from New York State streams and river with particular reference to the fauna of artificial substrates*. New York: State Education Department. 1979. 105p..

SLEPUKHINA, T. D. *Comparison of different methods of water quality evaluation by means of Oligochaetes*. Hydrobiology, v. 115, p.183-186, 1984.

STATZNER, B. *Characteristics of lotic ecosystems and consequences for future research directions*. In: SCHULZE, E. D., ZWOLFER, H., (eds) Potentials and limitations of ecosystem analysis. Berlin, Springer. Verlag. p.365-389, 1987.

STRASKRABA, M. & TUNDISI, J. G. *Abordagens e Métodos para o Gerenciamento das Bacias Hidrográficas. Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos*. Volume 9: Gerenciamento da Qualidade da Água de Represas, Publicações do Instituto Internacional de Ecologia. São Carlos, Somus Gráfica e Editora Ltda, Capítulo 10, p. 141-150, 2000.

TAUK & TORNISIELO, S. et al; *Análise Ambiental: Estratégias e Ações*. Editora T.A.A Queiroz. São Paulo-SP, 1995.

THAME, A. C. M. *Água: a iminência da escassez*. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras do Estado de São Paulo p. 1-12, 2000.

TEIXEIRA, D. *Caracterização limnológica dos sistemas lóticos e variação temporal e espacial de invertebrados bentônicos na Bacia do Ribeirão do Feijão (São Carlos SP)*. Dissertação de Mestrado, São Carlos: USP, 1993. 193 p.

TEIXEIRA, D & RIOS L. *Avaliação Ambiental Preliminar dos Recursos Hídricos Superficiais do Município de Matão (São Paulo –Brasil)*. São Carlos: USP, 1997. 35 p.

TRIVINHO-STRIXINO, S., & STRIXINO, G. *Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros*. São Carlos: PPG - ERN/UFSCar. 229p. 1995.

TUNDISI, J. G. & TUNDISI, M. T. *A água*. São Paulo: Publifolha (Folha Explica) p.8-9.2005.

TUNDISI, J. G. *Reservatórios como sistemas complexos: Teoria, Aplicações e perspectivas para usos múltiplos*. In: HENRY, R. (ed) *Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais: Botucatu*: Fapesp/Fundibio. 1999.798p.

VANNOTE, R. L. *The river continuun concept*. *Can. J. Fish . Aquat.*, nº 37, p. 130 - 137, 1980.

WELCH, P. S. *Limnology*. MacGraw-Hill Book Company, 2ª. Edição, New York, 1952. 538 p.

WETZEL, R. G. *Limnologia (trad.)* Barcelona: Omega. 1981. 679p.

WETZEL, R. G., LIKENS, G. E. *Limnological analyses*. Springer – Verlarg, New York. 1991. 391p.

WHITFIELD, J. Vital signs. *Nature*, 411 (28), 2001.

ANEXO 1

TABELAS DE VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA DO RIO SÃO LOURENÇO MATÃO - SP E PARÂMETROS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA - 357.

Tabela VII - Padrões e parâmetros de compostos orgânicos e inorgânicos para corpos de águas doces de Classe 1, de acordo com a Resolução CONAMA - 357.

PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila a	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0.005 mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fosforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P
Fosforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7 mg/L N, para pH ≤ 7,5
	2,0 mg/L N,
	para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn

continuação - tabela VII

PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(K)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton -S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1- Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (a + b + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano(g-HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

Tabela VIII - Padrões e parâmetros de compostos orgânicos e inorgânicos para corpos de águas doces Classe 1 onde exista pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo, de acordo com a Resolução CONAMA - 357.

PARÂMETRO INORGÂNICO	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PADRÕES	
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(K)fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs- Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

Tabela IX - Padrões e parâmetros de compostos orgânicos e inorgânicos para corpos de águas doces de Classe 3, de acordo com a Resolução CONAMA - 357.

PADRÕES	VALOR MÁXIMO
PARÂMETROS	
Clorofila a	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L AL
Arsênio total	0,033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0,1 mg/L Be
Boro total	0,75 mg/L B
Cádmio total	0,01 mg/L mg/L Cd
Chumbo total	0,033 mg/L Pb
Cianeto livre	0,022 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L CL
Cobalto total	0,2 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,013 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L Fe
Fluoreto Total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,075 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,5 mg/L Mn
Mercúrio total	0,002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5
	5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	1,0 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,05 mg/L Ag
Selênio total	0,05 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (como H ₂ S não dissociado)	0,3 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn

continuação - tabela IX

PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo(a)pireno	0,7 µg/L
Carbaril	70,0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,3 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT=p,p'-DDE+p,p'-DDD)	1,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (a + b+ sulfato)	0,22 µg/L
Endrin	0,2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	280 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (g-HCH)	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs -Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,003 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

Tabela X - Padrões e parâmetros de compostos orgânicos e inorgânicos para lançamentos de efluentes em corpos de água, de acordo com a Resolução CONAMA - 357.

PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

Tabela XI - Valores das variáveis físicas e químicas da água do rio São Lourenço - ponto 1, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.

Variáveis/coletas	out/02	dez/02	mar/03	mai/03	jul/03	ago/03	set/03
Horário	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00
Profundidade (m)	0,39	0,42	0,41	0,39	0,40	0,41	0,44
Velocidade de correnteza (m/s)	0,80	0,91	0,87	0,85	0,80	0,82	0,84
Vazão (m ³ /s)	0,22	0,28	0,27	0,23	0,25	0,26	0,28
Temperatura (°C)	23,0	25,0	29,0	22,0	24,0	24,0	24,6
pH	7,22	6,83	6,82	6,24	6,70	6,85	6,67
O ₂ dissolvido (mg/L)	6,80	6,91	6,39	7,41	6,30	6,30	6,30
COT (mg/L)	4,12	4,50	3,75	2,66	4,50	4,13	2,63
DQO (mg/L)	45	60	32	50	20	20	20
DBO (mg/L)	11	12	10	7	12	11	7
Transparência (m)	Total						
Condutividade (µS/cm)	135,8	140,5	126,3	136,4	130,3	138,0	138,9
TDS (mg/L)	68,40	69,10	63,61	68,20	65,15	69,65	69,60
Alcalinidade CaCO ₃ (mg/L)	90	120	130	57	94	85	50
Sólidos Sedimentáveis em Suspensão (ml/L)	Traços	0,2	Traços	Traços	Traços	Traços	Traços
Dureza (mg/L)	98	107	60	64	56	70	70
Turbidez (UNT)	17,71	17,80	30,30	17,50	16,30	17,90	13,60

Tabela XII - Valores das variáveis físicas e químicas da água do rio São Lourenço - ponto 2, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.

Variáveis/coletas	out/02	dez/02	mar/03	mai/03	jul/03	ago/03	set/03
Horário	09:30	09:30	09:30	09:30	09:30	09:30	09:30
Profundidade (m)	0,46	0,52	0,49	0,47	0,47	0,48	0,51
Velocidade de correnteza (m/s)	0,81	0,96	0,93	0,92	0,82	0,85	0,87
Vazão (m ³ /s)	0,22	0,30	0,29	0,27	0,24	0,27	0,29
Temperatura (°C)	22,5	23,0	27,0	21,0	24,3	23,5	26,0
pH	7,06	7,00	6,75	6,23	6,74	6,91	6,76
O ₂ dissolvido (mg/L)	6,70	5,13	6,72	6,32	6,42	5,70	4,20
COT (mg/L)	3,75	3,26	9,00	3,26	4,50	4,50	3,37
DQO (mg/L)	43	50	98	80	49	50	29
DBO (mg/L)	10	9	24	9	12	12	9
Transparência (m)	Total						
Condutividade (µS/cm)	116,4	111,4	110,5	115,9	119,2	117,4	124,4
TDS (mg/L)	58,10	55,50	55,16	57,90	59,60	59,31	62,30
Alcalinidade CaCO ₃ (mg/L)	85	130	70	57	53	62	40
Sólidos Sedimentáveis em Suspensão (ml/L)	0,2	0,3	Traços	Traços	Traços	Traços	Traços
Dureza (mg/L)	56	106	52	43	54	51	74
Turbidez (UNT)	11,45	10,85	10,91	11,30	11,80	6,79	12,20

Tabela XIII - Valores das variáveis físicas e químicas da água do rio São Lourenço - ponto 3, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.

Variáveis/coletas	out/02	dez/02	mar/03	mai/03	jul/03	ago/03	set/03
Horário	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00
Profundidade (m)	0,27	0,32	0,30	0,29	0,29	0,31	0,33
Velocidade de correnteza (m/s)	0,47	0,60	0,56	0,54	0,46	0,49	0,50
Vazão (m ³ /s)	1,01	1,26	1,23	1,21	1,03	1,05	1,08
Temperatura (°C)	25,0	26,5	26,0	22,5	25,1	22,0	28,0
pH	6,80	7,20	7,00	6,31	6,71	6,75	7,13
O ₂ dissolvido (mg/L)	3,90	5,42	5,10	6,51	6,12	4,10	6,60
COT (mg/L)	30,75	10,87	12,75	5,74	3,50	5,25	6,70
DQO (mg/L)	290	80	140	90	40	68	63
DBO (mg/L)	82	29	34	15	10	14	18
Transparência (m)	Total						
Condutividade (µS/cm)	197,4	154,6	185,2	199,6	232,1	181,2	144,1
TDS (mg/L)	99,00	77,20	93,05	99,40	116,05	92,10	72,20
Alcalinidade CaCO ₃ (mg/L)	120	140	70	62	60	90	40
Sólidos Sedimentáveis em Suspensão (ml/L)	0,3	0,4	0,3	0,3	Traços	3,5	Traços
Dureza (mg/L)	86	112	52	46	52	62	94
Turbidez (UNT)	15,90	15,00	24,00	16,00	13,50	54,70	20,30

Tabela XIV - Valores das variáveis físicas e químicas da água do rio São Lourenço - ponto 4, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.

Variáveis/coletas	out/02	dez/02	mar/03	mai/03	jul/03	ago/03	set/03
Horário	10:30	10:30	10:30	10:30	10:30	10:30	10:30
Profundidade (m)	0,49	0,56	0,52	0,50	0,50	0,51	0,53
Velocidade de correnteza (m/s)	0,47	0,65	0,64	0,61	0,49	0,51	0,54
Vazão (m ³ /s)	1,03	1,37	1,35	1,33	1,05	1,08	1,10
Temperatura (°C)	25,0	28,0	29,0	26,7	25,0	23,0	29,0
pH	6,80	6,95	7,72	6,89	6,80	7,19	7,33
O ₂ dissolvido (mg/L)	3,90	0,80	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00
COT (mg/L)	30,75	26,25	43,87	9,75	51,00	49,90	26,63
DQO (mg/L)	290	260	320	108	480	470	246
DBO (mg/L)	82	70	117	26	136	133	71
Transparência (m)	0,30	0,20	0,00	0,00	0,00	0,10	0,15
Condutividade (µS/cm)	197,4	417,0	700,0	425,0	463,0	432,0	712,0
TDS (mg/L)	99,00	208,00	348,00	211,99	231,50	218,80	358,00
Alcalinidade CaCO ₃ (mg/L)	120	200	410	130	270	210	190
Sólidos Sedimentáveis em Suspensão (ml/L)	0,3	5	4,2	4,1	2,8	2,5	3,5
Dureza (mg/L)	86	84	104	52	104	102	128
Turbidez (UNT)	15,90	47,26	79,40	45,30	69,20	67,90	67,40

Tabela XV - Valores das variáveis físicas e químicas da água do rio São Lourenço - ponto 5, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.

Variáveis/coletas	out/02	dez/02	mar/03	mai/03	jul/03	ago/03	set/03
Horário	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00
Profundidade (m)	1,67	1,73	1,72	1,70	1,69	1,71	1,73
Velocidade de correnteza (m/s)	0,10	0,15	0,12	0,11	0,10	0,12	0,15
Vazão (m ³ /s)	1,72	1,93	1,90	1,88	1,74	1,76	1,79
Temperatura (°C)	28,0	27,0	25,1	22,5	22,5	24,0	23,0
pH	7,17	7,56	6,86	6,45	7,02	7,19	7,12
O ₂ dissolvido (mg/L)	0,00	2,86	3,43	3,15	1,80	0,00	0,90
COT (mg/L)	51,75	60,00	7,13	4,09	21,37	39,40	22,90
DQO (mg/L)	370	160	76	70	200	353	146
DBO (mg/L)	138	31	19	11	57	105	61
Transparência (m)	0,20	0,30	0,40	0,60	0,30	0,20	0,30
Condutividade (µS/cm)	473,0	425,0	486,0	438,0	412,0	376,0	539,0
TDS (mg/L)	236,00	209,00	242,86	209,00	206,00	187,90	266,00
Alcalinidade CaCO ₃ (mg/L)	270	260	120	66	190	260	164
Sólidos Sedimentáveis em Suspensão (ml/L)	0,8	1,2	1,3	0,8	2	2	2,3
Dureza (mg/L)	86	92	50	54	84	90	96
Turbidez (UNT)	21,10	18,60	22,90	18,70	44,90	76,90	67,40

Tabela XVI - Valores das variáveis físicas e químicas da água do rio São Lourenço - ponto 6, no município de Matão - SP, no período de outubro/2002 a setembro/2003.

Variáveis/coletas	out/02	dez/02	mar/03	mai/03	jul/03	ago/03	set/03
Horário	11:30	11:30	11:30	11:30	11:30	11:30	11:30
Profundidade (m)	1,85	1,91	1,89	1,87	1,86	1,88	1,90
Velocidade de correnteza (m/s)	0,07	0,11	0,08	0,07	0,05	0,08	0,10
Vazão (m ³ /s)	1,74	2,03	2,00	1,98	1,76	1,79	1,81
Temperatura (°C)	24,5	27,5	26,6	20,5	18,0	22,5	25,0
pH	7,10	7,45	6,92	6,56	6,87	7,15	6,98
O ₂ dissolvido (mg/L)	0,30	1,38	2,20	1,77	2,00	0,67	1,30
COT (mg/L)	10,13	8,59	5,25	4,31	15,00	8,63	10,13
DQO (mg/L)	90	23	52	60	140	81	72
DBO (mg/L)	27	32	14	12	40	23	27
Transparência (m)	0,40	0,50	0,60	0,70	0,60	0,30	0,60
Condutividade (µS/cm)	350,0	383,0	362,0	349,0	332,0	349,0	409,0
TDS (mg/L)	174,00	190,00	179,96	173,10	173,10	173,90	208,00
Alcalinidade CaCO ₃ (mg/L)	190	260	130	78	190	233	123
Sólidos Sedimentáveis em Suspensão (ml/L)	1,5	1	0,4	0,2	1,7	1,25	0,9
Dureza (mg/L)	74	97	160	55	78	94	78
Turbidez (UNT)	21,50	23,50	26,00	21,40	23,00	35,50	23,20

Tabela XVII – Caracterização física dos pontos de coleta do rio São Lourenço, município de Matão - SP, no período seco e chuvoso.

Pontos	Local	Prof. média (m)		Vel. média (m/s)		Vazão (m ³ /s)	
		Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
1	Nascente do Rio São Francisco à montante da cidade de Matão	0,41	0,41	0,82	0,88	0,25	0,26
2	Trevo da Rodovia Faria Lima (Km 301) à montante do Rio São Lourenço e a montante do perímetro urbano da cidade de Matão	0,48	0,49	0,84	0,94	0,26	0,29
3	Em frente ao Pavilhão (Múltiplo Uso), Rio São Lourenço	0,30	0,30	0,48	0,57	1,04	1,23
4	Ponte de acesso à Pedreira Rio São Lourenço	0,51	0,53	0,50	0,63	1,07	1,35
5	Na confluência do Córrego Cascavel, Rodovia S.P 310 Km 309, Rio São Lourenço	1,70	1,72	0,12	0,13	1,75	1,90
6	Na Ponte do Cemitério do Distrito de São Lourenço do Turvo, Rio São Lourenço	1,87	1,89	0,08	0,09	1,78	2,00

Tabela XVIII – Valores de COT (kg/dia) e Vazão (m³/dia) nos pontos de 1 a 6 nos períodos seco e chuvoso no período de estudo de outubro/2002 a setembro/2003, no rio São Lourenço, Matão - SP.

Períodos	Seca		Chuvoso	
	Vazão (m ³ /dia)	COT (kg/dia)	Vazão (m ³ /dia)	COT (kg/dia)
1	21.600	83,16	22.464	81,77
2	22.464	90,53	25.056	129,54
3	89.856	1.037,84	106.272	1.040,40
4	92.448	3.554,63	116.640	3.325,41
5	151.200	5.119,63	164.160	3.897,16
6	153.792	1.687,10	172.800	1.045,44

Tabela XIX – Desvio padrão dos valores máximos e mínimos das variáveis físicas e químicas das águas do rio São Lourenço, município de Matão - SP, nos períodos seco e chuvoso, de outubro/2002 a setembro/2003.

Variáveis	Valores	Pontos	Período	Desv. Pad.
Profundidade (m)	mín. - 0,27	3	sc	0,01
	máx. - 1,91	6	ch	0,10
Velocidade de correnteza (m/s)	mín. - 0,05	6	sc	0,01
	máx. - 0,96	2	ch	0,01
Vazão (m ³ /s)	mín. - 0,22	1 e 2	sc	0,01
	máx. - 0,28	6	ch	0,01
Temperatura (°C)	mín. - 18,0	6	sc	1,00
	máx. - 29,0	1 e 4	ch	1,00
pH	mín. - 6,23	2	ch	0,09
	máx. - 7,72	4	ch	0,21
O ₂ dissolvido (mg/L)	mín. - 0,00	4 e 5	sc e ch	-
	máx. - 7,41	1	ch	0,02
COT (mg/L)	mín. - 2,66	1	ch	0,35
	máx. - 60,00	5	ch	1,00
DQO (mg/L)	mín. - 20	1	sc	0,17
	máx. - 480	4	sc	0,53
DBO (mg/L)	mín. - 7	1	sc e ch	0,61
	máx. - 138	5	sc	0,72
Transparência (m)	mín. - 0,00	4	sc e ch	-
	máx. - 0,70	6	ch	0,05
Condutividade (µS/cm)	mín. - 110,5	2	ch	0,42
	máx. - 712,0	4	sc	0,49
TDS (mg/L)	mín. - 55,16	2	ch	0,10
	máx. - 358,00	4	sc	0,10
Alcalinidade CaCO ₃ (mg/L)	mín. - 40	2 e 3	sc	0,53
	máx. - 410	4	ch	0,76
Sólidos Sedimentáveis em Suspensão (ml/L)	mín. - 0,20	1 e 2	sc e ch	0,02
	máx. - 5,00	4	ch	0,58
Dureza (mg/L)	mín. - 43	2	ch	0,29
	máx. - 160	6	ch	0,58
Turbidez (UNT)	mín. - 6,79	2	sc	0,02
	máx. - 79,40	4	ch	0,56

ANEXO 2**TABELAS DE VARIÁVEIS BIOLÓGICAS DA ÁGUA DO RIO SÃO
LOURENÇO MATÃO - SP.**

Grupos Taxonômicos	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3			Ponto 4			Ponto 5			Ponto 6								
	Períodos			Períodos			Períodos			Períodos			Períodos			Períodos								
	Seco	Chuvoso		Seco	Chuvoso		Seco	Chuvoso		Seco	Chuvoso		Seco	Chuvoso		Seco	Chuvoso							
	Dens. ind/UA	Abund. Relativa		Dens. ind/UA	Abund. Relativa		Dens. ind/UA	Abund. Relativa		Dens. ind/UA	Abund. Relativa		Dens. ind/UA	Abund. Relativa		Dens. ind/UA	Abund. Relativa							
Gomphidae	1	0,17	1	0,44																				
Corduliidae																								
Diptera																								
Ephydriidae																								
Culicidae																								
Tabanidae																								
Empididae																								
Tipulidae	6	1,05	6	2,87																				
Ceratopogonidae																								
Simuliidae	270	47,04	8	3,56	1	0,44	2	0,06	5	0,05	2	8,00	1	0,28	1	0,21								
Psychodidae																								
Syrphidae																								
Oligochaeta																								
Tubificidae																								
Tubificidae sem cerca capilar	1	0,17	9	4,00	6	7,50	17	7,42	300	8,28	908	9,16	119	33,33	16	3,33	162	9,13	21	2,72	43	2,49		
<i>Bohrioneurum</i> sp									8	0,22	811	8,18	19	5,32	2	0,11								
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>									3	1,31	244	7,29	71	19,99	2	0,42	7	0,39	4	0,52	1	0,06		
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	1	0,17	1	1,25					32	0,88	218	2,20	4	1,12										
Megadrili																								
<i>Megadrili 1</i>									10	0,10			1	0,28										
Naididae																								
<i>Pristina syncytes</i>	6	2,67	3	1,31	56	1,55	259	2,61	2	0,06			23	6,44	14	2,91	102	5,75	92	11,90	88	5,10		
<i>Allonais paraguayensis</i>									2	0,06														
S.avelinae																								
P.avelinae																								
<i>Nais communis</i>	7	1,22	12	5,33	7	3,06	31	0,86	72	0,73	42	8,73	2	0,56	42	8,73	2	0,56	45	5,82	3	0,17		
<i>Dero (Dero.)</i>									2	0,06	7	0,07	3	0,84	1	0,13			1	0,13				
<i>D.(D.)obtusata</i>									31	0,86	1	0,01	1	0,28					2	0,26	1	0,06		
<i>Dero (Aulophorus)sp</i>									5	0,14	12	0,12							4	0,52				
Opistocystidae																								
<i>Opistocysta funiculus</i>	3	1,33	3	1,33	11	52,84	121	52,84	11	0,30	21	0,21							37	2,08	258	33,38	680	38,26
Encytraeidae									1	0,03	56	0,56	2	8,00	4	1,12	1	0,21	295	38,16	110	6,38		
Hirudinea									17	0,47	1	0,01							1	0,13				
Turbellaria																								
Nematoda	4	0,70	1	0,44																				
Hidracarina																								
Mollusca																								
TOTAL	574	100	225	100	100	229	100	3623	100	9914	100	25	100	357	100	481	100	1775	100	773	100	1725	100	
RIQUEZA	19	23	23	14	23	23	25	6	18	9	10	12	13											

Tabela XXI - Valores de índices de Riqueza total (S); Diversidade de Shannon-Wiener (H'); Equidade (E'); Abundância de Tubificidae (D) e Dominância (D₂) para o rio São Lourenço (pontos 1 a 6) no município de Matão - SP, nos períodos de seca (sc) e chuvoso (ch) de setembro de 2002 a outubro de 2003.

Rio São Lourenço	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6	
	sc	ch										
S	19	23	13	14	23	25	6	18	9	10	12	13
H	2,747	3,614	3,194	2,395	1,592	1,750	2,291	2,826	0,973	0,966	2,195	1,880
E	0,65	0,80	0,86	0,63	0,35	0,38	0,89	0,68	0,31	0,29	0,61	0,51
D	0,22	0,28	1,00	0,13	0,81	0,87	0,00	0,88	0,24	0,55	0,06	0,05
D₂	0,578	0,404	0,438	0,646	0,827	0,770	0,520	0,532	0,921	0,914	0,715	0,829